דניאל שמיר

# מבחני חזרה בפיסיקה

עבור 4 או 5 יחידות ליחד

מהדורה תשע־עשרה

(כולל בחינות בגרות
משנים 1967 ← 1982)

הוצאת "חידוש" בע"מ תל־אביב
תשמ"ט

דניאל שמיר

# מבחני חזרה בפיסיקה

עבור 4 או 5 יחידות לימוד

מהדורה תשע־עשרה

הוצאת "חידוש" בע"מ תל־אביב
תשמ"ט

## הקדמה למהדורה התשע־עשרה

החל ממהדורה זו הוכנסו שנויים המתבקשים הן בגלל השנויים בתכנית הלימודים בפיסיקה בבתי הספר התיכוניים וכן בגלל השנויים במתכונת בחינות הבגרות בפיסיקה וצורתן.

מוצאות בהדרגה הבחינות שגילן 20 שנה ויותר המתחילות בעמוד 111 וממקומן מוכנסות בחינות המתאימות למתכונת ולחומר הלימוד משנת 1987 ואילך. התשובות לבחינות אלה ניתנות בסוף כל בחינה — לנוחיות המשתמשים בספר.

אודה לכל אדם אשר יעיר את תשומת לבי לטעויות או ענינים אחרים הטעונים תיקון, או שיציע הצעה כל שהיא לשיפור ספר זה.

דניאל שמיר

כל הזכויות שמורות

## ה ת ו כ ן

24 מבחנים במכניקה . . . . . 1
16 מבחנים בחשמל . . . . . 25
30 מבחנים במכניקה ובחשמל . . . . . 41
40 מבחנים מעורבים (מכניקה, חשמל, חום, אור, קול, גוזלים וגזים 71
בחינות בגרות בפיסיקה . . . . . 111
תשובות לשאלות החישוב . . . . . 322

# מבחן במכניקה מס' 1

1. מהירות הלוע של פגז מרגמה הוא 250 מטר/שנ'. באיזו זוית צריך לירות את הפגז על מנת לפגוע במטרה הנמצאת במרחק 6 ק"מ מן המרגמה ומהו זמן תעופת הפגז?

2. מהירותה של רכבת שמסתה 200 טון היא 54 ק"מ/ש' וכח הבלמים 10 טון כח. א) חשב במשך כמה זמן תעצר הרכבת ואיזו דרך תעבור בשעת הבלימה? ב) פי כמה יקטן הזמן ופי כמה הדרך אם המהירות תקטן פי 2? ג) כנ"ל אם כח הבלמים יגדל פי 2.

3. רקטה המריאה בתאוצה של 3 מטר/שנ² והדלק אזל כעבור רבע דקה. לאיזוה גובה הגיעה הרקטה וכעבור כמה זמן חזרה ארצה?

4. מהירותו של מפציץ הטס בגובה של 1280 מ' היא 630 ק"מ/ש'. חשב באיזה מרחק מהמטרה על המטילן לשחרר את הפצצות על מנת לפגוע בה ובכמה יחטיא את המטרה אם יאחר 1/4 שנית בהטלת הפצצה.

5. על שולחן אופקי חלק מונח גוף שמסתו 5 ק"ג הקשור על ידי חוט העובר מעל גלגל בקצה השולחן אל משקולת בת 400 גרם. חשב את המתיחות בחוט בשעת התנועה שתוצר וכן בשעה שנחזיק את הגוף הכבד או את המשקולת.

6. אדם הנוסע במכונית במהירות 36 ק"מ/ש' על כביש החוף מצפון לדרום רואה אניה בלב ים כאילו שטה בכיוון צפון מערב. א) מהי מהירות האניה למעשה אם ידוע שהיא שטה בדיוק מערבה? ב) מהו כיוון תנועתה של האניה אם היא נראית מתוך המכונית כאילו מהירותה 45 ק"מ/ש'?

# מבחן במכניקה מס׳ 2

1. ארגז שמשקלו 10 ק״ג נדחף על גבי מישור אופקי בעזרת חוט היוצר זוית בת 30° עם המישור האופקי. חשב מהו הכוח המינימלי הדרוש לדחיפת הארגז אם מקדם החכוך בין הארגז לבין המישור הוא 0.15.

2. גוף מונח על קרש משופע שאורכו 3.40 מטרים כשקצה אחד של הקרש נמצא בגובה 1.60 מטר מעל השני. כשנותנים לגוף דחיפה קלה — הוא יורד לאורך הקרש בלי להגדיל את מהירותו. במשך כמה שניות ירד אותו גוף לאורך כל הקרש אם יגביהו את קצהו העליון עד גובה 3 מטרים מעל הקצה התחתון?

3. גוף נדחף כלפי מעלה על גבי מישור משופע שזויתו 54°. מקדם החיכוך בין הגוף למישור 0.2. כעבור כמה זמן חזר הגוף למקום המוצא אם מהירותו ההתחלתית היתה 20 מטר/שניה?

4. שתי משקלות בגות 4 ו־6 ק״ג קשורות לקצות חוט העובר מעל גלגל והתחילו לנוע כששתי המשקלות בגובה מטר אחד מהרצפה. עד איזה גובה מעל הרצפה תגיע המשקולת הקלה בתנועה זו לכל היותר?

5. ארגז שמשקלו 20 ק״ג תלוי על שני חבלים היוצרים זויות בגות 60° ו־45° עם המישור האופקי. מהם המתחים בשני החבלים?

6. ממגדל שגובהו 45 מ׳ נזרקו בבת אחת שני גופים במהירות התחלתית של 30 מ׳/שנ׳ — האחד אופקית והשני במאונך כלפי מעלה. א) באיזה גובה נמצא הגוף השני ברגע בו הראשון פוגע בארץ? ב) מהי מהירות הפגיעה של שני הגופים בארץ (גודל וכיוון)? ג) כעבור כמה שניות פוגע הגוף השני בארץ ועד איזה גובה מפני הארץ הגיע?

# מבחן במכניקה מס׳ 4

1. משקלו של כדור רובה 20 גרם ומהירותו 400 מ׳/שנ׳. כמה חום נוצר בשעה שכדור זה נתקע בשריון של טנק ובכמה מעלות תעלה הטמפרטורה של הכדור בהנחה שהוא קולט 30% מכמות החום הנוצרת אם החום הסגולי של חומר הכדור הוא 0.1?

2. כדור עץ שמשקלו ק״ג אחד תלוי על חוט שארכו 1.5 מטר. כדור אקדח שמסתו 15 גרם ומהירותו 300 מ׳/שנ׳ נורה אופקית לתוך כדור העץ וחדר דרכו. מה היתה מהירות כדור האקדח אחר שעבר דרך כדור העץ אם זה עלה לגובה 90 ס״מ אחר הפגיעה.

3. על מישור משופע חלק מונח גוף הקשור בעזרת חוט העובר מעל גלגל בראש המישור המשופע אל גוף שני התלוי על החוט באופן חפשי. הוכח את חוק שמור האנרגיות המכניות במקרה זה.

4. מהירות הלוע של כדור אקדח היא 150 מ׳/שנ׳. א) מהו המרחק המכסימלי אליו יוכל להגיע כדור שנורה מאקדח זה? ב) לאיזה גובה יגיע הכדור במקרה זה? ג) באיזו זוית הגבהה צריך לירות באקדח זה על מנת לפגוע במטרה במרחק 200 מ׳ ממקום היריה?

5. משקלה של מכונית 1.5 טון. מכונית זו עולה על גבי מישור משופע ששיפועו 8% כשהחיכוך בינה לבין הכביש 0.03 ממשקלה ומגיעה כעבור 5 שניות למהירות 36 ק״מ/ש׳. לאחר מכן היא ממשיכה לנסוע על אותו מישור במהירות קצובה. שרטט תיאור גרפי של הספק מנוע המכונית כפונקצית הזמן במשך 10 השניות הראשונות לתנועתה.

6. ארגז שמשקלו 20 ק״ג מונח על גבי הרצפה. מתחילים למשוך את הארגז בתאוצה קבועה בעזרת חבל היוצר זוית בת 60° עם הרצפה וכתוצאה מכך עובר הארגז במשך 2 שניות דרך של 2 מטרים. מהי המתיחות בחבל אם מקדם החיכוך בין הארגז לבין הרצפה הוא 0.5?

# מבחן במכניקה מס׳ 5

1. הוכח את חוק שמור האנרגיה במקרה של תנועת המשקלות עם הגירום ובלעדיו במכונת אטוד.

2. משאית שמשקלה 8 טון מתחילה לעלות בכביש משופע ששיפועו 1:20 לאורך דרך שאורכה 200 מ׳ ומגיעה לבסוף למהירות של 45 ק״מ/ש׳. א) חשב את ההספק התועלתי הממוצע של המנוע אם מקדם החיכוך 0.04. ב) חשב את ההספק של המנוע בסוף הדרך ובתחילתה בהנחה שהתנועה היתה תנועה שוות תאוצה. ג) איזו עבודה נעבדה לשם התגברות על כוח הכובד, איזו לשם התגברות על החיכוך ואיזו לשם התגברות על ההתמדה?

3. משקולת עופרת שמשקלה 300 גרם תלויה על חוט שאורכו 80 ס״מ כך שהיא נוגעת במשקולת שניה בת 200 גרם המונחת בקצה השולחן. המשקולת הראשונה הוסטה הצידה כך שהחוט היה אופקי ונעזבה. ברדתה היא פגעה במשקולת השניה שהופלה מן השולחן שגובהו 80 ס״מ. חשב: א) עד לאיזה מרחק מהשולחן נזרקת המשקולת השניה? ב) עד לאיזה גובה התרוממה המשקולת הראשונה אחרי הפגיעה?

4. גוף נפל מגובה 27 מטר על רצפת בטון — גרתע ממנה ונפל שוב, גרתע שוב וכו׳. מהירות הרתיעה אחר כל פגיעה קטנה ב־20% ממהירות הפגיעה ברצפה. חשב את זמן התנועה של הגוף עד אשר ינוח על האדמה ואת הדרך הכללית שעבר בכל ניתוריו.

5. מישור משופע שזוויתו 20° מחובר בקצהו העליון למישור אופקי ובמקום החיבור נמצא גלגל חסר חיכוך. חוט העובר בחריץ הגלגל קשור לשני גופים שמשקלם 5 ק״ג כל אחד ושאחד מהם מונח על המישור האופקי במרחק 3 מטר מהגלגל והשני נמצא על המישור המשופע שאורכו מטר אחד ליד הגלגל. חשב כעבור כמה זמן יפגע הגוף הראשון בגלגל.

6. מהירותה של סירת מנוע במים עומדים 34 ק״מ/ש׳, ומהירות הזרם בנהר 16 ק״מ/ש׳. א) במשך כמה זמן אפשר להצות בסירה זו את הנהר אם רוחבו 1700 מטר ובאיזה כיוון צריך לשוט על מנת שהצליחה תדרוש זמן מינימלי. ב) באיזה כיוון צריך לשוט על מנת שהסירה תצלח את הנהר בכיוון מאונך לגדותיו וכמה זמן יהיה דרוש לה במקרה זה?

# מבחן במכניקה מס׳ 6

1. סירת משוטים מסוגלת לנסוע במהירות של 13 ק״מ/ש׳ במים עומדים. בסירה זו יש לחצות נהר שרחבו 120 מ׳ בכיוון מאונך לגדותיו, כשמהירות הזרם בנהר 5 ק״מ/ש׳. חשב באיזה כיוון צריכה הסירה לנסוע וכעבור כמה זמן תגיע לגדה השניה.

2. אדם נוסע במכונית במהירות 45 ק״מ/ש׳ ממזרח למערב לאורך שפתו של אגם ורואה סירת מפרש על האגם השטה כביכול בכיוון צפון מזרח במהירות 30 ק״מ/ש. חשב את המהירות האמיתית של הסירה.

3. רקטה המריאה בתאוצה של 2 מ׳/שני׳ והדלק שלה הספיק לה למשך חצי דקה. א) לאיזה גובה הגיעה הרקטה? ב) אחר כמה שניות נפלה חזרה ארצה? ג) באיזו מהירות חזרה ארצה?

4. מהירותו של מפציץ 720 ק״מ/ש׳ וגובה טיסתו 1125 מ׳. א) חשב באיזה מרחק מהמטרה על המפציץ להטיל את פצצותיו על מנת לפגוע בה ובכמה יחטיא את מטרתו אם המטילן יאחר שניה בהטלת הפצצה. ב) כיצד תשפיע טעות של 10% בקביעת הגובה או מהירות הטיסה על דיוק הקליעה?

5. על שולחן אופקי חלק מונח גוף שמסתו 6 ק״ג הקשור על ידי חוט העובר מעל גלגל בקצה השולחן אל משקולת בת 400 גרם. א) חשב את המתיחות בחוט בשעת התנועה שתיוצר וכן בשעה שנחזיק את הגוף הכבד או את המשקולת. ב) חשב את העבודה שתיעבד על ידי כח הכבד בשעה שהמשקולת תרד לאורך דרך של מטר אחד.

6. מהירות הלוע של פגז מרגמה הוא 260 מטר/שניה. באיזו זוית גובה צריך לירות על מנת שהפגז יפגע במטרה הנמצאת 4.8 ק״מ מהמרגמה ומהו זמן תעופת הפגז?

# מבחן במכניקה מס' 7

1. ארגז שמשקלו 10 ק"ג מונח על גבי מישור אופקי. מהו הכוח המינימלי הדרוש לגרירת הארגז על המישור בעזרת חבל היוצר זוית בת 30° עם המישור האופקי אם מקדם החיכוך בין הארגז לבין המישור 0.2?

2. אורכו של קרש 5 מטרים. כשמרימים קצה אחד של הקרש לגובה 3 מטרים מעל הקצה השני ונותנים לגוף המונח על הקרש דחיפה קלה — הגוף מתחלק בתנועה קצובה לאורך הקרש. חשב במשך כמה זמן יתחלק אותו גוף לאורך כל הקרש אם יגביהו את קצהו לגובה 4 מטרים מעל קצהו הראשון?

3. עגלה קלה נדחפה והחלה לעלות על מישור משופע שזויתו 37° במהירות התחלתית של 15 מ'/שנ'. כעבור כמה שניות חזרה העגלה למקום המוצא אם מקדם החיכוך בין העגלה למישור 0.15?

4. שתי משקלות בגות 3 ו־5 ק"ג קשורות לקצות חוט העובר מעל גלגל. התנועה החלה כשהמשקולת הכבדה יותר בגובה מטר אחד מעל לרצפה והמשקולת הקלה בגובה 1/2 מטר מעל לרצפה. עד לאיזה גובה מעל לרצפה תגיע המשקולת הקלה לכל היותר בתנועה זו?

5. לוין מלאכותי מקיף את השמש במסלול מעגלי שמחוגו מחצית מחוג מסלול כדור הארץ. א) חשב את התקופה של לוין זה. ב) חשב את מחוג המסלול של לוין כזה אם תקופתו חצי שנה.

6. שלושה כוחות בני 8 ק"ג, 17 ק"ג ו־15 ק"ג פועלים על גוף אחד הנשאר במנוחה. מה היא הזוית בין שני הכוחות הגדולים ביותר?

# מבחן במכניקה מס' 8

1. כדור אקדח שמשקלו 30 גרם ומהירותו 200 מ'/שנ' נתקע בשק חול. כמה חום נוצר בשעה שהכדור נעצר בשק ובכמה מעלות תעלה טמפרטורת הכדור אם הוא קולט 40% מהחום הנוצר וחומו הסגולי 0.03 ?

2. גוש עץ שמשקלו 0.5 ק"ג תלוי על חוט שארכו 2 מ' בדור רובה שמסתו 20 גרם חדר אופקית דרך גוש העץ וכתוצאה מכך ירדה מהירותו מ־450 מ'/שנ' עד 400 מ'/שנ'. עד איזה גובה תתרומם גוש העץ כתוצאה מפגיעה זו ?

3. גוף מונח על מישור אופקי חלק שבקצהו מישור משופע חלק. הגוף המונח על המישור האופקי נמשך בעזרת חוט העובר מעל גלגל חסר חיכוך במקום החיבור של שני המישורים ע"י גוף שני המונח על המישור המשופע. הוכח את חוק שמור האנרגיות המכניות במקרה זה.

4. גוף נפל מגובה 245 מטרים ושתי שניות אחריו נפל מאותו גובה גוף שני. חשב את המהירות בה יפגע הגוף הראשון בקרקע ואת הגובה בו ימצא הגוף השני ברגע שהראשון יגיע לארץ.

5. משקל קרונית חול הוא 2.5 טון וקרונית זו נמשכת באמצעות כבל על ידי מנוע על המסילה ששיפועה 30°. שרטט תאור גרפי של הספק המנוע כפונקציה של הזמן במשך 8 השניות הראשונות אם הקרונית מגיעה אחר 4 שניות למהריות 9 ק"מ/ש' וממשיכה אח"כ לעלות במהירות קבועה.

6. ארגז שמשקלו 20 ק"ג נדחף על גבי הרצפה בכח היוצר זוית בת 30° עם האופק כלפי מטה. מקדם החיכוך בין הארגז לרצפה הוא 0.6 והארגז עבר במשך 3 השניות הראשונות דרך של 3 מטרים. מה היה שעור הכח הדוחף ?

# מבחן במכניקה מס׳ 9

1. אבן נזרקה כלפי מעלה מראש צוק במהירות של 35 מ׳/שנ׳. א) לאיזה גובה מכסימלי תגיע? ב) כמה זמן תמשך עליתה? ג) אחר כמה שניות תפגע בארץ. אם גובה הצוק 40 מ׳? ד) באיזו מהירות תפגע בארץ?

2. גלגל בעל חריץ סביב היקפו מונח על גבי חבל הקשור בקצהו לוו בתקרה. חלקו השני של החבל עובר מעל גלגל קבוע תמתח על ידי משקולת בת 8 ק״ג. חשב את תאוצת המשקלות ואת המתיחות בחבל בשעת התנועה. אם חלקי החבל החפשיים מאונכים לקרקע ולגלגל הנע קשורה משקולת בת 10 ק״ג.

3. שני כדורים שווים קשורים על ידי חוט שאורכו מטר אחד ומונחים על שלחן חלק שגובהו מעל לרצפה 70 ס״מ. כדור אחד מונח בקצה השולחן והשני במרחק ½ מ׳ מן הקצה. הכדור הראשון נפל מן השולחן ומשך אחריו את השני. חשב באיזה מרחק מקצה השולחן יפגע הכדור השני בארץ.

4. משקלו של גליל ברזל ליישור דשא הוא 50 ק״ג וקוטרו 30 ס״מ. גליל זה מונח בקצה הכביש ליד המדרכה שגובהה מעל הכביש 10 ס״מ. א) באיזה כח צריך למשוך את הגליל אופקית על מנת להעלותו על המדרכה? ב) באיזו זוית כדאי למשכו על מנת שיהא קל ביותר להעלותו על המדרכה ומה יהיה אז כח המשיכה?

5. קפיץ עמוס משקולת בת 50 גרם מתנודד 480 תנודות במשך 3 דקות. המשקולת מתנודדת לאורך דרך של 30 ס״מ. חשב: א) את מהירותה המכסימלית. ב) את תאוצתה המכסימלית. ג) את האנרגיה של הקפיץ. ד) את הכח המכוון של הקפיץ.

6. אדם שמשקלו 75 ק״ג עבר בטיול במישור החוף דרך של 40 ק״מ במשך 8 שעות. אורך כל צעד היה ⅔ מ׳ ובכל צעד הרים את מרכז כבדו ב־2 ס״מ. א) איזו עבודה עבד בשעת הטיול (בקגכ״מ)? ב) מה היה הספקו בכוחות סוס? ג) מה מספר הקלוריות הנוספות שהיה דרוש לו ביום הטיול בהשואה ליום מנוחה פיסית בבית?

# מבחן במכניקה מס׳ 10

1. אדם מסוגל להשיט סירה במהירות 3.25 מ׳/שנ׳ במים עומדים. כמה זמן יהיה דרוש לו על מנת: א) לחצות נהר שרוחבו 600 מ׳ בכוון מאונך לחופיו אם מהירות הזרם בנהר היא 1.25 מ׳/שנ׳? ב) לחתור עד נקודה הנמצאת 600 מ׳ במעלה הנהר וחזרה?

2. בבית הרושת משתמשים במעלית בצורת שתי קרוניות בעלות משקל של 100 ק״ג כל אחת הקשורות זו לזו בעזרת שרשרת העוברת בראש המסילות המשופעות (ששפועו 1:3) סביב גלגל המונע על ידי מנוע. בשעה שקרונית עמוסה מטען של 500 ק״ג עולה במסילה האחת לגובה 12 מ׳ יורדת הקרונית השניה במסילתה. חשב את הספק המנוע אם מהירות הקרוניות היא 0.45 מ׳/שנ׳.

3. מונית שמשקלה טון הנוסעת במהירות 60 ק״מ/ש׳ מתנגשת בהצטלבות דרכים ישרת זוית עם משאית אשר משקלה 3 טון ומהי־רותה 45 ק״מ/ש׳. חשב את המהירות המשותפת של המכוניות אחר ההתנגשות (גדל וכוון) ואת הדרך בה תנענה יחד, אם מקדם החיכוך בין המכוניות לבין הכביש הוא 1.2.

4. ארגז שגבהו 60 ס״מ ומימדי בסיסו 80 ס״מ ו־100 ס״מ מונח על גבי הרצפה. משקל הארגז 50 ק״ג ומקדם החיכוך בינו לבין הרצפה 0.2. א) האם אפשר להפוך ארגז זה על ידי הפעלת כח מקביל לרצפה? ב) איזה כח מינימלי דרוש לשם הפוך הארגז על ידי כח מאונך לרצפה?

5. מנוע חשמלי מסובב גלגל תנופה 240 סבובים לדקה. כאשר מפסיקים את הזרם מסתובב הגלגל עוד 480 סבובים עד שהוא נעצר. חשב: א) כמה זמן המשיך גלגל התנופה להסתובב? ב) מה היה מומנט ההתמדה של הגלגל אם הכח העוצר היה בעל מומנט של 10 ניוטון × מטר? ג) מה היתה האנרגיה של הגלגל ברגע הפסקת הזרם?

6. מהירותו של גוף הנע בתנועה הרמונית פשוטה היא 5 ס״מ/שנ׳ במרחק 2 ס״מ ממרכז התנועה ו־4 ס״מ/שנ׳ במרחק 3 ס״מ ממרכז התנועה. חשב: א) את מחזור התנועה. ב) את משרעת התנודה.

# מבחן במכניקה מס׳ 11

1. כדור מתחיל להחליק לאורך מישור משופע חלק שאורכו 1.25 מ׳, שפועו 30°, ואשר קצהו התחתון נמצא בקצה שולחן שגובהו 93.5 ס״מ. חשב כעבור כמה זמן מהתחלת התנועה יפגע הכדור בארץ, באיזה מרחק מהשולחן יפגע ובאיזו מהירות יגיע ארצה.

2. משקולת בת 50 ק״ג תלויה על שני חבלים אשר קשורים לווים בתקרה. אורכי החבלים 1.5 מ׳ ו־2 מ׳ והמרחק בין הווים 2.5 מ׳. א) מהי המתיחות בכל אחד מהחבלים? ב) כיצד תשתנה המתיחות בחבל הארוך ברגע בו יקרע החבל הקצר?

3. מקדם חכוך הגרירה בין פלדה לפלדה הוא 0.3 ומקדם חכוך הגלילה 0.05. חשב את התאוצה שתוכל להווצר על ידי קטר בעל מנוע חזק מאוד, ומהי זוית העליה המכסימלית של המסילה בה יוכל קטר זה לעלות.

4. גוף יורד לאורך מישור משופע חלק ששפועו 60° ואורכו מטר אחד. המישור המשופע נמצא על גבי שולחן עץ בלתי גמיש. חשב איזו דרך יעבור הגוף על גבי השולחן אם מקדם החיכוך בינו לבין השולחן הוא ½.

5. סביב גליל עץ בעל קוטר 30 ס״מ שמשקלו 25 ק״ג ואשר מסוגל להסתובב סביב צירו כרוך חבל ובקצה החבל דלי שמשקלו 2 ק״ג. חשב באיזו תאוצה ירד הדלי (הזנח את החיכוך) ומה תהיה המתיחות בחבל. כיצד היה משתנה החישוב אילו קוטר הגליל הוכפל?

6. משקולת קטנה קשורה בעזרת חוט חסר משקל אל מסמר קבוע ונעה במסלול מעגלי במישור מאונך לקרקע. מצא נוסחה למתיחות בחוט ברגע בו הוא יוצר זוית בת α° עם האנך. מצא כמו כן מה צריכה להיות המהירות בנקודה הנמוכה ביותר של המסילה על מנת שהחוט יתרוסס לפני שהמשקולת תגיע לנקודת השיא של תנועתה.

# מבחן במכניקה מס' 12

1. כשמפעילים את מעצורי הרכבת יורדת מהירותה מ־90 ק"מ/ש' עד 36 ק"מ/ש' תוך 10 שניות. חשב: א) את תאוצת הרכבת. ב) את הדרך שעברה בזמן הנ"ל. ג) את הזמן שהיה דרוש אילו רצו לעצור את הרכבת כליל. ד) את המרחק שהיתה עוברת עד שהיתה נעצרת.

2. יורים כדור מתוך רובה זעיר במהירות לוע של 150 מ'/שנ' לתוך צנור ארוך שקוטרו 5 מ'. מהי זוית ההגבהה המכסימלית המותרת על מנת שהכדור לא יפגע בגג הצינור?

3. המרחק בין גלגלי משאית הוא 2 מ' וגובה מרכז הכובד שלה מעל הכביש 1 מ'. מקדם חיכוך הגרירה בין הצמיגים לבין כביש יבש הוא 1.2, ולבין כביש רטוב הוא 0.7. רשום מה יקרה אם נהג בלתי זהיר ינסה לנסוע במשאית זו בסיבוב חד שמחוגו 20 מ' במהירות 54 ק"מ/ש' א) בכביש יבש ב) בכביש רטוב. חשב את המהירות המכסימלית המותרת בכל פעם.

4. גוש עץ שמשקלו 10 ק"ג תלוי על גבי חבל דק המסוגל לשאת משא של 10.5 ק"ג לכל היותר, ואשר אורכו 1 מ'. יורים כדור אקדח שמסתו 20 גרם ומהירותו 200 מ'/שנ' אופקית לתוך גוש העץ. א) האם יקרע החבל? ב) כמה חום יווצר בשעה שהכדור ננעץ בגוש העץ?

5. סביב גלגל מלא בעל משקל של 1 ק"ג כרוך חבל מספר רב של כריכות וקצה החבל קשור לוו בתקרה. חשב: א) את המתיחות בחבל כשיעזבו את הגלגל. ב) את הזמן שיהיה דרוש לגלגל על מנת ליפול לעומק 0.3 מ'.

6. קרש מתנודד אופקית במשרעת של 10 ס"מ בתדירות של ¼ תנודה בשניה. מטבע המונח על הקרש מתנודד יחד אתו. אך כל הגברה של התנועה גורמת להחלקתו. חשב את מקדם החיכוך בין המטבע לבין הקרש.

# מבחן במכניקה מס׳ 13

1. מפציץ טס בגובה 720 מ׳ במהירות 720 ק״מ/ש׳. באיזו זוית לגבי האנך יש לקבוע את משקפת כוונת המטילן על מנת שפצצה שתוטל על ידי המטילן ברגע שיראה את המטרה דרך המש־קפת תפגע במטרה.

2. משקולת בת 50 גרם מונחת על גבי שולחן חלק ונמשכת בעזרת חוט אופקי העובר מעל גלגל חסר חיכוך בקצה השולחן על ידי משקולת שניה בת 50 ג׳ התלויה על החוט. המשקולת הראשונה גוררת אחריה בעזרת חוט שני משקולת בת 100 ג׳. חשב את המתי־חויות בשני החוטים.

3. מכונת יריה יורה 400 כדורים לדקה. מסת כל כדור 25 ג׳ ומהירותו 350 מ׳/שנ׳. מצא באיזה כח לוחצת מכונת היריה על הכן בשעת הפעולה.

4. גלגלת דיפרנציאלית בנויה משני גלגלי שנים בעלי מחוגים של 15 ו־12 ס״מ המבורגים זה אל זה ומסתובבים יחד על גבי אותו ציר. חשב: א) את היתרון המכני של הגלגלת (מותר להזניח את החיכוך) ב) את המהירות בה עולה משקולת אם מושכים בשרשרת במהירות של 1 מ׳/שנ׳ ג) את המשקולת המכסימלית שאפשר להרים במהירות זו אם משתמשים לשם הרמה במנוע שהספקו ½ כח־סוס.

5. סרגל יכול להסתובב סביב ציר הנמצא בקצהו האחד. מעמי־דים את הסרגל במצב שווי משקל רופף. באיזו מהירות זוויתית יעבור את מצב שווי המשקל היציב שלו אם יתחיל לנוע בהשפעת רעידת קלה מקרית ואורכו 15 ס״מ.

6. לקצהו של קפיץ התלוי על מסמר הולחמה כף קלה. כשהניחו משקולת בת 50 ג׳ על הכף התארך הקפיץ ב־2 ס״מ. חשב מהו מרחק התנודה המכסימלי בו המשקולת לא תנתק מעל הכף.

# מבחן במכניקה מס׳ 14

1. מטוטלת שאורכה 60 ס״מ הוסטה ממצב מנוחתה ביוית בת 15°. חשב את זמן תנודתה ואת מהירותה המכסימלית.

2. כדור ברזל שמשקלו 5 ק״ג נדחף כלפי מעלה ע״ג מישור משופע שזויתו 30°. מקדם החיכוך בין הכדור לבין המישיר 0.2. הכדור הגיע ע״ג המישור למרחק 5 מ׳ והתגלגל חזרה. חשב: א) את המהירות ההתחלתית שנתנה לכדור, ב) את מהירותו כשחזר לנקודת המוצא, ג) את זמן תנועתו (הלוך וחזור).

3. ירו כדור רובה שמסתו 25 ג׳ לתוך ארגז חול שמשקלו 20 ק״ג אשר היה תלוי על שרשרת שאורכה 4 מ׳. אחר הפגיעה נע הארגז עד למרחק אופקי של ½ מ׳, חשב את מהירות הלוע של כדור הרובה.

4. ילד מסובב אבן שמשקלה ½ ק״ג הקשורה לחוט שאורכו ½ מ׳ במעגל אנכי בתדירות של 2 סבובים לשניה. חשב את המ־תיחות הגדולה ביותר ואת הקטנה ביותר בחוט בשעת הסיבוב.

5. רוצים לבנות ירח מלאכותי שמסתו 2000 טון שיקיף את כדור הארץ במרחק 100 ק״מ מפני הארץ (מחוג הארץ 6400 ק״מ). א) מה צריכה להיות מהירות הירח? ב) כמה פעמים ביממה יקיף את הארץ? ג) מה תהיה תאוצת הנפילה על ירח זה, אם קוטרו 20 מ׳?

6. חשב פי כמה מסת השמש גדולה ממסת הארץ לפי הנתונים הבאים: א) תקופת הלבנה 28 יממות, ב) תקופת הארץ 365 יממות, ג) מרחק הלבנה מן הארץ 400,000 ק״מ, ד) מרחק הארץ מן השמש 150,000,000 ק״מ.

# מבחן במכניקה מס׳ 15

1. מניחים פסי רכבת במסילה עגולה שמחוגה 250 מ׳ כך שרכבות תוכלנה לעבור עליהם במהירות של 54 ק״מ/ש׳. בכמה יש להגביה את הפס החיצוני מעל הפנימי אם המרחק בין הפסים 150 ס״מ?

2. הספק המנוע של משאבת מים הוא 2 ק״וו. חשב כמה מים יכולה משאבה זו לשאוב בכל דקה מבאר שעומקה 45 מ׳ אם נצילות המשאבה 70%.

3. משקולת בת 50 ג׳ האריכה קפיץ דק ב־4 ס״מ. מה יהיה זמן התנודה של משקולת בת 150 ג׳ אם תתלה על קפיץ זה?

4. במכונת אטוד כל אחת מן המשקלות הכבדות היא בת 500 ג׳ וכגירום השתמשו בשתי משקלות בנות 25 ג׳ כל אחת. אחר שהמשקלות נעו מרחק 105 ס״מ נפלה אחת המשקלות המשמשות גירום והמכונה המשיכה לנוע במשך 2.05 שניות. מה היה אורך הדרך שעברו המשקלות בסה״כ?

5. כדור נמצא בקצהו של גג שטוח שאורכו 20 מ׳ וגובהו מעל הארץ 30 מ׳. הכדור מואץ עד אמצע הגג בתאוצה של 10 ס״מ/שנ׳ ומשם ועד קצהו השני של הגג הוא ממשיך את דרכו בלי תאוצה עד נפלו מן הגג. לאחר כמה זמן מהתחלת התנועה מגיע הכדור ארצה ובאיזה מרחק מן הבית?

6. תאר את תנועת המטוטלת המתימטית על פי חוק שימור האנרגיה ותאר כיצד אפשר למדוד את תאוצת הנפילה החופשית לפי ניסוי במטוטלת.

# מבחן במכניקה מס׳ 16

1. שני גופים בלתי גמישים נעים זה לקראת זה במהירות של 20 מ׳/שנ׳ ומתנגשים. משקלי הגופים 500 ק״ג ו־2000 ק״ג. א) מהי מהירות הגופים אחר ההתנגשות? ב) מהו אורך הדרך שיעברו הגופים אחר ההתנגשות אם כח החיכוך הוא בן 500 קג״כ?

2. כדור פלדה נופל מגובה 1.25 מ׳ על הרצפה, חוזר כלפי מעלה, נופל שוב, חוזר שוב כלפי מעלה, וכו׳. מהירות העליה אחר כל נפילה קטנה ב־10% ממהירות הפגיעה ברצפה לפני עליה זו. חשב את הזמנים בין ארבעת הפגיעות הראשונות, ואת הגבהים אליהם יגיע הכדור בשלושת העליות הראשונות.

3. א) הגדר את המושגים: „עבודה מכנית״ ו־„הספק מכני״. ב) קטר בעל הספק של 1700 כוחות סוס מניע רכבת שמשקלה 500 טון. חשב את המהירות המכסימלית בה תוכל רכבת זו לעלות במסילת העולה 50 מ׳ על כל ק״מ, אם הכוחות המתנגדים לתנועת הרכבת שוים ל־0.01 ממשקל הרכבת.

4. א) הגדר את המושג: „כח צנטרופטלי״ והוכח את הנוסחה לחישובו. ב) חשב את המהירות של כל נקודה על קו המשוה בגלל סיבוב כדור הארץ סביב צירו. ג) איזה חלק ממשקלו של כל גוף על קו המשוה מתבטל על ידי כח התנופה בגלל סיבוב כדור הארץ?

5. רכבת נסעה במהירות 45 ק״מ/ש׳ כשנהג הקטר הבחין במכונית עומדת על הפסים במרחק 100 מ׳ לפני הרכבת. הנהג הצליח לעצור את הרכבת תוך 5 שניות. חשב את תאוצת הרכבת וקבע אם פגעה במכונית.

6. אורך מסלול ההמראה בשדה תעופה הוא 800 מ׳ ואוירון יכול להמריא אך ורק אם מהירותו לפחות 360 ק״מ/ש׳. מה צריכה להיות תאוצת האוירון על מנת שיוכל להמריא משדה תעופה זה?

# מבחן במכניקה מס' 17

1. ארגז שמשקלו 50 ק"ג מונח על גבי הרצפה. מהו הכח המינימלי הדרוש למשיכת הארגז אם כוון המשיכה יוצר זוית בת °30 עם הכוון האופקי ומקדם החיכוך הוא 0.05?

2. גוף מחליק על פני מישור משופע חלק שזויתו °20 לכל אורכו במשך 3 שניות. חשב את אורך המישור ואת המהירות הסופית של הגוף, וכן את הכח שהיה דרוש על מנת לעוצרו במשך 0.1 שניה אם מסת הגוף 50 ג'.

3. א) חשב את תאוצת הנפילה על פני הלבנה על פי: מסת הלבנה קטנה ממסת הארץ פי 80 ומחוגה קטן פי 4 ממחוג הארץ.
ב) מה יהיה אורך מטוטלת שניה על פני הלבנה?

4. א) הספק המנוע של מנוף הוא 40 כוחות סוס. חשב באיזו מהירות יכול מנוף זה להרים משא של 6 טון אם נצילותו 80%.
ב) פטיש מכני שמשקלו 8 טון הורם לגובה 3 מטר והופל על כלונס שמשקלו 7 טון. כתוצאה מכך הוכנס הכלונס $1/2$ מ' לתוך האדמה. חשב איזה כח קבוע היה דרוש על מנת לבצע אותה עבודה?

5. קטר שמשקלו 80 טון ואשר נסע במהירות 36 ק"מ/ש' פגע במשאית שמשקלה 20 טון וגררה לפניו. חשב את מהירות הקטר אחר ההתנגשות יאת אחוז האנרגיה הקינטית שאבדה בשעת ההתנגשות.

6. מסובבים משקולת התלויה על חוט במעגל כך שהחוט עובר על פני מעטפת חרוט. חשב את הזמן הדרוש למשקולת על מנת להשלים סיבוב אחד ותוכח שזמן זה תלוי בגובה החרוט ובתאוצת הנפילה בלבד.

# מבחן במכניקה מס׳ 18

1. מהו ההבדל בין מסה לבין משקל של גוף? כיצד משפיעים על מסה ועל המשקל שנוי של א) הרוחב הגיאוגרפי, ב) האורך הגיאוגרפי, ג) הגובה מעל פני הים?

2. מראש מגדל נזרק גוף כלפי מעלה. כשהגוף עובר בנקודת הנמצאת × מ׳ מתחת לראש המגדל מהירותו גדולה פי 2 מאשר ברגע בו עבר בנקודה הנמצאת × מ׳ מעל ראש המגדל. בטא את הגובה המכסימלי של הגוף מעל ראש המגדל בעזרת × בלבד.

3. שני גופים נעים על מעגל אחד באותו כיוון ובאותה מהירות. הוכח שהמהירות היחסית של אחד הגופים ביחס לשני מאונכת תמיד לקטע המקשר גופים אלה וחשב את המהירות הסיבובית היחסית של גוף אחד ביחס לשני בעזרת מהירות הגופים ומחוג המעגל בלבד.

4. עפיפון שמשקלו 200 ג׳ מתעופף בגיבה 50 מ׳ מעל הקרקע כשהוא קשור לחוט שאורכו 110 מ׳. המתח בחוט נמדד בעזרת מאזני קפיץ ונמצא שהוא 150 ג׳. חשב את שעור כח הרוח הפועל על העפיפון ואת כיוונו.

5. רכבת שמשקל קרונותיה 300 טון נמשכת על ידי שני קטרים שמשקל כל אחד מהם 75 טון לאורך מסילה העולה בשפוע של 1:200 בתאוצה של 10 ס״מ/שנ״². השב את ההספק של כל קטר ברגע שמ־הירותם 36 ק״מ/ש׳ ואת המתחים בשרשראות המקשרות את הקטרים זה לזה וכן לרכבת. אם החיכוך הוא בשעור 10 ק״ג לכל טון והקטרים הם בעלי הספק שוה.

6. משקולת בת 150 ק״ג מורמת על ידי מנוף לגובה 6 מ׳ ומופלת משם על כלונס שמשקלו 750 ק״ג. חשב את התנגדות הקרקע לחדירת הכלונס אם אין המשקולת נרתעת אחר הפגיעה וכל מכה מכניסה את הכלונס 25 ס״מ נוספים לתוך הקרקע.

# מבחן במכניקה מס׳ 19

1. א) נסח את חוק הגרביטציה של ניוטון והסבר בקיצור כיצד ניוטון בדק את אמיתותו. ב) כדור בעל מסה 20 ק״ג מושך כדור שני בעל מסה 150 ק״ג בכח של 0.25 מיליגרם־כח כשהמרחק בין מרכזי הכדורים 30 ס״מ. חשב לפי נתונים אלה את הצפיפות הממוצעת של כדור הארץ בהנחה שמחוג כדור הארץ הוא 6000 ק״מ.

2. רוכב אופנים נע במהירות 15 ק״מ/ש׳ צפונה. רוח שכיוונה בין צפון למזרח ומהירותה 9 ק״מ/ש׳ נראית לרוכב כאילו באה מכיוון °15 מזרחית מצפון. חשב את הכיוון האמיתי של הרוח וכיצד תראה לרוכב בשעה שיתחזור באותה דרך באותה מהירות.

3. לציר מחוג השניות של שעון מחובר גלגל שניים בעל 12 שניים אשר מסובב גלגל שני בעל 72 שניים. אל ציר הגלגל השני מחובר גלגל בעל 8 שניים אשר מסובב גלגל הקשור אל ציר מחוג הדקות. מה מספר השניים של הגלגל האחרון?

4. משקולת בת 250 ג׳ מונחת על גבי שולחן חלק וקשורה על ידי חוט לא מתוח אל משקולת שניה בת 150 ג׳ המונחת מתחת לקצה השולחן. דוחפים את המשקולת הראשונה כך שמהירותה 2.5 מ׳/שנ׳. חשב את הדחיפה שמקבלת המשקולת השניה ברגע בו החוט נמתח, ואת הגובה המכסימלי אליו תגיע.

5. גוף מונח על גבי מישור משופע ששפועו °30 ומתחלק לאורכו במהירות קבועה. כמה זמן ידרש לאותו גוף כדי להתחלק לאורך מטר אחד של אותו מישור (ממצב מנוחה) אם יגדילו את שפועו עד °60?

6. חשב את היתרון המכני ואת הנצילות של המכונות הבאות: א) מישור בעל שפוע 3:5 אם מקדם החיכוך 0.3. ב) גלגלת דיפרנציאלית שמחוגיה 12 ו־15 ס״מ אם תלית משקולת בת 5 ק״ג על כל 100 ק״ג של משא שיש להרימו מבטלת את השפעת החיכוך.

# מבחן במכניקה מס׳ 20

1. מרחק הלבנה מן הארץ 480,000 ק״מ ומרחק הלבנה 150,000,000 ק״מ. חשב את יחס המשיכות שנמשכת הלבנה אל ואל השמש אם ידוע כי מסת השמש גדולה ממסת הארץ פי 300,000.

2. טיפות מים נתזות מהיקף מטריה המסתובבת סביב ציר מאונך. אורך ההיקף 2 מ׳ ומספר הסיבובים לדקה 24. חשב את מקום פגיעת טיפות המים ברצפה אם גובה היקף המטריה מעל הרצפה הוא 1.25 מ׳.

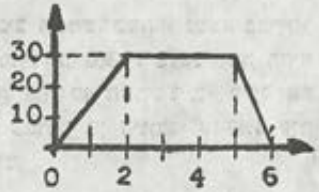
3. אדם שמשקלו 80 ק״ג מתחלק על גבי חבל התלוי באופן חופשי בתאוצה של $\frac{1}{2}$ מ/שנ׳². א) מהו המתח בחבל בשעת ההחלקה? ב) מה יהיה המתח בחבל אם יגביר את לחצו על החבל כך שינוע במהירות הקבועה של 2 מ׳/שנ׳? ג) מה יהיה המתח בחבל אם יחליש את הלחץ הראשון על החבל פי 2 ומה תהיה אז תאוצתו?

4. גוף נזרק כלפי מעלה לאורך מישור משופע חלק ועובר בנקודה הרחוקה 5.4 מ׳ מנקודת המוצא שתי פעמים בהבדל זמן של 4 שניות. כמו כן עובר אותו גוף בנקודה הרחוקה 9.6 מ׳ ממקום הזריקה שתי פעמים בהבדל זמן של 3 שניות. מצא את שפוע המישור ואת מהירות הזריקה.

5. מכונית שמהירותה 18 ק״מ/ש׳ נתנת להעצר לאורך דרך של $\frac{1}{2}$ מ׳. לאורך איזו דרך יוכל נהגה לעוצרה בשעת סכנה אם יסע במהירות של 45 ק״מ/ש׳ ותעבור $\frac{1}{4}$ שניה מרגע שהנהג יראה את הסכנה ועד שיספיק להפעיל את המעצורים?

6. חוט שאורכו 4 מ׳ ושבקצהו משקולת בת 10 ק״ג כרוך כולו סביב צירו של גלגל תנופה. עובי הציר 10 ס״מ וכאשר החוט עוזב את הציר מסתובב גלגל התנופה 6 סיבובים לשניה. חשב את מומנט ההתמדה של גלגל התנופה.

# מבחן במכניקה מס׳ 21




1. הסבר את מ־הות התנועה המתו־ארת על ידי התיאור הגרפי אם: א) על הציר האנכי מתואר מרחק בק״מ ועל ה־ציר האופקי זמן ב־שעות, ב) על הציר האנכי מתוארת מהירות בק״מ/ש׳ ועל הציר האופקי זמן בדקות.

2. מאניה השטה מזרחה במהירות 30 ק״מ/ש׳ נראית אניה שניה שמהירותה 24 ק״מ/ש׳ כאילו שטה בכיוון צפון־מערב. מצא את שני הכיוונים בהם עלולה האניה השניה לשוט למעשה.

3. במכונת אטווד משקל כל משקולת הקשורה לחוט היא 900 ג׳. אם מוסיפים 100 ג׳ בצד אחד נוצרת תנועה קצובה. מה תהיה תאוצת המשקלות אם יוסיפו עוד 200 ג׳ באותו צד כמו קודם ומה תהיה מהירות המערכת, אם המרחק שעברה כל משקולת עד שהורד הגירום היה $1/2$ מ׳.

4. גוף תלוי על גבי חוט הקשור לתקרה בתוך קרון רכבת אשר נעה תחילה בתאוצה של $1/2$ מ׳/שנ׳$^2$. אח״כ בתנועה קצובה במ־הירות של 45 ק״מ/ש׳, ולבסוף בתאוטה של 1 מ׳/שנ׳$^2$. קבע מה יהיה מצב החוט בכל אחת משלושת התנועות.

5. תיבת ברזל שבסיסה רבוע בעל צלע 10 ס״מ מונחת על גבי שולחן מחוספס. כשמפעילים כח אופקי דוחף על תיבה זו היא מחליקה על פני השולחן כל זמן שמפעילים כח זה בנקודה נמוכה מאשר 12.5 ס״מ מעל פני השולחן, והתיבה מתהפכת אם מפעילים כח זה בגובה רב יותר. חשב את מקדם החיכוך בין תיבה זו לבין השולחן.

6. סרט גומי שמשקלו 5 ג׳ מקיף גלגל שקוטרו 20 ס״מ כשהמתח בו 4 גרם־כח. חשב מהו הכח בו נלחץ סרט הגומי לכל ס״מ מהיקף הגלגל ומה צריכה להיות המהירות הסיבובית של הגלגל כדי שכח זה יעלם?

# מבחן במכניקה מס׳ 22

1. א) כוכב שביט מסתובב סביב השמש. כשהוא נמצא בפריהל המרוחק 36 דקות אור מן השמש מהירותו 360 ק״מ/שנ׳. מה תהיה מהירותו באפהל המרוחק 30 שעות אור מן השמש? ב) חשב את תקופת שבתאי אם ידוע כי מרחק שבתאי מן השמש $1.43\cdot10^9$ ק״מ ומרחק הארץ מן השמש $1.5\cdot10^8$ ק״מ.

2. מאניה הנעה במהירות 42 ק״מ/ש׳ מערבה נראית אניה שניה כאילו היא שטה בדיוק צפונה. אך כאשר האניה הראשונה משנה את מהירותה ל־24 ק״מ/ש׳ נראית האניה השניה כאילו שטה בכיוון °30 מערבית מצפון. חשב את מהירות האניה השניה.

3. רכבת הנעה בתאוצה קבועה עוברת שלוש נקודות א׳, ב׳ וג׳ במהירויות של 20, 30 ו־45 ק״מ/ש׳. המרחק בין א׳ ל־ב׳ הוא 2 ק״מ. מהו המרחק בין ב׳ ל־ג׳ ומהי התנגדות הפסים לכל טון של משקל הרכבת אם הרכבת עברה עוד ק״מ אחד עד שנעצרה אחר שהיפסיקו את פעולת המנוע בנקודה ג׳?

4. שני סולמות שאורכיהם 3 ו־4 מטר נקשרו זה אל זה בראשיהם וארגז שמשקלו 150 ק״ג נתלה בראשם המשותף. מצא את הכוחות בהם לוחצים שני הסולמות על הקרקע אם המרחק בין רגלי הסולמות 3 מטר.

5. מכונית שמשקלה 750 ק״ג מסוגלת לנסוע במהירות מכסימלית של 63 ק״מ/ש׳ על כביש אופקי ובמהירות מכסימלית של 27 ק״מ/ש׳ על גבי כביש העולה בשיפוע של 1:10. חשב את מקדם החיכוך בין הכביש למכונית ואת הספק מנועה.

6. סילון מים ששטח חתכו 2 סמ״ר ומהירות המים בו 10 מ׳/שנ׳ פוגע בטבלת מתכת א) בכיוון מאונך לה, ב) כך שהוא יוצר זוית בת °30 עם הטבלת. חשב בכל מקרה מתו הכח הפועל על הטבלת.

# מבחן במכניקה מס' 23

1. אבן נזרקה כלפי מעלה במהירות 50 מ'/שנ' ואחרי 2 שניות נזרקה מאותו מקום אבן שניה כלפי מעלה ופגעה בראשונה ברגע שזו היתה בנקודת השיא של מסלולה. מצא את המהירות בה נזרקה האבן השנית.

2. א) הוכח שאם מזניחים את השפעת החיכוך, גוף הנזרק אלכ־סונית נע במסילה פרבולית. ב) מפציץ טס במהירות 225 ק"מ/ש' בגובה 2000 מ' מעל למטרה. חשב באיזו זוית צריך להטות את משקפת המטילן מן האנך על מנת שהפצצה תפגע במטרה.

3. משקלו של כדור טניס 150 ג' והוא נע במהירות 10 מ'/שנ' כאשר פוגע בו המחבט. חשב את דחיפת הכח (אמפולס) שקיבל הכדור אם שנה את כיוון מהירותו בזוית ישרה ומהירותו גדלה פי שתים.

4. חוט שאורכו 4 מ' קשור לשתי נקודות על התקרה המרר חקות 2 מ' זו מזו. על החוט מושחלת טבעת אשר משקלה $1/2$ ק"ג ואשר נדחפת ע"י כח אופקי כך שהיא נמצאת מתחת לאחת מנקודות התליה. א) חשב את שעור הכח הדוחף ואת המתח בחוט. ב) כיצד יש לשנות את הכח הדוחף ומה יהיו המתחים בחוט אם יחליפו את הטבעת בגוף המודבק לחוט באותה נקודה והכח הדוחף יהיה מינימלי?

5. משקלו של מסך תיאטרון 300 ק"ג והוא תלוי על 120 גלגלים המרוחקים במידה שוה זה מזה על מסילה אופקית. חשב את העבודה הדרושה להזזת הוילון לצד הבמה אם רוחב הבמה 20 מ' ומקדם החיכוך 0.1. השוה עבודה זו לעבודה שהיתה דרושה להרמת המסך עד תקרת הבמה שגובהה 8 מ'.

6. רכבת מתחילה לנוע בתאוצה 0.27 מ'/שנ'$^2$ במשך 30 שניות, אח"כ היא נעה במהירות קבועה, ולבסוף בתנועה שוה פגור שתאוצתה 0.45 מ'/שנ'$^2$. חשב את זמן התנועה הקצובה ואת זמן התנועה שוה הפגור אם הרכבת עברה בסה"כ דרך של 3 ק"מ.

# מבחן במכניקה מס׳ 24

1. שני גופים נזרקו כלפי מעלה בהפרש זמן של שניה אחת ממגדל שגובהו 22.5 מ׳ במהירות של $42\frac{1}{2}$ מ׳/שנ׳. חשב א) באיזו מהירות פוגעים הגופים בקרקע. ב) באיזה גובה נמצא הגוף השני ברגע בו פוגע הראשון בקרקע. ג) מהי המהירות היחסית של הגוף הראשון ביחס לשני.

2. מצא את המהירות הרגעית של נקודה כל שהיא על היקף גלגל המתגלגל על גבי מישור אופקי בלי להתחלק במהירות קבועה. הוכח כי הגלגל נע כאילו הסתובב בכל רגע סביב נקודת המגע עם המישור.

3. שני גופים פלסטיים בעלי מסות של 0.3 ו־0.5 ק״ג מונחים במרחק 8 מ׳ זה מזה. כוחות בשעור 25 גרם־כח פועלים עליהם ודוחפים אותם זה לקראת זה. חשב כעבור כמה זמן יפגשו. מה תהיה מהירותם מיד אחר הפגישה, ואיזו דרך יעבור כל אחד מהם עד לפגישה.

4. גליל שמשקלו 1 ק״ג מונח בשקע בין מישור משופע ששפועו 1:3 לבין קיר זקוף הנמצא בקצה המישור. א) חשב את הכח בו לוחץ הגליל על המישור המשופע ועל הקיר. ב) כיצד ישתנו כחות אלה אם יניחו גליל שני השוה לראשון על המישור המשופע כך שיגע בגליל הראשון ומה יהיה הכח בו ילחץ הגליל השני על הראשון?

5. הספק מנוע מכונית הוא 20 כוחות סוס בשעה שמכונית זו עולה במהירות 54 ק״מ/ש׳ בכביש ששיפועו 1:50. חשב את משקל המכונית אם כח החיכוך הפועל עליה הוא 50 ק״ג לכל טון משקל וכן את המהירות בה יכלה לנוע על גבי כביש אופקי בהנחה שהחספק והחיכוך לא היו משתנים.

6. מטוטלת של שעון מורכבת ממוט עץ שמשקלו 200 ג׳ שתלוי בקצהו האחד וממשקולת עופרת שמשקלה 200 ג׳ התלויה בקצהו השני. א) מהו אורך המוט אם תנועתו מצד אחד לשני נמשכת $\frac{1}{2}$ שניה? ב) משקולת העופרת נפלה פעם ונתקה מעל קצה המוט. כיצד השפיע דבר זה על תנועת השעון?

# מבחן בחשמל מס׳ 1

1. במעגל זרם מחוברים בטור גלונומטר טנגנטי וולטאמטר כסף בו נפרשים 6.7 ג׳ כסף במשך 20 דקות. בגלונומטר סליל בעל 2 ליפופים שקוטרם 10 ס״מ ומחטו סטתה בזוית בת °50. חשב את המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי במקום זה.

2. א) תאר את מבנהו של אמפרמטר המתאים לזרם ישר וכן לזרם חילופין, והסבר את פעולתו. ב) כיצד אפשר לבדוק אם אמפרמטר זה מדויק? ג) האמפרמטר הנ״ל מתאים למדידת זרמים עד אמפר אחד. התוכל להתאימו למדידת זרמים עד 100 אמפר? הסבר בעזרת ציור כיצד תעשה זאת.

3. א) הגדר יחידה של עצמת זרם המבוססת על חוק ביו־סבר. ב) תיל ישר אנכי עובר בשדה מגנטי אופקי בעל עצמה של 800 ארסטד המכוון ממזרח למערב. בתיל שוטף זרם בעל עצמה של 3.5 אמפר. חשב את הכח הפועל על כל ס״מ של התיל. ג) באילו כיוונים יכול לפעול כח זה? במה תלוי הדבר?

4. א) הבחן בין כח אלקטרומניע לבין מתח הדקים. ב) הדקי תא חוברו אל אמפרמטר שהתנגדותו 0.1 אוהם ואשר הראה שעצמת הזרם 1.35 אמפר. היבור בטור של נגד נוסף בן 0.8 אוהם גרם לירידת עצמת הזרם עד מחציתה. 1) מהו הכא״מ של התא? 2) מה התנגדותו הפנימית? 3) מהו מתח הדקיו?

5. לוולטמטר שהתנגדותו 15 אוהם מצורפים בטור 3 נגדים. כשמחברים נגד אחד, שניים או שלושה נגדים מקבלים תחומי מדידה של 3, 15, 150 וולט בהתאמה. זרם בן 0.001 אמפר גורם להסחה מכסימלית של מחוג המכשיר. מהן התנגדויות שלושת הנגדים?

6. סוללה בת 12 תאים שוים הורכבה כך שהיא מפיקה את הזרם החזק ביותר דרך נגד בן 10 אוהם. הכא״מ של כל תא הוא 1 וולט והתנגדותו הפנימית 2 אוהם. חשב א) את עצמת הזרם, ב) את כמות החום שתתקבל בנגד החיצוני במשך שעת.

## מבחן בחשמל מס׳ 2

1. נורה הפועלת במתח 200 וולט ובעלת הספק של 25 וט קשורה אל רשת החשמל בעזרת תילים שהתנגדותם 4 אוהם. חשב את כמות החום שיווצר בכל שעה בתילים ומצא איזה אחוז מהוה זו מן העבודה הנצרכת באותו זמן על ידי הנורה.

2. מנוע של 4 כוחות סוס מפעיל דינמו המספק זרם למערכת נורות בעלות הספק של 15 וט כל אחת ואשר מיועדות למתח של 300 וולט. כמה נורות מן הסוג הנ״ל אפשר לחבר חיבור מקביל לדינמו אם התנגדותו הפנימית 1.5 אוהם, ואיזה אחוז מן ההספק מתבזבז בצורת חום הנוצר בתוך הדינמו?

3. כמה זמן דרוש על מנת לצפות מגש נחושת בצורת עיגול שקוטרו 30 ס״מ משני צדיו בשכבת כסף (משקל סגולי 10.5) שעוביה 0.1 מ״מ אם משתמשים בזרם שעצמתו 10 אמפר ומתחו 30 וולט? כמה עולה צפוי זה אם כל גרם כסף עולה 50 פרוטה ומחיר קו״ש 40 פר׳?

התנגדות הסליל באמפרמטר בעל סליל מסתובב 20 אוהם והוא נע בשנתה אחת כשמעבירים דרכו 0.2 מילי־אמפר. כיצד להתקין ממנו אמפרמטר בו כל שנתה מסמנת ½ אמפר, וכיצד וולטמטר בו כל שנתה מסמנת 5 וולט?

5. בטנגנס־גלונומטר אפשר להעביר את הזרם דרך 1, 10, או 50 ליפופים שקוטרם 20 ס״מ. עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי במקום המדידה 0.2 אורסטד. הסבר כיצד יש להשתמש במכשיר זה על מנת למדוד זרם שעוצמתו 0.25 אמפר וחשב מה תהיה אז זוית הסטיה של מחט הגלונומטר.

6. על תיל ישר תלוי בעזרת שני קפיצים קלים מאוד ממתכת תיל ישר באופן מקביל לתיל הראשון. הסבר מה יקרה אם נזרים זרם דרך התיל הראשון וציין על איזה חוקים מבוססת תשובתך.

# מבחן בחשמל מס׳ 8

1. תאר את מבנה הטנגנס גלונומטר ואת השימוש בו והוכח את הנוסחה הדרושה לחישוב התוצאה.

2. וולטאמטר כסף וגלונומטר טנגנטי חוברו בטור למקור זרם. ובמשך שעה אחת נתקבלו 5 ג׳ כסף. מה עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי במקום המדידה אם מספר ליפופי הגלונומטר היה 5, קוטרם 20 ס״מ וזוית הסטיה של המחט היתה °65?

3. כמה עולה הפקת טון אלומיניום (משקל אטומי 27) בדרך אלקטרוליטית אם משתמשים בזרם שמתחו 50 וולט ומחיר כל קו״ש של זרם הוא 10 פרוטות? כמה חום נוצר בשעת ההפקה?

4. בגשר ויטסטון השתמשו במקור זרם בעל כא״מ של 6 וולט והתנגדות פנימית של 2 אוהם. התנגדות גלונומטר הגשר 5 אוהם, התנגדות התיל הדק 10 אוהם ואורכו 1 מ׳. חברו התנגדות בלתי ידועה בין קצה הגשר לקצה הראשון של התיל הדק ונגד של 3 אוהם בין קצה הגשר לבין קצהו השני של התיל הדק. כשהגררה הגיעה למרחק 40 ס״מ מקצהו הראשון של התיל לא עבר זרם בגשר. מה היה גודל ההתנגדות הנמדדת? אח״כ הסירו את הנגד שהתנגדותו נמדדת בלי לשנות את שאר החיבורים. איזו עצמת זרם יראה גלונומטר הגשר?

5. מקור זרם בעל כא״מ של 12 וולט והתנגדות פנימית של ½ אוהם מספק זרם לשתי נורות בעלות התנגדות של 4.8 אוהם המחוברות חיבור מקביל. תילי ההולכה לכל נורה הם בעלי התנגדות של 0.2 אוהם. חשב: א) מהו הספק כל נורה? ב) מהי כמות החום הנוצרת בכל דקה בשתי הנורות? ג) כנ״ל לגבי תילי ההולכה. ד) כנ״ל לגבי מקור הזרם.

6. קבוצת מטילים עומדת מתחת לתיל מוליך זרם של 10 אמפר של חברת החשמל ובידיהם מצפן הנמצא 5 מ׳ מתחת לתיל. בכמה מעלות עלולה מחט המצפן לסטות מכיוונה הרגיל לכל היותר אם עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי באותו מקום היא 0.2 אורסטד?

# מבחן בחשמל מס׳ 4

1. מחט מצפן קטנה נמצאת 50 ס״מ ממזרח למוט ממוגנט שאורכו 4 ס״מ וכתוצאה מכך סוטה הקוטב הצפוני שלה בזווית בת 30° מערבה מכיוונה הקודם שהיה צפוני בדיוק. כיוון המוט היה מזרח־מערב. חשב א) את עצמת הקטבים של המוט. ב) איזה קוטב של המוט פונה אל מחט המצפן? ג) מה עצמת השדה המגניטי הנוצר על ידי המוט במרחק 100 ס״מ ממנו על משוה המוט? ידוע כי הרכיב האופקי של עצמת השדה המגנטי הארצי במקום זה הוא 0.2 אורסטד.

2. כדור מתכת שמחוגו 5 ס״מ הוטען עד כדי פוטנציאל של 9000 וולט והובא אח״כ במגע עם כדור מתכת חלול שמחוגו 10 ס״מ. כח הדחיה שפעל בין שני הכדורים כשהמרחק בין פניהם 5 ס״מ היה 0.1 דין. א) חשב את המקדם הדיאלקטרי של החומר בסביבת שני הכדורים. ב) חשב בכמה תשתנה האנרגיה של הכדורים אם יכניסו את הכדור הקטן לתוך הגדול ויניחוהו שם (התשובה באחוזים!).

3. שתי סוללות, האחת מורכבת מ־3 תאים בעלי כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 1 אוהם כל אחד, והשניה מורכבת מ־2 תאים מאותו סוג, מחוברות כל אחת לאמפרמטר שהתנגדותו 1 אוהם ומזרימות זרם דרך אותו נגד שהתנגדותו 4 אוהם. מהי עצמת הזרם שיראה כל אחד מן האמפרמטרים ומהו מתח ההדקים של כל סוללה?

4. שטח הלוחות של מצבר 0.2 מ״ר ומחציתו מכוסה שכבת עופרת שעוביה ½ מ״מ. (משקל סגולי של עופרת 11.3 ומשקלו האטומי 207). חשב כמה אמפר־שעות מכיל מצבר זה ומה האנרגיה שאפשר להפיק ממנו אם הוא בעל כא״מ של 2 וולט.

5. למקור זרם בעל כא״מ של 8 וולט והתנגדות פנימית 4 אוהם חוברו 2 נגדים בעלי התנגדות של 10 אוהם כל אחת. א) חשב את כמות החום שתיווצר בכל שעה בנגדים כשהם יחוברו חיבור מקביל, ב) כנ״ל לגבי חיבור בטור, ג) חשב את הנצילות בכל אחד מן המקרים הנ״ל.

6. זרם בן ½ אמפר זורם בסילונית בעלת 20 ליפופים שהוכנה מתיל שאורכו 10 מ׳. השוה את עצמת השדה המגנטי בסילונית לשדה המגנטי הארצי (0.2 אורסטד) ולעצמת השדה שהיה נוצר בסילונית אילו היו בה 10 ליפופים.

## מבחן בחשמל מס׳ 5

1. חשב את ההתנגדות הפנימית של מקור זרם לפי תוצאות הניסוי הבא: מקור הזרם ספק זרם לגלונומטר שהתנגדותו 40 אוהם ולתיבת התנגדויות שהתנגדותה 10 אוהם המחוברים בטור, וכן לסעיף שהתנגדותו 20 אוהם המחובר חיבור מקביל. אחר קריאת עצמת הזרם הסירו את הסעיף ונתברר שיש להגדיל את התנגדות התיבה עד 15 אוהם על מנת שהגלונומטר יראה אותה עצמת זרם כמו קודם.

2. אלמנט החימום של קומקום חשמלי הוא בן 600 וט. כמה זמן דרוש על מנת לחמם בו 2 ליטר מ־°20 עד °100 ומה עצמת הזרם אם המתח 200 וולט? מהי התנגדות אלמנט החמום וכמה עולה הרתחה זו אם מחיר קו״ש של חשמל הוא 50 פרוטה?

3. א) על נורה רשום: 250 V 50W. מה פירוש סימנים אלה? ב) מה עצמת הזרם דרך הנורה ומה התנגדותה כשמשתמשים בה בהתאם להוראות הרשומות עליה? ג) כשחיברו נורה זו לרשת שמתחה 60 וולט נמדדה עצמת הזרם דרכה ונמצאה 0.05 אמפר. מה הספק הנורה במקרה זה ומה התנגדותה? ד) האם תוצאות הניסוי מתישבות עם הרשום על הנורה?

4. כל שנתה בגלונומטר מסמנת 40 מיליאמפר והתנגדותו 24 אוהם. א) כיצד תהפוך מכשיר זה לאמפרמטר בו כל שנתה מורה על עצמת זרם של 1 אמפר? ב) כיצד תהפכו לוולטמטר בו כל שנתה מסמנת מתח של 10 וולט?

5. תאר את המבנה של גשר ויטסטון ואת שימושיו.

6. שני נגדים בעלי התנגדות של 6 אוהם כל אחד חוברו בטור לגלונומטר שהתנגדותו 1 אוהם ולסוללה בעלת 3 תאים. התנגדותו הפנימית של כל תא 1 אוהם וה־כא״מ של כל תא 2 וולט. סוללת שניה המרכבת משני תאים מאותו סוג חוברה דרך גלונומטר מהסוג הנ״ל אל הדקיו של אחד הנגדים. חשב את עצמת הזרם שיראה כל אחד מן הגלונומטרים.

# מבחן בחשמל מס׳ 6

1. מספר הליפופים בסליל הראשוני של שנאי שהספקו 60 וט הוא 2200. שנאי זה מוריד מתח מ־220 וולט עד 12 וולט. חשב: א) את מספר הליפופים בסליל השניי. ב) את עצמות הזרמים בסליל הראשוני ובסליל השניי. ג) את התנגדות הסליל הראשוני.

2. א) נסח את חוק לנץ. ב) הסבר כיצד אפשר להפוך עבודה מכנית לאנרגיה חשמלית (שרטוט!).

3. א) הסבר את פעולתו של מצבר רגיל. ב) טענו מצבר במטען של 100 אמפר־שעות. חשב כמה גרמים של עופרת נקיה הצטברו על לוחות המצבר כתוצאה מטעינה זו אם שוה הערך האלקטרוכימי של עופרת הוא 0.00107 ג׳/קולון.

4. מחט מצפן נמצאת במרחק 10 ס״מ מתחת לתיל מתכת ארוך מתוח בכיוון צפון־דרום המגנטי ומוזרם זרם שעצמתו 5 אמפר. בגלל הזרם סטה הקוטב הצפוני של המצפן בזוית בת 30° מזרחה. א) באיזה כיוון זורם הזרם בתיל? ב) מה עצמת השדה המגניטי הארצי שם?

5. בבנין גדול דולקות 100 נורות שעליהן רשום 200V50W כשכולן מחוברות חבור מקביל. תילי החיבור לרשת הם בעלי התנגדות של ½ אוהם. חשב: א) כמה חום נוצר בנורות בכל דקה? ב) כמה חום נוצר בתילי החיבור בכל דקה? ג) איזה אחוז מן האנרגיה החשמלית המסופקת לבנין אובדת הודות לחימום תילי החיבור?

6. א) כמה מטען נחוץ לטעינת קונדנסטור ניר עד פוטנציאל של 30.000 וולט אם שטח לוחות הקונדנסטור הוא 1 מ״ר, עובי הניר 0.05 מ״מ והמקדם הדיאלקטרי של הניר הטבול בשמן הוא 6.28? ב) על כדור קטן בעל מחוג 1 ס״מ נמצא מטען בן 100+ יאס״מ. מביאים כדור זה לידי מגע עם כדור חלול בלתי טעון שמחוגו 9 ס״מ תחילה מבחוץ ואח״כ מבפנים. חשב את כמויות המטען על שני הכדורים אחר כל אחד משני המגעים.

# מבחן בחשמל מס׳ 7

1. שנאי בעל הספק של 50 וט משנה את מתחו של זרם מ־220 ל־6 וולט. בסליל הראשוני 550 ליפופים. א) כמה ליפופים בסליל השניי? ב) מה עצמת הזרם בסליל הראשוני? ג) מה עצמת הזרם בסליל השני? ד) כיצד אפשר לשנות את מבנהו כך שיספק זרם במתח 4 וולט?

2. תאר את המבנה של אינדוקטור ניצוצות בעזרת שרטוט והסבר את פעולתו.

3. שני נגדים שהתנגדויותיהם 2 ו־3 אוהם חוברו למקור זרם בעל כא״מ של 6.6 וולט והתנגדות פנימית של 1 אוהם. איזה אחוז מן האנרגיה מתבזבז בתוך מקור הזרם אם הנגדים מחוברים א) חיבור בטור ב) חיבור מקביל?

4. תיל תלוי באופן רפה בכיוון מאונך ומוזרם זרם מלמעלה למטה. מקרבים אליו מצד דרום מגנט מוט כך שקוטבו הצפוני מפנה אל התיל. כיצד ישפיע דבר זה על התיל ומה היה משתנה אילו הפכו: א) את כיוון המגנט; ב) את כיוון הזרם בתיל; ג) את שני הדברים הנ״ל בבת אחת?

5. משתמשים בזרם שמתחו 25 וולט להפקת כלור (משקל אטומי 35.5) מתמיסה של מלח בישול. התנגדות הוולטאמטר בו נערך הניסוי היא $1/2$ אוהם. כמה סמ״ק כלור נוצרים בכל דקה אם הטמפרטורה במקום הניסוי היא 27° והלחץ אטמוספירה אחת?

6. רשום את היחידות האלקטרוסטטיות, הטכניות, והאלקטרו־מגנטיות של עצמת זרם, פוטנציאל והתנגדות ואת הקשרים בין יחידות אלה. הסבר כיצד הגך מחשב קשרים אלה.

# מבחן בחשמל מס׳ 8

1. א) כשמחברים תיל מתכת שאורכו 25 מ׳ ושטח חתכו 1 ממ״ר למקור זרם שמתחו 220 וולט, זורם בו זרם בן 22 אמפר. מהי התנגדות הסגולית של המתכת? ב) כשחברו אותו תיל למקור זרם שמתחו 18 וולט היתה עצמת הזרם בתיל 2 אמפר. האם הנסוי השני סותר את הראשון? נמק את תשובתך!

2. הסבר את מבנה המצבר ואת פעולתו ומנה את יתרונותיו ואת חסרונותיו.

3. מחוגיהם של שלושה כדורי מתכת שהיו מונחים על גבי שולחן שיש היו 3 ס״מ, 2 ס״מ ו־5 ס״מ. הראשון שהיה טעון תחילת מטען של 100 יאס״מ נדחף ופגע תחילה בכדור השני ואח״כ בשלישי (שהיו בלתי טעונים). חשב את מטעני שלושת הכדורים אחר הפגיעה ואת הפוטנציאלים שלהם.

4. קוטר הכדור בראש גנרטור ון דה גרף הוא 2 מ׳ והוא טעון עד פוטנציאל של 3 000 000 וולט. חשב: א) את גודל המטען, ב) את אנרגית הטעינה, ג) את כמות החום הנוצרת בשעת פריקת המטען.

5. א׳, ב׳, ג׳, ד׳ הן 4 נקודות על ישר כך שכל המרחקים א׳ ב׳, ב׳ ג׳, ג׳ ד׳ הם בני 20 ס״מ. בב׳ נמצא מטען של 200+ יאס״מ ובג׳ מטען של 100— יאס״מ. חשב את עצמות השדה ואת הפוטנציאלים בא׳ ובד׳ ואת העבודה הדרושה להעברת מטען של 50 יאס״מ מא׳ לד׳.

6. א) לראש אלקטרוסקופ רגיש חובר קונדנסטור טעון שאפשר לשנות בו את המרחק בין לוחותיו. הסבר מה יהיו השנויים הנראים לעין בשעה שנרחיק את לוחות הקונדנסטור זה מזה. ב) תאר כיצד אפשר לטעון אלקטרוסקופ בעזרת מוט זכוכית הטעון מטען חיובי 1) במטען חיובי, ר2) במטען שלילי. תאר את כל השנויים הנראים באלקטרוסקופ בשעת הטעינה.

# מבחן בחשמל מס׳ 7

1. שנאי בעל הספק של 50 וס משנה את מתחו של זרם מ־220 ל־6 וולט. בסליל הראשוני 550 ליפופים. א) כמה ליפופים בסליל השניי? ב) מה עצמת הזרם בסליל הראשוני? ג) מה עצמת הזרם בסליל השני? ד) כיצד אפשר לשנות את מבנהו כך שיספק זרם במתח 4 וולט?

2. תאר את המבנה של אינדוקטור ניצוצות בעזרת שרטוט והסבר את פעולתו.

3. שני נגדים שהתנגדויותיהם 2 ו־3 אוהם חוברו למקור זרם בעל כא״מ של 6.6 וולט והתנגדות פנימית של 1 אוהם. איזה אחוז מן האנרגיה מתבזבז בתוך מקור הזרם אם הנגדים מחוברים א) חיבור בטור ב) חיבור מקביל?

4. תיל תלוי באופן רפה בכיוון מאונך ומוזרם זרם מלמעלה למטה. מקרבים אליו מצד דרום מגנט מוט כך שקוטבו הצפוני מפנה אל התיל. כיצד ישפיע דבר זה על התיל ומה היה משתנה אילו הפכו: א) את כיוון המגנט; ב) את כיוון הזרם בתיל; ג) את שני הדברים הנ״ל בבת אחת?

5. משתמשים בזרם שמתחו 25 וולט להפקת כלור (משקל אטומי 35.5) מתמיסה של מלח בישול. התנגדות הוולטאמטר בו נערך הניסוי היא $1/2$ אוהם. כמה סמ״ק כלור נוצרים בכל דקה אם הטמפרטורה במקום הניסוי היא 27° והלחץ אטמוספירה אחת?

6. רשום את היחידות האלקטרוסטטיות, הטכניות, והאלקטרו־מגנטיות של עצמת זרם, פוטנציאל והתנגדות ואת הקשרים בין יחידות אלה. הסבר כיצד הגך מחשב קשרים אלה.

# מבחן בחשמל מס׳ 8

1. א) כשמחברים תיל מתכת שאורכו 25 מ׳ ושטח חתכו 1 ממ״ר למקור זרם שמתחו 220 וולט, זורם בו זרם בן 22 אמפר. מהי התנגדות הסגולית של המתכת? ב) כשחברו אותו תיל למקור זרם שמתחו 18 וולט היתה עצמת הזרם בתיל 2 אמפר. האם הנסוי השני סותר את הראשון? נמק את תשובתך!

2. הסבר את מבנה המצבר ואת פעולתו ומנה את יתרונותיו ואת חסרונותיו.

3. מחוגיהם של שלושה כדורי מתכת שהיו מונחים על גבי שולחן שיש היו 3 ס״מ, 2 ס״מ ו־5 ס״מ. הראשון שהיה טעון תחילת מטען של 100 יאס״מ נדחף ופגע תחילה בכדור השני ואח״כ בשלישי (שהיו בלתי טעונים). חשב את מטעני שלושת הכדורים אחר הפגיעה ואת הפוטנציאלים שלהם.

4. קוטר הכדור בראש גנרטור ון דה גרף הוא 2 מ׳ והוא טעון עד פוטנציאל של 3 000 000 וולט. חשב: א) את גודל המטען, ב) את אנרגית הטעינה, ג) את כמות החום הנוצרת בשעת פריקת המטען.

5. א׳, ב׳, ג׳, ד׳ הן 4 נקודות על ישר כך שכל המרחקים א׳ ב׳, ב׳ ג׳, ג׳ ד׳ הם בני 20 ס״מ. בב׳ נמצא מטען של 200+ יאס״מ וב־ג׳ מטען של 100— יאס״מ. חשב את עצמות השדה ואת הפוטנציאלים ב־א׳ וב־ד׳ ואת העבודה הדרושה להעברת מטען של 50 יאס״מ מ־א׳ ל־ד׳.

6. א) לראש אלקטרוסקופ רגיש חובר קונדנסטור טעון שאפשר לשנות בו את המרחק בין לוחותיו. הסבר מה יהיו השנויים הנראים לעין בשעה שנרחיק את לוחות הקונדנסטור זה מזה. ב) תאר כיצד אפשר לטעון אלקטרוסקופ בעזרת מוט זכוכית הטעון מטען חיובי 1) במטען חיובי, ר2) במטען שלילי. תאר את כל השנויים הנראים באלקטרוסקופ בשעת הטעינה.

# מבחן בחשמל מס׳ 9

1. כיצד אפשר למדוד את עצמת הזרם במעגל בעזרת גלונומטר עדין שהתנגדותו 48 אוהם ושאסור להעביר דרכו זרם חזק מ־0.1 אמפר, אם עצמת הזרם המשוערת במעגל היא 2.5 אמפר? שרטט את מעגל הזרם וחשב מהי עצמת הזרם במעגל הראשי אם דרך הגלונומטר יזרום זרם של 0.085 אמפר.

2. מהי עצמת הזרם המכסימלית שאפשר להזרים דרך נגד בן 1 אוהם אם ברשותנו 18 תאים שוים בעלי כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 1.8 אוהם?

3. חשב את מתח ההדקים של מקור זרם אם ידוע כי זרם ממקור זה חימם 200 גרם מים ב־2° במשך רבע שעה כשעצמת הזרם היתה 2 אמפר.

4. במשך כמה זמן צריך להזרים זרם של 5 אמפר דרך תמיסת מלח אבץ (משקל אטומי 65.37) על מנת לצפות טבלת מתכת משני צדיה בשכבת אבץ שעביה 0.1 מ״מ אם מימדיה 100×30 ס״מ והמשקל הסגולי של אבץ הוא 7.1?

5. הסבר את מבנה הטנגנס־גלונומטר והוכח את הנוסחה לפיה אפשר לחשב את עצמת הזרם הזורמת דרכו.

6. הסבר את מבנה גשר ויטסטון ואת שימושיו השונים. הוכח את הנוסחות בהן תשתמש למציאת הגדלים המבוקשים.

# מבחן בחשמל מס׳ 10

1. על שני כדורים שמחוגיהם 6 ו־2 ס״מ נמצאים מטענים בני 40 יאס״מ כל אחד. חשב את הכוחות שיפעלו בין הכדורים אם המרחק ביניהם 20 ס״מ לפני חיבור הכדורים על ידי תיל דק ואחריו.

2. מטענים של 100+ ושל 200— יאס״מ נמצאים במרחק 10 ס״מ זה מזה. חשב את עצמת השדה ואת הפוטנציאל בנקודה היוצרת עם שני המטענים הנ״ל משולש שוה־צלעות.

3. הוכח את הנוסחה לחישוב הפוטנציאל בנקודה הנמצאת במרחק × ממטען נקודתי. הסבר כיצד תחשב את הפוטנציאל בנקודת הנמצאת בשדה חשמלי הנוצר על ידי שלושה מטענים נקודתיים.

4. א) הסבר בקיצור נמרץ כיצד אפשר להעביר מטען במלואו ממוליך אחד למשנהו. ב) על כדור מתכת חלול שמחוגו 10 ס״מ נמצא מטען של 500 יאס״מ. בכדור נקב קטן דרכו מעבירים מטען בן 50 יאס״מ מנקודה הנמצאת במרחק 20 ס״מ ממרכז הכדור עד נקודה שניה הנמצאת במרחק 5 ס״מ ממרכז הכדור. חשב את העבודה הנעבדת בשעת העברת המטען.

5. הוכח כי עצמת השדה המגנטי הנוצר על ידי מוט מגנטי במרחק × ממרכז המוט פרופורציונית הפוכה לחזקה השלישית של ×, הן על ציר המוט והן על משוה המוט.

6. תאר את מבנה המגנטומטר ואת השמושים בו. הוכח את הנוסחה הדרושה לחישוב התוצאות.

# מבחן בחשמל מס׳ 11

1. תיל חד־מיני בעל חתך קבוע שאורכו 4 מ׳ והתנגדותו 6 אוהם לכל מטר כופף לצורת ריבוע. סוללה בעלת כא״מ של 3 וולט והתנגדות פנימית של 4 אוהם קושרה על ידי תילים עבים לשני קדקדים סמוכים של הריבוע הנדון. חשב את עוצמות הזרמים בתילי הריבוע ובתילי ההולכה העבים.

2. סוללה מספקת זרם לטנגנס־גלונומטר ולאמפרמטר מדויק המחוברים בטור. כאשר האמפרמטר מורה עצמה של 0.5157 אמפר סטית מחט הגלונומטר היא °42. חשב על פי זה את המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי אם מספר ליפופי הגלונומטר הוא 10 וקוטרם 40 ס״מ.

3. בקצות בסיס משולש שוה צלעות שצלעו 10 ס״מ נמצאים מטענים של 10+ ושל 10— יאס״מ. חשב את הפוטנציאל ואת עצמת השדה (גודל וכיוון) בקדקד השלישי של המשולש.

4. דרך אלמנט החימום של דוד המכיל 120 ליטר מים בטמפר־טורה של °20 זורם זרם בן 8 אמפר כאשר מחברים אותו לרשת שמתחה 250 וולט. כמה עולה חימום המים בדוד עד טמפרטורה של °95 אם הפסדי החום לסביבה מגיעים עד כדי 20% ומחיר כל קו״ש הוא 50 פרוטה? חשב גם את זמן החימום ואת התנגדות אלמנט החימום.

5. המשקל האטומי של אלומיניום 27, ערכיותו 3, והפקתו נעשית בדרך אלקטרוליטית. מחיר חומר הגלם הדרוש לייצור טון אלומיניום הוא 20 ל״י ומחיר טון אלומיניום 1850 ל״י. ההוצאות לשכר עבודה, אחסנה, רוחים וכו׳ מסתכמים ב־330 ל״י לטון. חשב מה צריך להיות מחיר כל קו״ש של אנרגיה חשמלית המסופקת במתח של 240 וולט על מנת שהפקת האלומיניום תהיה כדאית.

6. הוכח שיחס עצמות השדה המגנטי הנוצר על ידי מוט מגנטי במרחק שוה ממרכז המוט על צירו ועל משוחו הוא 1:2.

# מבחן בחשמל מס׳ 12

1. שני מגנטים מונחים על גבי שולחן כך שציריהם על ישר אחד וקוטביהם הצפוניים פונים זה אל זה, כשהמרחק בין מרכזיהם מטר אחד. עצמת הקטבים של המגנט הראשון 400 י״ק ואורכו 3 ס״מ ושל השני 300 י״ק ו־5 ס״מ. חשב את הכח הפועל בין המגנטים לפי שיעורו ולפי כיוונו.

2. הסבר את מבנה המגנטומטר ואת השימושים בו. הוכח את הנוסחות הדרושות לחישוב תוצאות הניסויים.

3. הוכח את הנוסחה לחישוב הקיבול של קונדנסטור לוחות והסבר מדוע קיבולו גדול בהרבה מן הקיבול של כל אחד מלוחותיו לחוד.

4. על גבי לוח אבוניט מונחים שני כדורי נחושת שמחוגיהם 8 ו־10 ס״מ ואשר טעונים מטענים של 90+ ושל 90— יאס״מ בהתאמה. כדור נחושת קטן שמחוגו 2 ס״מ מתגלגל על גבי לוח האבוניט ופוגע תחילה בכדור הראשון ואח״כ בשני. חשב את הפוטנציאלים של הכדורים אחר המגע.

5. עד איזה פוטנציאל צריך לטעון מטוטלת כפולה עשוית שני כדורי מתכת שמחוגיהם 2 ס״מ ואשר תלויים על גבי חוטים שאורכם 30 ס״מ על מנת שתיווצר זוית פרישה של 60° אם משקל כל כדור ½ גרם.

6. א׳ ו־ב׳ הם שני קדקדים סמוכים של רבוע א׳ ב׳ ג׳ ד׳ שאורך צלעו 20 ס״מ. ב־א׳ נמצא מטען של 900+ וב־ב׳ מטען של 300— יאס״מ. איזו עבודה דרושה על מנת להעביר מטען של 200+ יאס״מ מ־ג׳ ל־ד׳?

# מבחן בחשמל מס׳ 13

1. על מנת לכיל גלונומטר שהתנגדותו 20 אוהם חברוהו למקור זרם בעל כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 1 אוהם והכניסו למעגל הזרם גם ריאוסטט (נגד שהתנגדותו נתנת לשנוי ולמדידה). כשהתנגדות הריאוסטט היתה 4 אוהם סטה מחוג המכשיר סטיה מכסי־מלית. איזה סעיף יש לחבר לגלונומטר על מנת להכשירו למדידת זרמים בעלי עצמה עד 10 אמפר?

2. גנרטור המיצר זרם במתח 200 וולט מונע על ידי טורבינת מים דרכה זורמים 36 מ״ק מים בכל דקה אחר שנפלו מגובה 20 מ׳. חשב את עצמת הזרם המכסימלית שאפשר להפיק מגנרטור זה אם מנת הפעולה של כל מערכת המכונות היא 70%.

3. חשב את שוה הערך האלקטרוכימי של מתכת על פי תוצאות הניסוי הבא: העבירו זרם דרך שני וולטאמטרים מחוברים בטור. בשעה שבוולטאמטר הראשון נפרשו 5.4 גרם כסף נפרשו בשני 0.5 גרם מהמתכת. חשב גם את המשקל האטומי של המתכת אם ערכיותה 2.

4. תאר את המבנה של המכשירים לשינוי מתח של זרם ישר ושל זרם חילופין, ואת אופן פעולתם.

5. כמה נורות של 50 וט מותר להפעיל לכל היותר ברשת של 250 וולט מבלי לגרום לקצר. אם המבטחים ניתכים כאשר עצמת הזרם עולה על 6 אמפר? כמה נורות מותר להפעיל אם מפעילים באותו זמן גם תנור חשמלי שהספקו 1000 וט?

6. דינמו המונע על ידי מנוע בנזין קטן אינו מספק את הבדל הפוטנציאלים הרשום על גבי דינמו זה. ציין את האפשרויות התיאו־רטיות השונות להיווצרות הליקוי הנדון ואת הדרכים האפשריות לתיקונו בכל מקרה ומקרה.

# מבחן בחשמל מס׳ 14

1. עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנט־ הארצי הוא 0.2 ארסטד. מוט מגנטי בעל מומנט מגנטי של 21.6 י״ק × ס״מ מונח במרידיאן המגנטי כך שקוטבו הצפוני פונה דרומה. איה נמצאות הנקודות אשר בהן וקטור עצמת השדה המגנטי מאונך לארץ?

2. תאר את האלקטרומטר של תומפסון, והסבר את השימוש בו.

3. תיל ארוך מוליך זרם נטוי בזוית 45° לגבי כיוון המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי שעצמתו 0.2 ארסטד. מהי עצמת הזרם במוליך ומה כיוון הזרם אם מחט מגנטית הנמצאת 10 ס״מ מתחת למוליך נוטה כך שכיוונה מקביל למוליך?

4. מקור זרם שמתח הדקיו 100 וולט מספק זרם לשתי נורות שעליהן רשום 200 V 50W המחוברות חיבור מקביל. מהי כמות החום הנוצרת בנורות אלה בכל דקה?

5. נתונים שלושה תאים שווים כמקורות זרם וולטאמטר נחו־שת. אם משתמשים בתא אחד כמקור זרם נפרשים בכל שעה 2 גרם נחושת בוולטאמטר. אם משתמשים בשני תאים — נפרשים בכל שעה 3 גרם נחושת. כמה גרם נחושת יופרשו בכל שעה אם ישתמשו בשלושת התאים כשהם מחוברים בטור?

6. תאר את המבנה של דינמו לזרם ישר ואת פעולתו הן כיוצר זרם והן כמנוע חשמלי בעזרת שרטוטים מתאימים.

## מבחן בחשמל מס׳ 15

1. כדור מתכת שמחוגו 9 ס״מ טעון עד כדי פוטנציאל של 30 000 וולט ומרכזו נמצא במרחק 50 ס״מ ממרכז כדור מתכת שני שמחוגו 5 ס״מ ואשר טעון מטען של 70— יאס״מ. כדור מתכת שלישי חסר מטען שמחוגו 1 ס״מ הובא במגע תחילה עם הכדור הראשון ואח״כ עם השני. א) מהו הכח הפועל בין שני הכדורים הגדולים לפני המגעים? ב) מה היו מטעני הכדורים הגדולים אחר המגעים? ג) מה היה פוטנציאל הכדור השלישי אחר המגעים?

2. טנגנס־גלונומטר מראה סטיה של °30 כאשר מחברים אחד מליפופיו למקור זרם מסויים. כאשר מחברים 10 מליפופיו לאותו מקור זרם גדלה זוית הסטיה עד °60. חשב את היחס בין התנגדות כל ליפוף של הגלונומטר להתנגדות הפנימית של מקור הזרם.

3. וולטאמטר כסף וולטאמטר הופמן בו הופרדו מים חוברו בטור למקור זרם וכמות הכסף שהופרשה במשך חצי שעה היתה גרם אחד. חשב: א) את עצמת הזרם ב) את נפח המימן שנתקבל אם הלחץ היה נורמלי והטמפרטורה °27, ג) את כמות המטען שעברה דרך הוולטאמטרים.

4. ההספק של תנור חשמלי המחובר לרשת של 250 וולט הוא 1000 וט. א) מהי התנגדות התנור? ב) כמה חום נוצר בכל שעה? ג) מהי ההתנגדות הסגולית של תיל התנור אם חוטיו בעלי שטח חתך של 0.25 ממ״ר ואורכו הכללי 5 מ׳?

5. מקור זרם מסוים חובר לנגד. מה צריך להיות יחס התנגדות אותו נגד להתנגדות הפנימית של מקור הזרם על מנת שכמות החום שתיווצר בנגד בכל שעה תהיה מכסימלית?

6. כל שנתה על גלונומטר מסויים מציינת עצמת זרם של 0.015 אמפר והתנגדות הגלונומטר היא 5 אוהם. א) הסבר כיצד אפשר להפוך גלונומטר זה לאמפרמטר בו כל שנתה מסמנת 1 אמפר. ב) כיצד אפשר להופכו לוולטמטר בו כל שנתה מסמנת 1 וולט?

# מבחן בחשמל מס׳ 16

1. א) תאר את מבנה השנאי ואת פעולתו. ב) מספר הליפופים בסליל הראשוני של שנאי לשנוי מתח מ־220 וולט ל־12 וולט הוא 1210. מה מספר הליפופים בסליל השניי ומה עצמות הזרמים בשני הסלילים אם הספק השנאי 55 וט?

2. בארבעת הקדקדים של ריבוע שאורך צלעו $10\sqrt{2}$ ס״מ נמצאים מטענים של 200, 300, 400, ו־500 יאס״מ. חשב את הפוטנציאל ואת עצמת השדה במרכז הריבוע.

3. א) הסבר את מבנה המגנטומטר ואת השימוש בו. ב) שני פוטות מגנטיים שאורכם 4 ס״מ כל אחד ועצמות קוטביהם 500 י״ק מושכים זה את זה בשעה שהמרחק בין מרכזיהם 50 ס״מ וצירים על אותו ישר. חשב את כח המשיכה.

4. נסח את חוקי פרדי, וחשב בעזרתם כמה עולה ייצור ק״ג מימן בדרך אלקטרוליטית אם משתמשים בזרם שמתחו 50 וולט וכל קו״ש של אנרגיה חשמלית עולה 50 פרוטה.

5. א) על נורת להט רשום 250V 100W. מה פירוש סימנים אלה? מה עצמת הזרם העוברת בשעת השימוש התקין במנורה ומה התנגדותה? ב) משתמשים בנורה זו לחימום אקוריון המכיל 15 ליטר מים בטמפרטורת של 15° על מנת להעלות את הטמפרטורה עד 20°. כמה זמן צריך להפעיל את הנורה אם נניח ש־50% מכמות החום אובדים?

6. מסובבים מטען של 10 000 יאס״מ הנמצא על כדור מתכת קטן במסילה מעגלית שקוטרה 40 ס״מ בתדירות של 10 סיבובים בשניה. חשב את עצמת השדה המגנטי הנוצר במרכז המעגל כתוצאת מסיבוב זה.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 1

1. ארגז מונח על גבי כביש ששיפועו 1:20. משקל הארגז 50 ק״ג ומקדם החיכוך בינו לבין הכביש 0.2. חשב את הכח הדרוש לתנועת הארגז בתאוצה של 2 מ׳/שנ׳² א) כמעלה הכביש, ב) במורד הכביש.

2. מעל גלגל קל וחסר חיכוך עובר חוט דק שבקצותיו מסות בנות 200 ו־300 גרם. חשב את התאוצה שתוצר אם יתנו למסות לנוע ואת המתיחות בחוט בשעת התנועה.

3. ילד עזב כדור פורח שעלה בתאוצה של 2 מ׳/שנ׳² ו־3 שניות אחר כך זרק אחריו אבן. מה צריכה להיות המהירות המינימלית של האבן על מנת שתפגע בכדור ובאיזה מרחק תשיג האבן את הכדור במקרה שנזרקה במהירות זו?

4. תא של וולטא בעל כא״מ של 1.5 וולט טיפק זרם בעצמה של ½ אמפר, במשך 4 שעות. לנורה של מנורת כיס. א) כמה אבץ נמס בתוך התא בשעת הפעולה אם המשקל האטומי של אבץ 65.4? ב) כמה חום נוצר בנורה בתקופה זו? ג) מה מחיר כל קו״ש של אנרגיה חשמלית המופקת על ידי תא זה אם מחיר התא 250 פרוטה והוא מתקלקל אחר שימוש כנ״ל?

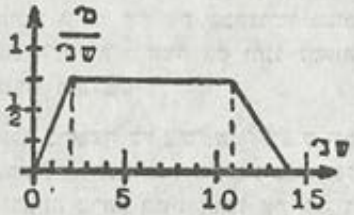
5. מחוג כריכות התיל בטנגנס־גלונומטר הוא 12.5 ס״מ, עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי הוא 0.2 ארסטד ואפשר להעביר את הזרם דרך 1, 5, 10, 50 או 100 כריכות. בכמה כריכות כדאי להשתמש על מנת למדוד זרם ששעורו 0.1 אמפר ומה תהיה אז זוית ההסחה של המחט?

6. משתמשים במערכת של 60 מצברים בעלי כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית ½ אוהם כל אחד על מנת לספק זרם למערכת של 30 נורות מחוברות חיבור מקביל. התנגדות כל נורה 240 אוהם. כיצד יש לחבר את המצברים על מנת להזרים זרם בעל עצמה מכסימלית דרך הנורות. מה תהיה עצמה זו ומה יהיה מתח ההדקים של מערכת המצברים?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 2

1. כדור אקדח שמהירותו 200 מ׳/שנ׳ פגע בקרש ונתקע בו בעומק 4 ס״מ. א) מהי תאוצת הכדור בתוך הקרש ומה זמן תנועתו בו? ב) באיזו מהירות היה כדור זה יוצא מן הקרש אילו עביו היה רק 2 ס״מ?

2. מעלית עולה לקומה העליונה בבנין במשך 14 שניות ב־התאם לתיאור הגרפי המשורטט. א) תאר את תנועת המעלית




וקבע את המהירויות ואת התאוצות בפרקי הזמן השונים. ב) לאיזה גובה עלתה המעלית?

3. מאוירון הטס צפונה במהירות 180 ק״מ/ש׳ נראתה אניה כאילו שטה במהירות 120 ק״מ/ש׳ בכיוון °15 מערבית מדרום. מה היתה מהירות האניה למעשה?

4. מקור זרם בעל כא״מ של 110 וולט והתנגדות פנימית של ½ אוהם מפרנס רשת של נורות שוות המחוברות חיבור מקביל. התנגדות כל נורה 60 אוהם והזרם דרכה 0.8 אמפר. כמה נורות ברשת?

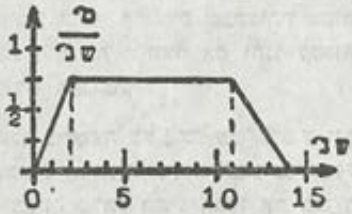
5. א) הגדר את המושג: עצמת שדה מגנטי, וציין את היחידות בהן הוא נמדד. ב) כיצד מוצאים את כיוון השדה המגנטי סביב תיל נושא זרם? (ציור!) ג) סליל עגול בעל 20 ליפופים שמחוגם 16 ס״מ העמד במאונך למישור המריריאן המגנטי במקום שהמרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי הוא 0.18 ארסטד. איזה זרם (באמפרים) זורם בסליל אם מחט מצפן קטנה שבמרכז הסליל הוסחה בהשפעת הזרם בזוית בת °52?

6. המשקל האטומי של כלור 35.5 ושל נתרן 23. א) כמה גרם מלח בישול הופרדו על ידי זרם בן 20 אמפר אם נתקבלו 112 ליטר כלור (בתנאים נורמליים)? ב) מה מחירו של ליטר כלור מופק בשיטה זו אם השתמשו בזרם שמתחו 50 וולט ומחיר כל קו״ש של זרם חשמלי הוא 50 פרוטה? (אפשר להזניח את מחיר המלח הדרוש להפקה).

# מבחן במכניקה ובחשמל מס' 2

1. כדור אקדח שמהירותו 200 מ'/שנ' פגע בקרש ונתקע בו בעומק 4 ס"מ. א) מהי תאוצת הכדור בתוך הקרש ומה זמן תנועתו בו? ב) באיזו מהירות היה כדור זה יוצא מן הקרש אילו עביו היה רק 2 ס"מ?

2. מעלית עולה לקומה העליונה בבנין במשך 14 שניות ב־התאם לתיאור הגרפי המשורטט. א) תאר את תנועת המעלית




וקבע את המהירויות ואת התאוצות בפרקי הזמן השונים. ב) לאיזה גובה עלתה המעלית?

3. מאוירון הטס צפונה במהירות 180 ק"מ/ש' נראתה אניה כאילו שטה במהירות 120 ק"מ/ש' בכיוון °15 מערבית מדרום. מה היתה מהירות האניה למעשה?

4. מקור זרם בעל כא"מ של 110 וולט והתנגדות פנימית של ½ אוהם מפרנס רשת של נורות שוות המחוברות חיבור מקביל. התנגדות כל נורה 60 אוהם והזרם דרכה 0.8 אמפר. כמה נורות ברשת?

5. א) הגדר את המושג: עצמת שדה מגנטי, וציין את היחידות בהן הוא נמדד. ב) כיצד מוצאים את כיוון השדה המגנטי סביב תיל נושא זרם? (ציור!) ג) סליל עגול בעל 20 ליפופים שמחוגם 16 ס"מ העמד במאונך למישור המרידיאן המגנטי במקום שהמרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי הוא 0.18 ארסטד. איזה זרם (באמפרים) זורם בסליל אם מחט מצפן קטנה שבמרכז הסליל הוסחה בהשפעת הזרם בזוית בת °52?

6. המשקל האטומי של כלור 35.5 ושל נתרן 23. א) כמה גרם מלח בישול הופרדו על ידי זרם בן 20 אמפר אם נתקבלו 112 ליטר כלור (בתנאים נורמליים)? ב) מה מחירו של ליטר כלור מופק בשיטה זו אם השתמשו בזרם שמתחו 50 וולט ומחיר כל קו"ש של זרם חשמלי הוא 50 פרוטה? (אפשר להזניח את מחיר המלח הדרוש להפקה).

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 3

1. שני משורים משופעים שאורכיהם 3 ו־4 מ׳ מחוברים בקצה־ היהם העליונים ובמקום החיבור גלגל קטן חסר חיכוך. שני הקצוות התחתונים נמצאים על גבי שולחן אופקי במרחק 5 מ׳ זה מזה. על המישורים מונחות מסות בנות 1 ק״ג כל אחת הקשורות זו לזו על ידי חוט קל העובר מעל הגלגל בראש המישורים. חשב את תאוצת המסות ואת המתיחות בחוט.

2. על ראש סולם כפול סימטרי שהזווית בין שני חלקיו 30° עומד צבעי שמשקלו 80 ק״ג. באיזה כח נלחצים שני חלקי הסולם אל הקרקע? איזה חלק מכוחות אלה מבוטל על ידי התנגדות הקרקע ואיזה על ידי החיכוך?

3. הסבר כיצד אפשר להשוות שתי מסות בלי לשקלן. תאר ניסוי שעליך לערוך לשם כך, רשום את המדידות שעליך לבצע ואת החישובים הדרושים למציאת התוצאה.

4. כדור מתכת שמחוגו 2 ס״מ ומטענו 6000 יאס״מ הובא במגע עם כדור מתכת שני שמחוגו 8 ס״מ. א) מהי כמות המטען על כל כדור אחר המגע? ב) מהו הפוטנציאל של הכדור הקטן לפני המגע ואחריו? ג) מהי כמות החום שנוצרה בשעת מעבר המטען?

5. יש להתאים גלונומטר שהתנגדותו 20 אוהם ושאסור להעביר דרכו יותר מאשר 0.02 אמפר למדידת זרמים עד 10 אמפר. כיצד אפשר לעשות זאת וכיצד אפשר להתאימו למדידת מתחים עד 300 וולט?

6. התנגדות התיל הראשי בגשר ויטסטון הוא 10 אוהם ואורכו 1 מ׳. התנגדות גלונומטר הגשר היא 1 אוהם. מהי עצמת הזרם שיזרום דרך גלונומטר הגשר אם שתי ההתנגדויות שחוברו לשם השואה הן בנות 4 ו־6 אוהם והגררה חוברה לאמצע התיל הראשי שלקצותיו קשורה סוללה שמתחה 6 וולט והתנגדותה הפנימית קטנה מאוד?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 4

1. מאוירון סיור שטס בכיוון °30 מערבית מצפון נראתה סירת כאילו שטה במהירות של 110 ק״מ/ש׳ בכיוון °15 מזרחית מדרום. מהי המהירות האמיתית של הסירה אם מהירות האוירון היתה 120 ק״מ/ש׳.

2. ילד זרק אבן זריקה מאונכת כלפי מעלה מראשו של בנין שגובהו 20 מ׳, והאבן פגעה בקרקע 4 שניות אחר שנזרקה. חשב לאיזה גובה מעל הקרקע הגיעה האבן ולאיזה מרחק אופקי היתה מגיעה אילו נזרקה אופקית באותה מהירות ומאותו מקום.

3. רשום את שלושת העקרונות של ניוטון, הסבר את תפקי־דיהם, והדגם כל אחד מהם בדוגמות מחיי יום יום.

4. בשלושה קדקדים של ריבוע נמצאים לפי הסדר מטענים של 100 +, 200— ו־300+ יאס״מ. חשב את הפוטנציאל ואת עצמת השדה בקדקד הרביעי של הריבוע אם אורך צלעו 10 ס״מ.

5. וולטמטר קשור להדקי מקור זרם המרכב משלושה תאים שוים בעלי כא״מ של 1.5 וולט והתנגדות פנימית של 0.1 אוהם כל אחד המחוברים בטור. הסוללה הנ״ל מספקת זרם לשתי נורות מחוב־רות חיבור מקביל בעלות התנגדות של 2.4 אוהם כל אחת, ולאמפר־מטר בעל התנגדות של 1 אוהם המודד את עצמת הזרם היוצא מן הסוללה. מה יראו שני מכשירי המדידה אם התנגדות הוולטמטר גדולה מאוד?

6. מקור זרם בעל התנגדות פנימית קטנה מאוד מספק זרם לשני וולטאמטרי כסף המחוברים בטור. אם יחברו שני וולטאמטרים שווים אלה לאותו מקור זרם בחיבור מקביל, כיצד ישפיע דבר זה על כמות הכסף הנפרשת בהם בכל דקה, וכיצד על כמות החום הנוצרת בהם בכל דקה?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 5

1. נסח את חוקי קירכהוף והוכח את חוק ההיקף.

2. חשב את עצמת הזרם המכסימלית שאפשר להזרים דרך נגד בן 10 אוהם בעזרת 12 תאים שווים בעלי כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 3 אוהם כל אחד. חשב כמו כן את כמות החום שתיווצר בנגד במשך שעה אחת.

3. אלקטרוסקופ טעון מחובר בעזרת תיל דק לקבל שאפשר לשנות בו את המרחק בין לוחותיו. תאר כיצד יגיבו עלי האלקטרו־סקופ אם ירחיקו את לוחות הקבל זה מזה בלי לנתק את הקשר לאלקטרוסקופ. הסבר מדוע ינהגו עלי האלקטרוסקופ לפי תיאורך ולשם מה אפשר לנצל מכשיר כנ״ל למעשה.

4. אורך חוט מטוטלת הוא 30 ס״מ ובמרחק 10 ס״מ מנקודת אחיזה, בדיוק מתחתה, נעוץ מסמר העוצר את חוט המטוטלת אשר מתחילה לנוע כשהיא מורמת לגובה 2 ס״מ לעומת מצב המנוחה שלה. א) מהו זמן התנודה של מטוטלת זו? ב) מהי מהירותה המכסי־מלית של משקולת המטוטלת?

5. כיצד ינוע שעון מטוטלת המדייק על פני כדור הארץ אם יעלוהו לגובה השוה למאית מחוג כדור הארץ וכיצד יש לשנות את אורך המטוטלת שלו על מנת שידייק בתנאים החדשים.

6. מפעל חשמל הידרואלקטרי נזון ממפל מים שגובהו 45 מ׳ בו נופלים בכל שעה 1800 מ״ק מים אשר מניעים את הטורבינות ויוצאים מהן במהירות של 3 מ׳/שנ׳. חשב את הספק המפעל בקיל־וושים ובכוחות סוס אם יעילותו בסך הכל 75%.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 7

1. מטוטלת שניה העלתה באוירון לגובה השוה למחוג כדור הארץ. מה יהיה זמן התנודה של המטוטלת שם ומה יהיה זמן התנודה אם יורידו אותה למכרה שעומקו מחצית מחוג כדור הארץ?

2. כשתלו משקולת בת 500 גרם על קפיץ התארך הקפיץ ב־10 ס״מ. חשב את זמן התנודה של קפיץ זה אם יתלו עליו משקולת בת 200 גרם.

3. מטוטלת שאורכה 120 ס״מ הוסטה למרחק אופקי של 20 ס״מ ממצב מנוחתה ונעזבה. חשב: א) את זמן התנודה של מטוטלת זו, ב) את מהירותה המכסימלית. ג) את האנרגיה הקינטית שלה ברגע עברה במרחק 10 ס״מ ממצב מנוחתה אם משקלה 50 גרם.

4. רוצים לצפות קובית מתכת שאורך צלעה 10 ס״מ בכרום מכל צדדיה כך שעובי הצפוי 0.2 מ״מ. איזו עצמת זרם דרושה לשם כך אם זמן הצפוי יממה אחת ומה כמות החום הנוצרת בזמן הציפוי? נתון: משקל אטומי של כרום 52, משקלו הסגולי 6.5, ערכיותו 3, המתח בו השתמשו 12 וולט.

5. מגנט קצר שאורכו 2 ס״מ מונח על צירו של מגנט גדול שאורכו 10 ס״מ ועצמת קטביו 120 י״ק כך שקטביהם הצפוניים פונים זה אל זה. קבע באיזה כח יפעל המגנט הגדול על הקטן (גודל וכיוון) אם המרחק בין הקטבים הצפוניים של המגנטים ½ מ׳ ועצמת קטבי המגנט הקטן היא 30 י״ק.

6. א) כמה סמ״ק כלור מתקבלים בטמפרטורה של 32° על ידי אלקטרוליזה של תמיסת מלח בישול בעזרת זרם שעוצמתו 5 אמפר במשך 2 שעות אם הלחץ בשעת המדידה 775 מ״מ כספית? (משקל אטומי של כלור 35.5 וערכיותו 1) ב) כמה עולה הפקת כל ק״ג כלור אם השתמשו בזרם שמתחו 24 וולט ומחיר כל קו״ש של זרם הוא 50 פרוטה?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 8

1. נסח את שלושת העקרונות של ניוטון, הדגם כל אחד מהם על ידי דוגמות מחיי יום־יום והסבר את תפקידי שני העקרונות הראשונים (מבחינת הגדרת מושגים פיסיקליים חשובים).

2. כח בן 3 קג״כ פועל על מסה נחה בת 1500 גרם במשך 4 שניות. חשב לאיזו מהירות תגיע מסה זו ואיזו דרך תעבור בזמן תנועתה.

3. אורכו של קנה רובה 60 ס״מ. מהירות הלוע של כל קלע 600 מ׳/שנ׳ ומסת כל קלע 20 גרם. א) מהי תאוצת הקלע בתוך הרובה? ב) מהו הכח הפועל על הקלע בתוך הקנה? ג) כמה זמן דרוש לקלע על מנת לעבור את הקנה? ד) לאיזה מרחק יגיע הקלע אם נורה אופקית מגובה 5 מ׳ ה) לאיזה גובה יגיע הקלע אם נורת אנכית כלפי מעלה?

4. 10 נורות חשמל שעליהן רשום: 250V 50W חוברו א) חיבור מקביל ב) חיבור בטור ג) חיבור בשתי קבוצות מקבילות בנות 5 נורות כל אחת כשנורות כל קבוצה מחוברות ביניהן חיבור בטור. חשב את התנגדות הנורות בכל מקרה.

5. שרטט את מעגלי הזרם של השאלה הקודמת והכנס בכל מקרה אמפרמטר וולטמטר לתוך מעגל הזרם. הסבר את ההבדל בין מכשירים אלה וכן את היתרונות ואת החסרונות של אופני החיבור ששרטטת.

6. א) בגשר ויטסטון השוו התנגדותו של נגד בלתי ידוע × לזו של נגד בן 3 אוהם ומצאו שלא עבר זרם דרך גלונומטר הגשר כשהגררה היתה במרחק 85 ס״מ מקצה תיל ההתנגדות הקרוב ל־×. אורך כל התיל היה מטר אחד. מצא את ×. ב) התנגדות תיל ההתנגדות באותו גשר 20 אוהם והתנגדות הגלונומטר 2 אוהם. איזו עצמת זרם תעבור דרך הגלונומטר כאשר יזיזו את הגררה עד אמצע תיל ההתנגדות (גודל וכיוון) אם מקור הזרם של הגשר הוא בעל כא״מ של 6 וולט ובעל התנגדות פנימית אפסית?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 9

1. שתי משקלות בעלות מסה של 495 ג׳ כל אחת תלויות על חוט חסר משקל העובר מעל גלגל חסר חיכוך, כך שמשקולת אחת נמצאת על הרצפה והשניה בגובה 1.8 מ׳. מניחים מסמר שמסתו 10 ג׳ על המשקולת העליונה וכתוצאה מכך מתחילות המשקלות לנוע. כמה זמן דרוש למשקולת העליונה על מנת לרדת עד הרצפה ומה המתיחות בחוט בשעת התנועה?

2. א) שקלו גוף במאזנים, פעם בצד שמאל ופעם בכף ימין ונתקבלו התוצאות 1.520 ו־1.680 ג׳. הסבר מה יכול היה לגרום לשוני התוצאות ומה המשקל האמיתי של הגוף. ב) כח בן 5 קג״כ פועל על גוף נח שמסתו 20 ק״ג במשך 5 שניות. איזו מהירות השיג הגוף אחר פעולת הכח?

3. אדם עומד על גבי מאזני קפיץ בתוך תא מעלית המתחילת לעלות בתאוצה של 1 מ׳/שנ׳², ממשיכה אח״כ בתנועה קצובה במהירות 0.5 מ׳/שנ׳ ונעצרת בתאוטה של 2 מ׳/שנ׳². תאר מה יראה מחוג המאזנים בשעת התנועה אם משקל אותו אדם 80 ק״ג. כיצד תשתנה מסקנתך כשהמעלית תרד באותם התנאים?

4. א) הסבר מהו קבל ומדוע קיבולו גדול בהרבה מקיבול כל אחד מחלקיו. ב) קבל של מקלט בנוי מ־20 לוחות מקבילים בעלי שטח של 5 סמ״ר כל אחד, כך ש־10 מהם נעים והיתר קבועים. מהו קיבולו לכל היותר אם המרחק בין לוחותיו 2 מ״מ?

5. תאר את המבנה של תא וולטא ושל תא „יבש" והסבר את פעולתם.

6. על כדור שמחוגו 3 ס״מ נמצאים 600 יאס״מ, ועל כדור שני שמחוגו 9 ס״מ נמצאים 1200 יאס״מ. כמה מטען יעבור מכדור אחד לשני בשעה שיגעו זה בזה ומאיזה כדור יצא מטען זה?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 10

1. המרחק בין פסי רכבת 150 ס״מ ומחוג מעגל הסיבוב של הרכבת 400 מ׳. חשב בכמה יש להרים את הפס החיצוני מעל הפנימי אם על הרכבות לעבור באותו סיבוב במהירות של 72 ק״מ/ש׳? הסבר את דרך הפתרון בעזרת תרשים!

2. מכונית שמשקלה 7500 ק״ג מתחילה לעלות במדרון ששיפועו 1:20 בתאוצה של 0.5 מ׳/שנ׳². מהו הכח שמפעיל מנוע המכונית אם החיכוך 5% ממשקל המכונית ומה העבודה הנעבדת על ידי המנוע במשך 10 השניות הראשונות? מהו ההספק הממוצע במשך 10 שניות אלה?

3. ארגז חול שמשקלו 30 ק״ג תלוי על שרשרת שאורכה 4 מ׳. יורים כדור אקדח שמסתו 30 ג׳ ומהירותו 200 מ׳/שנ׳ לתוך הארגז. חשב את האנרגיה שתיהפך לחום בשעת פגיעת הכדור וכן את המרחק האפקי שיעבור הארגז כתוצאה מן הפגיעה.

4. שטחו של קבל ניר הוא 1 מ״ר והמרחק בין לוחותיו 0.05 מ״מ. הניר ספוג שמן בעל מקדם דיאלקטרי 6.28. חשב את כמות המטען על הקבל אם הפוטנציאל שלו 900 וולט.

5. שני כדורי מתכת שמחוגיהם 2 ו־8 ס״מ טעונים 500 יאס״מ כל אחד. חשב את הכח שיפעל ביניהם כשהמרחק בין מרכזיהם 20 ס״מ ואת הכח שיפעל ביניהם אם יביאום תחילה לידי מגע ויריחיקום שוב לאותו מרחק.

6. הסבר היטב את כל השלבים של הניסוי המתואר להלן: כשמקרבים מוט אבוניט טעון לאלקטרוסקופ בלתי טעון פורשים העלים למרחק מסויים זה מזה. כאשר נוגעים באצבע בראש האלקטרוסקופ (בלי להזיז את מוט האבוניט) נופלים העלים. כאשר מפסיקים את המגע באצבע ואח״כ מרחיקים את מוט האבוניט הטעון פורשים העלים מחדש.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 11

1. שחין מנסה לשחות לרוחב נהר שמימיו זורמים במהירות של 3.6 ק״מ/ש׳ ומגיע לגדה הנגדית כעבור ½ דקה. רוחב הנהר 60 מ׳. א) מה היתה מהירות השחין לגבי המים? ב) מה היתה מהירות השחין לגבי גדות הנהר? ג) בכמה מטרים נסחף שחין בשעת הצליחה על ידי מי הנהר?

2. מהירות כדור רובה בעוזבו את הקנה שאורכו 60 ס״מ ושנמצא בגובה 1.25 מ׳ מעל הקרקע היא 600 מ׳/שנ׳. א) מהי תאוצת הכדור בתוך הקנה? ב) מה זמן תנועתו בתוך הקנה? ג) לאיזה מרחק אופקי יגיע הכדור?

3. כדור יד נזרק כלפי מעלה במהירות של 35 מ׳/שנ׳. א) כעבור כמה זמן יחזור ארצה? ב) לאיזה גובה מכסימלי הגיע? ג) מה היתה מהירותו כעבור 5 שניות? ד) איזה מרחק עבר במשך השנית החמישית?

4. כדור שמחוגו 4 ס״מ טעון 1200 יאס״מ. א) מהו פוטנציאל הכדור? ב) מהי עצמת השדה במרחק 8 ס״מ מן הכדור? ג) איזו עבודה דרושה על מנת לקרב כדור קטן שמחוגו 1 מ״מ אשר טעון מטען של 10 מיקרוקולון ממרחק 30 ס״מ עד מרחק 24 ס״מ ממרכז הכדור הראשון? ד) מהי אנרגית הטעינה של הכדור?

5. קבל לוחות בנוי משני לוחות מלבניים שמימדיהם 16×25 ס״מ הנמצאים במרחק 1 ס״מ זה מעל גבי זה. הלוח העליון טעון עד פוטנציאל של 600 וולט והתחתון מארק. א) מהו קיבול המכשיר? ב) מהו מטען הלוח העליון? ג) מהי עצמת השדה בין הלוחות? ד) מהו כח המשיכה הפועל בין הלוחות?

6. שני כדורים בעלי מחוגים של 10 ו־12 ס״מ טעונים מטענים של 2400+ ו־3600− יאס״מ. כדור קטן שמחוגו 1 ס״מ תלוי כמטוטלת על חוט משי בין שני הכדורים הנ״ל ופוגע תחילה בראשון, אח״כ בשני, שוב בראשון וכו׳. חשב את התחלקות המטענים בין הכדורים אחר הפגיעה הראשונה, אחר השנית, וכן אחר מספר רב מאוד של פגיעות.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 12

1. ארגז שמשקלו 360 ק״ג מונח על גבי מישור משופע ששיפועו 1:5 ומקדם החיכוך בין הארגז למישור הוא 0.5. חשב את העבודות הדרושות על מנת א) להעלות את הארגז לאורך המישור מרחק 10 מ׳ ב) להוריד את הארגז לאורך המישור מרחק 10 מ׳.

2. קטר שמשקלו 75 טון נוסע במהירות 72 ק״מ/ש׳ על גבי מסילה אופקית כשהחיכוך 0.05. חשב את הספק מנוע הקטר בכוחות סוס וכן חשב באיזו מהירות יכול היה לעלות במסילה משופעת ששיפועה 1:10 אם הספק מנועו לא היה משתנה (התשובה בק״מ/ש׳).

3. טורבינה מונעת על ידי זרם מים המכניס בכל דקה 30 מ״ק מים לטורבינה כשמהירות הכניסה 15 מ׳/שנ׳ ומהירות היציאה 5 מ׳/שנ׳. א) מהו ההספק התועלתי של הטורבינה? ב) מהו ההספק של זרם המים המוכנס לטורבינה ומה מנת הפעולה שלה?

4. אם מקשרים את הדקיו של תא על ידי תיל שהתנגדותו 1 אוהם, המתח הנמדד הוא 11 וולט אך כאשר מוסיפים נגד בן 3 אוהם בחיבור מקביל יורד מתח הדקים עד 0.9 וולט. חשב את הכא״מ של התא ואת התנגדותו הפנימית.

5. נתונים 4 תאים שווים בעלי כא״מ של 1.5 וולט והתנגדות פנימית של 2 אוהם כל אחד ונגד בן 5 אוהם. חשב את עצמת הזרם אם א) כל התאים מחוברים בטור, ב) כל התאים מחוברים חיבור מקביל, ג) התאים מחוברים בשתי קבוצות של שני תאים. ציר תרשים של החיבורים בכל מקרה!

6. כל שנתה על לוח גלונומטר מתאימה לעצמת זרם של 1/1001 אמפר והתנגדותו 40 אוהם. חשב איזה נגדים צריך לחבר לגלונומטר וכיצד יש לחברם על מנת שיהפך א) לאמפרמטר בו כל שנתה מסמנת 1 אמפר, ב) לוולטמטר בו כל שנתה מסמנת 1 וולט.

## מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 13

1. נסח את חוק הגרביטציה של ניוטון ותאר ניסוי לקביעת מקדם הגרביטציה. מהו ערכו של מקדם זה ומה מימדיו?

2. הוכח שמסילת גוף הנזרק אלכסונית היא פרבולית חשב בעזרת משואת הפרבולה שתקבל את המרחק המכסימלי האופקי אליו יגיע הגוף.

3. גוף נופל לאורך מישור משופע חלק שזויתו °30 ואורכו 1.5 מ׳. א) כמה זמן דרוש לגוף על מנת לעבור את כל המישור? ב) מהי תאוצתו? ג) מהי מהירותו הסופית?

4. גוף נופל לאורך מסילה בצורת רבע מעגל שמחוגו 150 ס״מ אשר ראשיתה מאונך וסופה מאוזן ואשר חלקה התחתון נמצא בגובה 20 מ׳ מעל הקרקע. א) חשב את המרחק האופקי שיעבור הגוף מרגע עזבו את המסילה. ב) מהו הזמן הדרוש לו לשם כך?

5. מקור זרם מחובר לוולטאמטר כסף, לוולטאמטר נחושת ולוולטאמטר הופמן המפריד מים אשר מחוברים בטור. כמה גרם מים יפרדו וכמה גרם נחושת יתקבלו בזמן שיופרשו 3.15 מיליגרם כסף מתוך תמיסת מלח כסף? (ידועים המשקלים האטומיים: כסף 108; נחושת 63.5; חמצן 16).

6. חשב איזה אמצעי חימום הוא זול יותר: א) זרם חשמלי העולה 30 פרוטה הקו״ש או ב) פחם שעולה 200 פרוטה הק״ג אם מכל ק״ג פחם אפשר להפיק 8000 קל״ג.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 14

1. גוף נע על גבי מסילה ישרה כך שמרחקו × מנקודת המוצא ניתן לחישוב על פי הנוסחה $x = 5t - t^2$ (x נמדד במ׳ ו־t בשניות). א) מהי מהירות הגוף בסוף השנית השלישית? ב) מהי מהירותו הממוצעת במשך השניה השלישית? ג) מהי תאוצתו בסוף השנית השלישית? ד) הגדר את סוג התנועה של גוף זה ותאר אותה בקיצור נמרץ.

2. ברגע בו נורה כדור רובה אופקית במהירות לוע של 500 מ׳/שנ׳ נזרק כדור יד כלפי מעלה במהירות 15 מ׳/שנ׳. כדור הרובה פגע בארץ באותו רגע בו חזר כדור היד לידי זורקו. א) מה היה הגובה המכסימלי אליו הגיע כדור היד? ב) מה היה המרחק אליו הגיע כדור הרובה. ג) מאיזה גובה מעל הקו׳קע נורה כדור הרובה? ד) באיזו מהירות פגע כדור הרובה בארץ (גודל וכיוון)?

3. הסבר מדוע חייב רוכב אופניים להטות את גופו בנסעו בסיבוב של כביש והוכח את הנוסחה להישוב זוית הנטיה.

4. התנגדותו הפנימית של תא היא 1 אוהם. מקשרים את הדקיו פעם על ידי תיל שהתנגדותו 4 אוהם ופעם על ידי שני נגדים מחוברים חיבור מקביל בני 4 ו־1 אוהם. מהו יחס עצמות הזרמים בשני המקרים?

5. סוללה שולחת זרם דרך גלונומטר טנגנטי וגורם לסטיית המחט ב־°1. דרך וולטאמטר הופמן בו נוצרים 20 סמ״ק מימן בכל דקה ודרך נגד הנמצא בתוך כמות מים בקלורימטר בו עולה הטמפ־רטורה ב־°0.2 בכל דקה כשכל המכשירים הנ״ל מחוברים בטור. תאר את השנויים בשלושת המכשירים כשיחליפו את מקור הזרם באחר אשר יזרים זרם שעוצמתו גדולה פי חמש.

6. סוללה בת 12 תאים סגורה בתוך ארגז. חושדים שכמה מהתאים מחוברים באופן הפוך. מקשרים לסוללה שני תאים נוספים חשודים לקודמים בטור ומקבלים עוצמות זרם ביחס 3:2 בהתאם לכך אם התאים החדשים מגבירים או מחלישים את הזרם מן הסוללה. מה מצב הסוללה? הסבר את תשובתך!

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 15

1. הסבר מהי השראה אלקטרומגנטית ונסח את חוק לנץ. רשום את הנוסחה לפיה מחשבים את הכא״מ המושרה.

2. שני תאים בעלי כא״מ של 1.8 ו־1.5 וולט והתנגדות פנימית של 3 ו־2 אוהם בהתאמה חוברו אל קצות נגד בן 4.8 אוהם בחיבור מקביל. מהן עוצמות הזרמים בחלקי המעגל השונים ומהם מתחי ההדקים של שני התאים?

3. לשנאי מספקים זרם בן 0.1 אמפר במתח 220 וולט המעבר דרך הסליל הראשוני שבו 550 ליפופים. כמה ליפופים בסליל השניי אם מתקבל זרם במתח 6 וולט, מה עצמת הזרם בו ומה הספק השנאי? (שרטט תרשים של שנאי והסבר בקיצור את פעולתו!).

4. הגדר את המושגים „אנרגיה קינטית" ו־„אנרגיה פוטנציאלית" והוכח את הנוסחות המשמשות לחישובם. רשום גם את יחידות האנרגיה הידועות לך ואת הקשרים בין יחידות אלה.

5. גוף שמשקלו 20 ק״ג מונח על גבי מישור משופע שזויתו 40°. מקדם החיכוך בין הגוף למישור 0.6. איזו עבודה דרושה לשם הזזת הגוף על גבי המישור למרחק 3 מ׳ א) כלפי מעלה ב) כלפי מטה?

6. משקלה של מכונית משא עמוסה 8 טון והספק מנועה 100 כוחות סוס. מהי המהירות המכסימלית של משאית זו בק״מ/ש׳ על גבי כביש אופקי אם החיכוך 5% ממשקלה ומה מהירותה על גבי כביש העולה בשיפוע של 15°?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 16

1. גוף שמסתו 200 ג׳ ומהירותו 30 ס״מ/שנ׳ משיג גוף אחר שמסתו 300 ג׳ הנע באותו כיוון במהירות 20 ס״מ/שנ׳. בהתחלה היה המרחק בין הגופים 100 ס״מ. חשב איה ימצאו שני הגופים כעבור 20 שניות בהנחה שהגופים א) פלסטיים ב) אלסטיים.

2. גוף שמסתו 20 ק״ג ומהירותו 50 ס״מ/שנ׳ נעצר על ידי כוח החיכוך במשך 10 שניות. א) מה היה שעור כח החיכוך? ב) איזו דרך עבר בשעת העצירה? ג) איזו עבודה עבד כח החיכוך? ד) מה היתה האנרגיה הקינטית של הגוף בהתחלה ביחידות טכניות?

3. גוף הנע בתנועה שוות תאוצה עובר נקודה א׳ במהירות 60 ס״מ/שנ׳ ונקודה ב׳ המרוחקת מ־א׳ מרחק 225 ס״מ במהירות של 90 ס״מ/שנ׳. א) מה היתה תאוצת הגוף? ב) במשך כמה זמן עבר את המרחק בין א׳ ל־ב׳?

4. א) הגדר את המושג „קיבול של מוליך״. ב) נתונים שני קבלי לוחות: שטחי הלוחות 31.4 ו־62.8 סמ״ר, המרחק בין הלוחות 3 ו־5 מ״מ והקבוע הדיאלקטרי של החומר בין הלוחות 4 ו־6 בהתאמה. בקבל הראשון 160 יאס״מ ובשני 120 יאס״מ. חשב כמה מטען יעבור מן האחד לשני כאשר יקשרו אותם בעזרת תיל מוליך ובאיזה כיוון.

5. נסח את חוקי אוהם וקירכהוף והגדר את היחידות של הגדלים המופיעים בחוקים אלה. ב) המתח של סוללה 67.5 וולט והנגד אליו היא מחוברת בן 22.5 אוהם. מהי עצמת הזרם בנגד ומה התנגדותו הסגולית אם אורכו 45 מ׳ ושטח חתכו 2 ממ״ר.

6. הסבר את המבנה של מצבר, את פעולתו וכן את יתרונותיו וחסרונותיו.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 17

1. א) מהי המהירות המכסימלית בה מותר למכונית לנסוע בסיבוב שמחוג מעגלו 30 מ׳ אם מקדם החיכוך בין הצמיגים לבין הכביש 0.65? (התשובה בק״מ/ש׳) ב) ארגז שמשקלו 50 ק״ג נמצא על גבי קרש היוצר זוית בת °5 עם המישור האופקי ומקדם החיכוך בין הארגז לבין הקרש הוא 0.05. חשב איזה כח דרוש למשיכת הארגז כלפי מעלה בתאוצה של 1 מ׳/שנ׳² ואיזה כח דרוש למשיכת הארגז כלפי מטה באותה תאוצה?

2. נסח את חוקי קפלר ואת חוק הגרביטציה והסבר את הקשר ביניהם (בלי הוכחה).

3. הסבר כיצד בדק ניוטון את אמיתות חוק הגרביטציה על פי תנועת הלבנה.

4. הסבר בדיוק מדוע אי אפשר למדוד את עצמת הזרם ואת המתח בדיוק באותו מעגל זרם. שרטט מעגלי זרם ואת סידור מכשירי המדידה בהם אם ברצונך למדוד בדיוק א) את עצמת הזרם ב) את המתח. הסבר גם את ההבדל בין מבנה האמפרמטר לבין מבנה הוולטמטר.

5. זרם קבוע זרם דרך וולטאמטר כסף ודרך טנגנס־גלונומטר המחוברים בטור, וכתוצאה מכך נתקבלו 5 ג׳ כסף במשך שעה אחת רוחית הסטיה בגלונומטר היתה °30. א) מה היתה עצמת הזרם? ב) מה היה קבוע הגלונומטר? ג) כיצד היתה משתנית זוית הסטיה אילו 5 ג׳ כסף היו נפרשים במשך ½ שעה?

6. הוכח את נוסחת ביו־סבר לגבי תיל מעגלי מוזרם זרם ורשום את נוסחת ביו־סבר לגבי תיל ישר ארוך מוזרם זרם. ב) רשום את הקשרים בין היחידות האלקטרוסטטיות, היחידות הטכניות והיחידות האלקטרומגנטיות של עצמת זרם ושל פוטנציאל.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 18

1. ילד עומד על גג בנין שגובהו 20 מ׳ וזורק אבן במהירות התחלתית של 50 מ׳/שנ׳. א) לאיזה מרחק מהבית הגיעה האבן אם נזרקה אופקית? ב) באיזו מהירות תגיע ארצה? ג) לאיזה גובה היתה מגיעה לו נזרקה אנכית כלפי מעלה? ד) באיזו מהירות היתה מגיעה ארצה במקרה זה?

2. בכמה ס״מ יש להגביה את הפס החיצוני מעל הפס הפנימי בפסי רכבת במקום בו המסילה מתעקמת. אם המרחק בין הפסים 120 ס״מ, מחוג מעגל העיקום של המסילה 160 מ׳ ומהירות הרכבות באותו מקום היא 36 ק״מ/ש׳.

3. הוכח את הנוסחה לחישוב זמן התנודה של מטוטלת מתי־מטית.

4. א) הסבר כיצד אפשר להשתמש בטנגנס־גלונומטר ובכמה מכשירים נוספים על מנת לקבוע את עצמת השדה המגנטי הארצי במקום כל שהוא (מלוא עצמת השדה ולא המרכיב האופקי בלבד?) ב) מהי זוית ההסחה של מחט הטנגנס־גלונומטר אם מספר הליפופים בו 15, קוטרם 10 ס״מ, עצמת הזרם דרכם 0.1 אמפר ועצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי 0.2 ארסטד.

5. תאר את המבנה של אמפרמטר רגיש שיכול לשמש למדידת זרם ישר וזרם חילופין כאחד.

6. א) נסח את חוקי פרדי והסבר אותם על יסוד תורת היאונים. ב) שוה הערך האלקטרוכימי של ניקל הוא 0.000333 ג׳/קולון. כמה זמן דרוש על מנת להפיק בעזרת זרם בן 5 אמפר 2 גרם ניקל?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 19

1. הגדר את המושגים א) כח ב) עבודה ג) הספק ד) אנרגיה ורשום את היחידות בהן נמדד כל אחד מן המושגים הנ״ל ואת הקשרים בין יחידות אלה.

2. א) נסח את חוק התקיפה. ב) חשב את הלחץ הממוצע של גזי ההתפוצצות של כדור רובה אם אורך הקנה 60 ס״מ, קוטרו 8 מ״מ, מסת הכדור 20 ג׳ ומהירות הלוע שלו 700 מ׳/שנ׳.

3. „איל״ רומאי היה גזע עץ שמשקלו כ־2 טון שהיה תלוי על שרשרות בדומה למטוטלת. חשב את מהירותו המכסימלית של האיל אם הרימוהו בדרך כלל על ידי משיכה הצידה לגובה ½ מ׳ והשוה את האנרגיה הקינטית שלו לזו של כדור תותח משקלו 10 ק״ג ומהירותו 700 מ׳/שנ׳.

4. א) תאר את מבנה המונה החשמלי והסבר את פעולתו. ב) תאר את מבנה הטלפון והסבר את פעולתו.

5. במעגל זרם נמצאים נגד בעל התנגדות אוהמית של 3 אוהם וסליל השראה בעל מקדם השראה עצמית של 0.0127 הנרי. חשב את עצמת הזרם שיעבור במעגל זה אם יקשרוהו א) למקור זרם ישר שמתחו 6 וולט, ב) למקור זרם חילופין שמתחו האפקטיבי 6 וולט ותדירותו 50 בשניה.

6. שלוש נורות, (של 10, 25, 40 וט,) חוברו חיבור מקביל למקור זרם שמתחו 220 וולט. א) מהי עצמת הזרם הזורם דרך כל אחת מן הנורות? ב) מהי ההתנגדות הכללית של מערכת הנורות? ג) מהי כמות החום הכללית הנוצרת בנורות בכל שעה?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 20

1. אדם שמשקלו 75 ק״ג עולה במדרגות עד גג בנין שגובהו 20 מ׳ במשך 40 שניות. חשב: א) את העבודה שעבד בקגכ״מ. ב) את מספר הקלוריות שהיה דרוש לביצוע עבודה זו. ג) את הספקו בוטים ובכוחות סוס.

2. הספקו של מנוע הוא 2 קילווט. א) מהו הספקו בכוחות סוס? ב) מהי העבודה שמנוע זה יעבוד במשך שעה אחת בקגכ״מ ובג׳אולים? ג) כמה בנזין צריך לספק למנוע זה בכל שעה אם נצילות המנוע 20% וכל גרם בנזין מספק 11 קל״ג?

3. משקלו של פטיש 2 ק״ג והוא פוגע בראש מסמר במהירות 30 מ׳/שנ׳. א) מהי האנרגיה של הפטיש לפני פוגעו במסמר? ב) מהו כח ההתנגדות הממוצע של הקרש אם כל מכת פטיש גורמת להדירת המסמר לעומק $1\frac{1}{2}$ ס״מ?

4. שני כדורים מוליכים בעלי מחוג של 4 ס״מ כל אחד מקושרים על ידי תיל מוליך נטענו עד פוטנציאל של 100 וולט. „קליפה״ כדורית שמחוגה 5 ס״מ הותקנה באופן סימטרי סביב אחד הכדורים בלי לנתק את התיל הנ״ל והארקה. מה יהיה פוטנציאל המערכת במצב החדש ומה מטעני הכדורים במקרה זה? בכמה קטנה האנרגיה החשמלית של המערכת?

5. א) קוטב בן 180 י״ק נמצא במרחק 30 ס״מ ממרכז מוט מגנטי בעל מומנט מגנטי של 800 י״ק × ס״מ. חשב את הכוח הפועל על קוטב זה. ב) שני קטבים מגנטיים דוחים זה את זה בכח של 2.4 דין כשהמרחק ביניהם 2 ס״מ. באיזה כח יפעלו זה על זה אם יר־חיקום עד כדי מרחק של 3 ס״מ?

6. מחט מגנטית קטנה התלויה על חוט ארוך מתנודדת 10 תנודות במשך 35 שניות בהשפעת השדה המגנטי הארצי בלבד. אם שמים מוט מגנטי ממזרח למחט באופן שהקוטב הדרומי שלו יפנה צפונה מספר התנודות במשך 55 שניות הוא 20. חשב את זמן התנועה כאשר יהפכו את המוט כך שקוטבו הצפוני יפנה צפונה.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 21

1. חשב את ההספק של מנוע המסובב אבן משחזת שקוטרה 60 ס״מ במהירות של 180 סיבובים לדקה אם כח החיכוך בין האבן לבין הגופים המושחזים הוא בן 4 ק״ג.

2. גוף שמסתו 500 ג׳ מחליק לאורך מישור משופע ששיפועו 1:3 ושמקדם החיכוך בינו לבין הגוף הוא 0.1 לאורך דרך של 6 מ׳. א) מהי האנרגיה הפוטנציאלית של הגוף בראשית התנועה? ב) מהי האנרגיה הקינטית של הגוף בסוף התנועה? ג) מה העבודה שנעבדה על ידי הגוף כנגד כח החיכוך בשעת ירידתו?

3. הרימו את המשקולת של מטוטלת לגובה 5 ס״מ מעל הנקודה הנמוכה ביותר. חשב את מהירותה בעברה בנקודה הנמוכה ביותר של מסילתה וכן עד לאיזה גובה מכסימלי תגיע בצד השני אם מסמר התקוע בקיר מכריח את חוט המטוטלת להתכופף בעוברו לצד השני בדיוק באמצעו.

4. 6 תילים ישרים שוי אורך בעלי התנגדות של 3 אוהם כל אחד הולחמו זה אל זה באופן שהם יוצרים שלד של טטראדר (פיר־מידה משולשת). שתי פינות חוברו אל מקור זרם שמתחו 2 וולט. חשב את עצמות הזרמים בתילים.

5. הזרימו זרם דרך וולטאמטר נחושת ודרך וולטאמטר הופמן המחוברים בטור. חשב את נפח המימן בלחץ 775 מ״מ כספית וטמ־פרטורה של 15° שיווצר בשעת הפרדת מים במכשיר האחד אם באותו זמן נתקבלו 15 ג׳ נחושת במכשיר השני. ידוע שהמשקל האטומי של נחושת 63, ערכיותו 2 והמשקל הסגולי של מימן בתנאים נורמליים הוא 0.09 ג׳/ליטר.

6. רכבת נוסעת במהירות 80 ק״מ/ש׳ על גבי הפסים אשר נמצאים במישור המרידיאן המגנטי. מהו הכא״מ הנוצר בין קצות צירי גלגלי הרכבת שאורכם 1.7 מ׳ אם המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי באותו מקום 0.18 ארסטד וזוית ההרכנה 65°?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 22

1. א) הגדר מהו קיבול חשמלי ורשום את היחידות בהן הוא נמדד ואת הקשרים ביניהן. ב) הסבר מהו קבל (קונדנסטור) והוכח את הנוסחה לחישוב קיבולו.

2. שני כדורי מתכת בעלי מחוגים של 6 ו־4 ס״מ נטענו במטען של 1000 יאס״מ כל אחד והמרחק בין מרכזיהם 20 ס״מ. א) מהם הכוחות הפועלים על שני הכדורים? ב) מהו הפוטנציאל בנקודה המרוחקת 12 ס״מ ממרכז הכדור הראשון ו־16 ס״מ ממרכז הכדור השני? ג) מהי עצמת השדה באותה נקודה? ד) מהם מטעני הכ־דורים אחר שנגעו זה בזה?

3. מקור זרם בעל התנגדות פנימית של 3 אוהם מחובר לאמפר־מטר שהתנגדותו 1 אוהם ולנגד שהתנגדותו 252 אוהם. אל הדקי מקור הזרם חובר וולטמטר בעל התנגדות 997 אוהם. חשב את הכח האלקטרומניע של מקור הזרם ואת עצמת הזרם שמראה האמפרמטר אם הוולטמטר מורה על מתח של 100 וולט.

4. משקלו של אופנוע עם רוכבו 350 ק״ג והספק מנועו 3.5 כוחות סוס. חשב מהי מהירותו המכסימלית של אופנוע זה על כביש בו החיכוך 5% ממשקלו ומהי נצילות מנועו אם הוא צורך 2.5 ק״ג בנזין לנסיעה שאורכה 200 ק״מ. ידוע שכל ק״ג בנזין מספק 12000 קל״ג וכל קלוריה גדולה שות ערך בקירוב ל־425 קגכ״מ של עבודה.

5. מפל מים שגובהו 20 מ׳ בו נופלים 60 מ״ק מים בכל דקת מפעיל טורבינה והמים יוצאים מטורבינה זו במהירות של 2 מ׳/שנ׳. חשב את הספק הטורבינה בכוחות סוס ובקילווטים, אם נצילותה 80%.

6. קרון רכבת שמהירותו 7.2 ק״מ/ש׳ ומסתו 10 טון פגע בקרון אחר שמסתו 15 טון שעמד על הפסים, ושניהם נעו יחד עד שנעצרו הדות לחיכוך ששעורו היה 5% ממשקלם. איזו דרך עברו שני הקרונות אחרי ההתנגשות?

## מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 23

1. גוף שמשקלו 5 ק״ג מתחלק על גבי מישור משופע ששיפועו 1:2.6. גורם החיכוך הוא 0.1. חשב כמה זמן דרוש לגוף על מנת לרדת לכל אורך המישור (260 ס״מ) אם ניתנה מהירות התחלתית של 10 ס״מ לשניה.

2. שעון מטוטלת העלה באוירון רקטה לגובה השווה לרבע מחוג הארץ. חשב בכמה יפגר או ימהר שעון זה אם דייק על פני כדור הארץ. כמו כן חשב בכמה יפגר או ימהר אם יורד למכרה שעומקו שווה לרבע מחוג כדור הארץ.

3. אוירון הטס במהירות של 360 ק״מ/ש׳ מסתובב במעגל שמחוגו 1 ק״מ. חשב את זוית הנטיה של כנפיו לגבי הכיוון האופקי והסבר היטב כיצד חשבת זוית זו.

4. א) הסבר את המבנה של הגלונומטר הטנגנטי והוכח את הנוסחה לחישוב עצמת הזרם במכשיר זה. ב) קוטר הליפופים בגלונומטר טנגנטי 25 ס״מ, עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי במקום המדידה 0.18 ארסטד ומספרי הליפופים במכשיר 1, 5, 10, 20, 50. בכמה ליפופים צריך להשתמש במדידה אם עצמת הזרם בקירוב 0.2 אמפר ומה עצמת הזרם המדוייקת אם זוית הסטיה היתה °50?

5. מקשרים שתי נורות שנועדו לשימוש במתח 250 וולט ושהספקן 50 וט פעם בחיבור בטור ופעם בחיבור מקביל למקור זרם שמתחו 200 וולט. חשב את כמות החום שתיווצר בכל אחד מן המקרים הנ״ל במשך שעה.

6. המשקל האטומי של אלומיניום 27 וערכיותו 3. חשב במשך כמה זמן אפשר להפיק 1 ק״ג אלומיניום בדרך אלקטרוליטית בעזרת זרם שמתחו 50 וולט ועצמתו 20 אמפר וכמה עולה הפקה זו אם מחיר כל קו״ש הוא 50 פרוטה?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 24

1. מהירות הלוע של פגז היא 300 מ׳/שנ׳ והמטרה נמצאת בראש גבעה שגובהה מעל עמדת התותח 150 מ׳ ומרחקה האופקי מעמדת התותח 3.5 ק״מ. מצא את זוית הגובה בה יש לירות את הפגז על מנת שיפגע במטרה.

2. דלת שמשקלה 20 ק״ג תלויה על גבי 2 צירים שהמרחק ביניהם 120 ס״מ ואשר רחוקים במידה שוה ממרכז הכובד של הדלת. מצא את הכוחות הפועלים על שני הצירים (גודל וכיוון) אם רוחב הדלת 90 ס״מ.

3. א) נסח את שלושת חוקי קפלר והוכח את שני החוקים האחרונים ב) גוף נופל נפילה חופשית לתוך בור מפולש וישר העובר דרך מרכז האדמה. קבע מהו סוג התנועה של גוף זה ובכמה זמן יגיע מפני האדמה עד למרכזה אם נניח שמחוג כדור הארץ הוא 6400 ק״מ ?

4. א) הגדר מהי „עצמת שדה אלקטרוסטטי״. ב) אלקטרון שמטענו $4.8\cdot10^{-10}$ יאס״מ ומסתו $9\cdot10^{-28}$ גרם נכנס לקבל לוחות באופן מקביל ללוחותיו, במהירות של $10^{9}$ ס״מ/שנ׳. השדה החשמלי בקבל הוא אחיד ומכוון כלפי מעלה במאונך למהירות האלקטרון, אשר נכנס לקבל בנקודה אשר חוצה את המרחק בין הלוחות ועוזב את השדה ליד קצהו של אחד הלוחות. מהי עצמת השדה אם המרחק בין הלוחות 1 ס״מ ואורכו של כל לוח 2 ס״מ ?

5. אמפרמטר רגיש חובר בטור עם וולטאמטר נחושת, וולטאמטר כסף וולטאמטר הופמן בו מפרידים מים. במשך ½ שעה נתקבלו 0.5 ג׳ נחושת. מצא כמה ג׳ כסף וכמה סמ״ק מימן נתקבלו באותו זמן ומה עצמת הזרם שיראה האמפרמטר, אם נתון: משקל אטומי של נחושת 63.5, הלחץ 750 מ״מ כספית והטמפרטורה 27°.

6. מחט מצפן קטנה הונחה במרכז המשותף של שני סלילי תיל בצורת מעגלים משותפי מרכז שמישוריהם מאונכים זה לזה. מחוגי המעגלים 15 ו־25 ס״מ והזרמים בהם בני 20 ו־10 אמפר בהתאמה, מספרי הליפופים 30 ו־40 בהתאמה. בכמה מעלות תסטה מחט המצפן אם היתה תחילה במישור הסליל הראשון ? מותר להזניח את השפעת השדה המגנטי הארצי.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס' 25

1. גוף שמשקלו 20 ק"ג מונח על גבי מישור משופע שחויתו 20°. מקדם החיכוך בינו לבין המישור 0.6. א) מהי התאוצה בת יעלה הגוף אם ימשכוהו בכח של 20 קג"כ בכיוון המישור? ב) באיזו מהירות יגיע לראש המישור אם אורכו 3 מ'? ג) באיזו תאוצה ירד הגוף לאורך המישור אם לא יפעילו עליו שום כוחות חיצוניים?

2. מנוע בנזין שנצילותו 35% צורך בכל שעה 10 ליטר בנזין. בכל ליטר בנזין אפשר להפיק 11000 קל"ג. א) מהו הספק המנוע? ב) כמה מ"ק מים אפשר לשאוב בעזרת מנוע זה מבאר שעומקה 200 מ' בכל שעה?

3. א) חשב את מסת השמש אם ידוע כי מרחק השמש מן הארץ הוא 150.000.000 ק"מ. (התשובה במיליוני טון!) ב) חשב את תאוצת הנפילה של הארץ לקראת השמש הנגרמת על ידי כח הגרוויטציה.

4. בשלושת קדקדי הבסיס של טטראדר שאורך צלעו 20 ס"מ נמצאים מטענים של 100 יאס"מ כל אחד. חשב את עצמת השדה ואת הפוטנציאל בקדקד הרביעי של הטטראדר.

5. סוללה שהתנגדותה הפנימית אותם אחד חוברה לקצוות א' ו־ב' של תיל ארוך ודק בעל שטח חתך קבוע שהתנגדותו 12 אוהם. הנקודה ג' על התיל מחלקת את אורכו ביחס 1:3 ואל קצות החלק הארוך יותר חובר גלונומטר שהתנגדותו 18 אוהם ואשר הראה שעצמת הזרם דרכו ½ אמפר. מה היה הכא"מ של הסוללה ומה מתח ההדקים שלה?

6. פרוטון נכנס במהירות $3.10^7$ ס"מ/שנ' בין לוחות קבל בכיוון מקביל ללוחותיו. הפרש הפוטנציאלים בין הלוחות 3000 וולט והמרחק ביניהם 2 ס"מ. חשב את כיוון הפרוטון בצאתו מן הקבל אם אורך לוחות הקבל 5 ס"מ. מטען האלקטרון הוא $4.8\cdot10^{-10}$ יאס"מ ומספר אבוגדרו $6\cdot10^{23}$.

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 26

1. א) נסח את חוק שימור האנרגיה והסבר את שינויי האנרגיה בתנודות קפיץ עמוס. ב) הוכח את הנוסחה לחישוב זמן התנודה של משקולת התלויה על קפיץ.

2. א) מכונית שמשקלה ½ טון עולה במדרון שזויתו °30. מקדם החיכוך הוא 0.05 והספק המנוע 20 כוחות סוס. מהי המהירות המכסימלית בה תוכל מכונית זו לעלות במדרון זה? (התשובה בק״מ/ש׳). ב) באיזו תאוצה תרד המכונית במדרון אם מנועה לא יופעל וכן לא יופעלו מעצוריה ואחר כמה שניות תגיע מראשו עד תחתיתו אם אורך המדרון 200 מ׳?

3. א) הגדר את התאוצה הצנטריפטלית והוכח את הנוסחה המשמשת לחישובה. ב) רוכב אופנוע נוסע במהירות 15 ק״מ/ש׳ במסילה עגולה שמחוגה 25 מ׳. באיזו זוית עליו להטות את גופו ואת אופנועו על מנת לא ליפול בסיבוב?

4. א) תאר את מבנה השנאי והסבר את פעולתו. ב) מדוע אי אפשר להשתמש בו לזרם ישר? הסבר גם את המבנה של מכשיר לשנוי מתח של זרם ישר ואת פעולתו.

5. משתמשים בשתי נורות שעליהן רשום 110 V 25W כדי לחמם אקוריון. חשב את כמות החום הנפלטת בכל שעה. תאר כיצד תקשר הנורות אלה למקור זרם שמתחו 250 וולט בעזרת נגד נוסף מתאים. מהי עצמת הזרם העוברת במקרה זה דרך הנורות?

6. כדור מוליך טעון שמחוגו 5 ס״מ נוגע באחת מלוחות קבל אשר מימדי לוחותיו 31.4 × 40 ס״מ, ואשר המרחק ביניהם 10 מ״מ. טטען הכדור אחר המגע 10 יאס״מ. חשב את מטענו לפני המגע ואת המתח הנוצר בין לוחות הקבל.

## מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 27

1. א) נסח את חוק שימור התקיפה והוכח אותו. ב) מהו ההבדל בין גופים אלסטיים לבין גופים פלסטיים? נסח את ההבדל גם באופן מתימטי. ג) קרון שמשקלו 4 טון הנע במהירות 36 ק״מ/ש׳ נתקל בקרון עומד שמשקלו 1 טון ושניהם ממשיכים לנוע יחד במסילה אופקית עד שהם נעצרים על ידי החיכוך ששעורו ½% ממשקל הקרונות. 1) כמה זמן נעו הקרונות יחד? 2) מהו אורך דרך העצירה? 3) כמה אנרגיה קינטית בוזבזה בשעת ההתנגשות?

2. א) כתוב את נוסחות הדרך בזריקה אופקית והוכח אותן. ב) הגדר „עבודה" ו־„הספק" וצין את היחידות הטכניות והמדעיות שלהם. ג) מנוף הרים מסה בת טון אחד בתאוצה של 2 מ׳/שנ׳². איזו עבודה עבד המנוף במשך חמש השניות הראשונות?

3. א) נסח את החוק השני של ניוטון והסבר היטב את המונחים בהם הנך משתמש. כיצד תאמת חוק זה על ידי ניסויים? ב) שני גופים קשורים זה אל זה על ידי חוט העובר מעל גלגילה הנמצאת בראשם המשותף ג׳ של שני מדרונים ג׳ א׳ ו־ג׳ ב׳. שיפועי המדרונים ידועים וכן ידועות המסות של שני הגופים. אילו תנאים צריכים להתקים על מנת 1) שהגופים ישארו במנוחה? 2) שהמערכת תנוע כלפי הנקודה א׳? 3) חשב במשך כמה זמן תעבור המערכת 4.5 מ׳ אם המסות הן בנות 90 ו־30 ג׳ בהתאמה ושיפועי המישורים 1:3 ו־3:5 בהתאמה.

4. א) נסח את חוקי אוהם וג׳אול והגדר את היחידות של הגדלים המופיעים בהם. ב) תאר ניסוי לאמות אחד החוקים הנ״ל.

5. על קומקום חשמלי רשום 600 W 200 V. א) כמה יעלה השימוש בקומקום זה במשך 5 שעות אם מחיר כל קו״ש הוא 50 פרוטה? ב) בכמה תשתנה ההוצאה אם יחובר לרשת שמתחה 220 וולט.

6. א) נתונים × תאים חשמליים שווים. מתי כדאי לחברם בטור ומתי לחברם חיבור מקביל על מנת להזרים זרם בעל עצמה מכסימלית דרך נגד נתון? ב) 20 תאים שווים בעלי התנגדות 0.15 אוהם וכא״מ 1.95 וולט חוברו בטור לנגד בן 10 אוהם. איזו עצמת זרם נתקבלה? מה היתה עצמת הזרם לו חוברו התאים בחיבור מקביל?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 28

1. משקל המשקולת של מטוטלת הוא 2 ק״ג והיא תלויה על חוט שאורכו 1 מ׳ אשר יכול לשאת לכל היותר משקולת בת 2.5 ק״ג בלי להקרע. באיזו זוית פתיחה מותר להניע מטוטלת זאת לכל היותר כך שהחוט לא יקרע?

2. על שולחן שגובהו 70 ס״מ מונחת עגלה שמשקלה 4 ק״ג הקשורה בחוט שאורכו 1 מ׳ למשקולת בת 1 ק״ג המונחת על שפת השולחן. מרחק העגלה משפת השולחן 80 ס״מ. המשקולת נפלה מקצה השולחן תודות לזעזוע קל. א) כעבור כמה זמן הגיעה המשקולת ארצה? ב) כעבור כמה זמן הגיעה העגלה לקצה השולחן? ג) באיזה מרחק מן השולחן תפגע העגלה ברצפה?

3. מנצלים רק 80% מהספק מנוע משאית המתחילה לעלות בתאוצה של 0.2 מ׳/שנ׳² בכביש ששיפועו 1:10. משקל המשאית 5 טון והחיכוך הוא 5% ממשקלה. א) איזה מרחק תעבור המשאית בדקה הראשונה של תנועתה? ב) לאיזה מהירות תגיע בדקה זו? (בק״מ/ש׳). ג) איזו עבודה נעבדה נגד כח הכבד? ד) כנ״ל נגד כח החיכוך? ה) כנ״ל לשם התגברות על התמדת המשאית? ו) מהו הספק מנוע המשאית?

4. מקור זרם בעל כא״מ של 250 וולט והתנגדות פנימית של 10 אוהם מספק זרם ל־10 נורות בעלות התנגדות של 2400 אוהם כל אחת המחוברות חיבור מקביל. חשב א) את מתח ההדקים. ב) את יעל מקור הזרם. ג) את הספק הזרם. ד) את עצמת הזרם העובר בכל נורה.

5. המבטח באינסטלציה ביתית ניתך כאשר עובר דרכו זרם בן 6 אמפר. למעגל העובר דרך המבטח חוברו: מגהץ בן 450 וט, קומקום חשמלי בן 600 וט ונורות בנות 50 וט. המתח הוא 220 וולט. א) כמה נורות אפשר לחבר למעגל בלי להתיך את המבטח? ב) מה ההתנגדות של כל אחד מן המכשירים הנ״ל ומה עצמת הזרם העובר דרכו?

6. כמה עולה הפקת גרם אחד של נתרן על ידי פירוק מלח בישול (משקל אטומי של נתרן 23 ושל כלור 35.5) בעזרת זרם שמתחו 30 וולט אם מחיר כל קו״ש הוא 60 פרוטה? כמה סמ״ק כלור נתקבלו בשעת ההפקה וכמה חום נוצר באותו זמן בוולטאמטר?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 29

1. א) רשום את יחידות העבודה הידועות לך ואת הקשרים ביניהן. ב) אדם שמשקלו 70 ק״ג רוכב על גבי אופנים שמשקלם 10 ק״ג. איזו עבודה נעבדת על ידו בשעה שהוא עולה בכביש משופע ששיפועו 1:20 לאורך דרך של 100 מ׳?

2. א) נסח את חוק שימור האנרגיה במכניקה והוכח אותו במקרה של תנודות מטוטלת מתימטית. ב) מהי המהירות המינימלית שיש למסור לגוף על מנת שיוכל לעלות לגובה 490 מ׳?

3. א) הסבר את מבנה גשר ויטסטון להשואת התנגדויות ואת החוקים עליהם מבוססת המדידה בו. ב) מהו הזרם החשמלי שסוללת בת 6 וולט מספקת לגשר ויטסטון המרכב מארבע התנגדויות שוות בגות 1000 אוהם כל אחת?

4. א) תאר את פעולת ההפרדה האלקטרוכימית. ב) זרם חשמלי הזורם דרך תמיסת חנקת כסף משקיע במשך שעה 150 ג׳ כסף. איזו כמות של נחושת תושקע אם אותו זרם יזרום דרך תמיסת גופרת נחושת במשך שלוש שעות? (משקלו האטומי של כסף 108 ושל נחושת 63.6. ערכיות הכסף 1 ושל נחושת 2).

5. א) כיצד פועל מבטח (פקק בטחון) חשמלי? ב) למכשיר חשמלי בעל התנגדות של 10000 אוהם יש הספק מותר של 4 וט. מה המתח החשמלי המכסימלי שמותר לחבר מבלי לסכנו?

6. גנרטור יוצר זרם חילופין במתח 20 וולט ובהספק של $\frac{1}{2}$ ק״וו המעבר דרך שנאי המגדיל את המתח פי 10 למקום הצריכה באמצעות תילים שהתנגדותם הכוללת 10 אוהם. חשב את ההפסדים הנגרמים על ידי חימום תילי ההולכה. כיצד אפשר היה להפחית את אותו ההפסד?

# מבחן במכניקה ובחשמל מס׳ 30

1. אורכה של מטוטלת 80 ס״מ, משרעת תנועתה 10 ס״מ ומשקל משקלתה 50 ג׳. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית, את האנרגיה הקינטית ואת התאוצה של המשקולת ברגע עברה במרחק 5 ס״מ ממרכז תנועתה.

2. משקולת בת 200 ג׳ שנתלתה על קפיץ גרמה להתארכותו ב־5 ס״מ. חשב את זמן התנודה של משקולת בת 500 ג׳ אם תתלה על אותו קפיץ.

3. כדור נפל מגובה 1.25 מ׳ על הרצפה, התרומם שוב, נפל שוב וכו׳. חשב כמה זמן נמשכה תנועתו ואיזו דרך עבר במשך כל קפיצותיו, אם מהירות הרתיעה מן הרצפה אחר כל פגיעה קטנה ב־10% ממהירות הפגיעה בה.

4. מסובבים סליל תיל בעל 3000 ליפופים במהירות של 5 סיבובים לשניה בשדה מגנטי שעצמתו 200 ארסטד. ליפופי הסליל הם מלבנים שצלעותיהם 10 ו־20 ס״מ. איזה זרם יתקבל בסליל, מה יהיה מתחו המכסימלי ומה מתחו האפקטיבי?

5. יאון מימן שמהירותו $3.10^9$ ס״מ/שנ׳ נכנס אל בין לוחות קבל בכיוון מקביל ללוחות. אורך הלוחות 10 ס״מ, המרחק ביניהם 40 מ״מ והמתח ביניהם 30000 וולט. חשב את שינוי כיוון היאון כשיצא מן הקבל אם מטען האלקטרון $1.6.10^{-19}$ קולון ומספר האטומים בגרם־אטום $6.10^{23}$.

6. א) תאר את המבנה של האלקטרומטר של תומפסון ואת השימוש בו. ב) מצא נוסחה לחישוב כח המשיכה בין שני לוחות קבל טעונים וכן נוסחה לחישוב עצמת השדה בין לוחות קבל טעון.

# מבחן מעורב מס׳ 1

1. א) הוכח כי תנועת קפיץ עמוס היא תנועה הרמונית פשוטה. ב) כשתלו משקולת בת 100 ג׳ על קפיץ, התארך הקפיץ ב־4 ס״מ וכשהחליפו משקולת זו במשקולת בת 50 ג׳ נתנו לקפיץ להתנודד במשרעת של 10 ס״מ. מהו זמן התנודה, מהי המהירות המכסימלית של המשקולת ומה האנרגיה שניתנה לה?

2. א) מהו האורך המדויק של מטוטלת שניה במקום בו תאוצת הנפילה 979 ס״מ/שנ׳? ב) מטוטלת שאורך החוט בה 65 ס״מ הוסטה הצידה למרחק אופקי של 25 ס״מ ונעזבה. מה היתה תאוצתה המכסימלית ומה מהירותה בהמצאה במרחק חצי משרעת ממצב מנוחתה?

3. א) כמה מים רותחים צריך להוסיף על 50 ליטר מים בטמפרטורה של 20° על מנת להכין אמבטיה בטמפרטורה של 38°? ב) כדי למדוד את הטמפרטורה של מבער בונזן החזיקו משקולת ברזל (חום סגולי 0.1) מספר דקות בתוך שלהבת המבער והיפילוה לתוך קלורימטר בו היו 300 ג׳ מים בטמפרטורה של 15° וכתוצאה מכך עלתה טמפרטורת המים עד 20°. מה היתה טמפרטורת הלהבה אם משקל המשקולת היה 30 ג׳?

4. א) על נורה רשום: 120 V 60W. הסבר את מובן הסימנים האלה וחשב את עצמת הזרם, את ההתנגדות, ואת ההספק של נורה זו אם יקשרוה למקור זרם שמתחו 100 וולט. ב) הנורה הנ״ל חוברה אל מקור זרם בעל כא״מ של 24 וולט והתנגדות פנימית 2.6 אוהם וכמו כן חוברו במעגל הזרם אמפרמטר שהתנגדותו 15 אוהם וולטמטר שהתנגדותו 760 אוהם. שרטט את מעגל הזרם וחשב מה יורו שני המכשירים הנ״ל.

5. טנגנס־גלונומטר בעל 20 ליפופים שקוטרם 30 ס״מ חובר בטור עם אמפרמטר. כשהאמפרמטר הראה עצמה של 0.12 אמפר היתה זוית הסטיה בגלונומטר 26°. מה עצמת המרכיב האופקי של השדה המגנטי הארצי במקום המדידה? מה תהיה הסטיה בגלונומטר כאשר האמפרמטר יראה עצמת זרם של 0.25 אמפר?

6. הזרימו זרם דרך שני וולטאמטרים מחוברים בטור. בשעה שבראשון נוצרו 1120 סמ״ק חמצן (בתנאים נורמליים) הופרש בשני כסף. כמה גרם כסף נתקבלו ומה היתה עצמת הזרם אם התהליך נמשך חצי שעה?

# מבחן מעורב מס׳ 2

1. א) מהו היחס בין תאוצת הנפילה החופשית לבין התאוצת אצנטריפטלית על קו המשוה הנגרמת על ידי סיבוב כדור הארץ סביב צירו? ב) באיזו מהירות צריך היה כדור הארץ להסתובב על מנת ששתי התאוצות תשתוינה? (מחוג כדור הארץ 6400 ק״מ). ג) מהו גודל הכח שהיה פועל במקרה זה על כל גוף במקומות שונים על פני כדור הארץ?

2. א) באילו תנאים תנועת מטוטלת מתימטית היא בקירוב תנועה הרמונית? הוכח את נוסחת התקופה של מטוטלת בתנאים הנ״ל. ב) במקום בו תאוצת הנפילה 9.8 מ׳/שנ² מבצעת מטוטלת מתימטית 1000 תנודות במשך 10 דקות. מהי תאוצת הנפילה במקום בו אותה מטוטלת מבצעת 1001 תנודות במשך 10 דקות?

3. בן כמה וולט הוא הפוטנציאל של כדור מתכת שמחוגו 2 ס״מ ומטענו 4 יאס״מ? ומה יהיה הפוטנציאל שלו אם יקיפוהו כדור מוליך בעל אותו מרכז שמחוגו 5 ס״מ ואשר מחובר לאדמה?

4. א) הגדר את המושגים: פוטנציאל; עצמת שדה; קיבול; ורשום את היחידות בהן מודדים את הגדלים הנ״ל בשיטה המחלטת ובשיטה הטכנית וכן רשום את הקשר המספרי בין יחידות אלה. ב) כדור מתכת בעל מחוג 5 ס״מ טעון עד פוטנציאל של 10 יאס״פ. חשב את הפוטנציאל במרחקים של 20, 15, 10, ו־1 ס״מ ממרכז הכדור. תאר באופן גרפי איך משתנים עצמת השדה והפוטנציאל עם המרחק עד מרכז הכדור.

5. כשנקודה מאירה נמצאת 10 ס״מ ממראה קעורה מתקבלת תמונתה במרחק 90 ס״מ מן המראה. באיזה מרחק תזוז התמונה כאשר הנקודה המאירה תזוז ב־0.1 ס״מ?

6. א) צייר את מהלך הקרנים במשקפת אסטרונומית שמרחקי המוקד של עדשותיה הם 50 ו־5 ס״מ והמרחק בין עדשות אלה 55 ס״מ. ב) איך משתנה מהלך הקרנים כשמקרבים את העדשות עד כדי 54 ס״מ?

## מבחן מעורב מס׳ 8

1. א) בתוך קלורימטר נחושת (חום סגולי 0.09 קל״ק/ג״מע׳) שמשקלו 300 ג׳ היו 223 ג׳ מים ב־°24. כשזרקו לתוך הקלורימטר גוש מתכת שמשקלו 100 ג׳ שהוחזק תחילה בתוך מים רותחים עלתה הטמ־פרטורה בקלורימטר עד °28. מהו החום הסגולי של המתכת? ב) מהו שוה הערך המכני של כל קלוריה אם משקולת בת 20 ק״ג שירדה לעומק 10 מ׳ סובבה באמצעות חבל בוחש בתוך קלורימטר שהכיל 100 ג׳ מים וכתוצאה מכך עלתה טמפרטורת המים ב־°4.5?

2. נסח את שלושת חוקי קפלר והוכח את החוק השלישי על יסוד חוק הגרוויטציה.

3. א) חשב את מסת השמש על פי תנועת הארץ אם ידוע כי אורך השנה 365 יום לערך ומרחק הארץ מן השמש $150.10^6$ ק״מ. ב) חשב את המהירות הדרושה למלווה מלאכותי על מנת שיקיף את כדור הארץ סמוך לפניו ואת כמות חומר הדלק הדרושה להעפתו, אם כל ק״ג דלק מספק 12000 קל״ג ומסת המלווה 15 ק״ג.

4. א) שעון מטוטלת העלה ברקטה לגובה השווה למחוג כדור הארץ. כיצד ינוע שעון זה אם דייק על פני כדור הארץ? ב) כנ״ל אם השעון הורד לתוך מכרה המגיע עד מחצית מחוג כדור הארץ.

5. טנגנס־גלונומטר, וולטאמטר כסף וקלורימטר מצויד בסליל חימום חוברו בטור עם ריאוסטט ועם מקור זרם. סטית הגלונומטר היתה °30, בוולטאמטר נתקבלו בכל דקה 0.05 ג׳ כסף וטמפרטורת המים בקלורימטר עלתה בכל דקה ב־°5. אח״כ שינו את התנגדות הריאוסטט כך שהגלונומטר הראה סטיה של °60. כמה כסף הפרש בכל דקה ובכמה מעלות עלתה טמפרטורת המים בכל דקה בתנאים החדשים ומה היה קבוע הגלונומטר?

6. א) הסבר כיצד תתקין מגלונומטר שנועד לזרמים עד 0.1 אמפר, אמפרמטר לזרמים עד 5 אמפר, אם התנגדותו 20 אוהם, וכיצד תתקין ממנו וולטמטר למדידת מתחים עד 300 וולט. ב) צייר מקור זרם, מבטח, מגורה, מגהץ וקומקום חשמלי המחוברים למקור הזרם בצורה המקובלת באינסטלציה ביתית רגילה. הסבר את היתרונות של חיבור זה על חיבורים אפשריים אחרים.

# מבחן מעורב מס׳ 4

1. א) נסח את חוק שמור האנרגיות המכניות. ב) שני גופים יוצאים באותו זמן ממצב מנוחה מנקודה א׳ וגולשים לאורך המי־שורים א׳ ב׳ ו־א׳ ג׳ אשר מסתיימים על מישור אופקי אחד ואשר חלקים לגמרי. 1) הוכח שהגופים מגיעים לנקודות ב׳ ו־ג׳ במהירויות שוות זו לזו. 2) הוכח שהגוף הגולש על המישור המשופע יותר מגיע לסוף דרכו לפני השני. 3) באיזו מדה משפיעה מסת כל גוף על מהירותו?

2. מחזיקים מטוטלת מתימטית במצב בו היא יוצרת זוית בת 5° עם האנך ואח״כ משחררים אותה. א) מה תהיה מהירותה המכ־סימלית של משקולת המטוטלת אם אורך החוט 1 מ׳? ב) כמה זמן יעבור עד שהגוף ישיג את מהירותו המכסימלית לראשונה?

3. הסבר את התופעות הבאות: א) בשעות היום החול על שפת הים חם יותר מן המים. ב) כוס מזכוכית עבה נסדקת אם שופכים לתוכה מים רותחים. ג) בארץ רואים מכוניות רבות בעלות גגות לבנים. ד) לפעמים שמים בין שני הכלים בקלורימטר צמר גפן. ה) לשם קירור שומרים בארצות חמות מי שתיה בכלים נקבוביים.

4. שתי עדשות מכנסות שהציר האופטי שלהן משותף נמצאות במרחק 50 ס״מ זו מזו. אלומת קרנים המקבילות לציר האופטי נשברת בעשה הראשונה שמרחק מוקדה 40 ס״מ ואח״כ בשניה שמרחק מוקדה 20 ס״מ. חשב את נקודת החיתוך של הקרנים אחר שתי השבירות. צייר את מהלך הקרנים.

5. שני כדורים בעלי מחוגים של 10 ו־20 ס״מ טעונים בהתאמה עד פוטנציאלים של 3000 ו־7500 וולט. כמה מטען יעבור מן הכדור הראשון אל השני כאשר יחברו את הכדורים בעזרת תיל ארוך ודק?

6. מוליך ישר שאורכו 10 ס״מ המוזרם זרם בן 5 אמפר נמצא בשדה מגנטי שקוי הכח שלו מאונכים למוליך ושמספר הקווים העוברים דרך כל סמ״ר המאונך להם הוא 100. חשב את הכח בו פועל השדה על המוליך וציין את כיוונו. הסבר בקיצור את הנוסחה בה השתמשת.

# מבחן מעורב מס׳ 5

1. א) הוכח את זמן התנודה של מטוטלת פיסית על סמך הנוסחה המתאימה לגבי מטוטלת מתימטית. ב) מהו זמן התנודה של סרגל שאורכו 100 ס״מ ומסתו 200 ג׳ המשמש כמטוטלת פיסית אם נקודת המשען שלו נמצאת במרחק 20 ס״מ מקצהו העליון?

2. גוף נזרק אופקית במהירות 100 מ׳/שנ׳ ממגדל שגובהו 50 מ׳. א) מה היה זמן תנועתו? ב) מה היתה מהירותו הסופית? (גודל וכיוון). ג) באיזה מרחק מבסיס המגדל פגע בקרקע?

3. שרטט שתי מראות בזווית של 120° אחת לגבי השניה ואת התמונות של גוף הנמצא בין שתי המראות. שרטט לפחות קרן אור אחת לגבי כל תמונה שבגללה נראית אותה תמונה.

4. הסבר את מבנה השישית (סקסטנט) ואת השימוש בה וציין את יתרונה לגבי מכשירים אחרים בניווט אוניות או אוירונים.

5. א) מה תהיה הטמפרטורה של מי אמבטיה אם הוסיפו ל־50 ליטר מים בטמפרטורה של 75° עוד 30 ליטר מים בטמפרטורה של 19°? ב) בכוס תה 220 ג׳ מים בטמפרטורה של 95°. כמה ג׳ מים צריכים להתאדות על מנת שהטמפרטורה תרד עד 70° אם חום ההתאדות של מים 540 קל״ק/ג׳?

6. תאר ניסוי במעבדה למדידת מקדם ההתפשטות של מוצק. ציר תרשים של המכשיר בו השתמשת וערוך טבלה לרישום תוצאות הניסוי.

# מבחן מעורב מס׳ 6

1. כדור מוליך בעל מחוג 3 ס״מ טעון מטען של 0.02 מיק־רוקולון. ציר את הגרפים המתארים את עצמת השדה ואת הפוטנציאל בשדה החשמלי של הכדור כפונקציה של דמרחק ממרכז הכדור.

2. א) תאר והסבר את תופעת הקיטוב באלמנט של וולטא. ב) שוה הערך האלקטרוכימי של נחושת הוא 0.000329 ג׳/קולון וערכיותה 2. מהי המסה של כל אטום נחושת אם מטעם האלקטרון הוא $1.6\cdot10^{-19}$ קולון?

3. גוף שמשקלו 4 ק״ג נזרק אופקית במהירות 20 מ׳/שנ׳ מראש מגדל שגובהו 45 מ׳. רוח אופקית פועלת על הגוף במשך זמן תנועתו בכח של 1 קג״כ. באיזה מקום ובאיזו מהירות יפגע הגוף בפני הארץ אם כיוון הרוח מנוגד לכיוון תנועתו של הגוף?

4. א) באילו תנאים קים כח צנטריפטלי ובאילו גורמים תלוי כח זה? ב) רוכב אופנוע עובר סיבוב במהירות 72 ק״מ/ש׳ ונוטה מן האנך בזוית אשר הטנגנס שלה 0.1. מהו מחוג הסיבוב?

5. א) הגדר את המושגים: חום סגולי; קיבול החום; חום הרתיחה. ב) מכניסים 60 ג׳ קרח בטמפרטורה $-10°$ צלזיוס לתוך 200 ג׳ מים בטמפרטורה $+10°$ צלזיוס. חשב את הטמפרטורה של התערובת אם החום הסגולי של קרח 0.5 קל״ק/ג׳ × מעלה. וחום ההיתוך של קרח 80 קל״ק/ג׳.

6. עדשה מכנסת ומראה קמורה נמצאות במרחק 20 ס״מ זו מזו באופן שצירן הראשי משותף. מרחקי המוקד של שתיהן 10 ס״מ. אלומת קרנים מקבילות לציר נשברות בעדשה ופוגעות אח״כ במראה. באיזה מקום נחתכות הקרנים אחרי ההחזרה מן המראה? ציר את מהלך הקרנים.

# מבחן מעורב מס׳ 7

1. חוט שאורכו 100 ס״מ נמתח על ידי כח בן 25 קג״כ. באיזה כח צריך למשוך את נקודת האמצע של החוט בכיוון מאונך לחוט על מנת להוציאה למרחק 1 ס״מ מן הישר המקשר את קצות החוט?

2. קורה תלויה על שני חבלים מקבילים. אם חבלים אלה קשורים לקצות הקורה המתחים בהם הם 10 ו־20 קג״כ, ואם חם קשורים במרחק 50 ס״מ מקצות הקורה המתחים בהם הם 9 ו־21 קג״כ. מהו אורך הקורה?

3. אדם עומד בין מוקדה לבין מרכזה של מראה קעורה. כיצד יראה אדם זה את פניו משתקפים במראה? הסבר את תשובתך בעזרת ציור מתאים. ב) גוף העומד במרחק 1 מ׳ ממראה קמורה שמרחק מוקדה 50 ס״מ משתקף במראה זו. מה יהיה מרחק התמונה מן המראה ופי כמה תהיה תמונה זו מוגדלת? האם תהיה התמונה המתקבלת ממשית או מדומה?

4. האם אפשר לבנות מצלמה בה משתמשים במראות במקום בעדשות? אם הדבר אפשרי שרטט תרשים של מצלמה מסוג זה?

5. בכמה סמ״ק יגדל נפחה של קובית ברזל שאורך צלעה 1 מ׳ כאשר יחממה ב־50° אם יד.ע כי מקדם ההתפשטות הקוית של ברזל הוא 0.000012?

6. שרטט תרשימים של תרמומטר מכסימום ושל תרמומטר מינימום והסבר את פעולתם. כיצד אפשר לבנות מכשיר אשר רושם את כל הטמפרטורות במשך תקופת זמן מסוימת (תרמוגרף)?

# מבחן מעורב מס׳ 9

1. חשב את האנרגיה הדרושה על מנת להעלות כדור שמשקלו 80 ג׳ לאורך מישור משופע חלק שזויתו °30 למרחק 250 ס״מ.

2. משקלה של רכבת 200 טון. חשב את הכח שמפעיל הקטר אם א) מהירותו קבועה ומקדם החיכוך 0.05, ב) מהירותו עולה מ־10 עד 20 מ׳/שנ׳ במשך דקה אחת והחיכוך כמו קודם.

3. א) ממיסים 15 ג׳ קרח בתוך 350 ג׳ מים בטמפרטורה של °22. חשב בכמה מעלות יצטננו המים אם החום הכמוס של התכת קרח הוא 80 קל״ק/ג׳. ב) חשב בכמה מעלות יצטננו $1\frac{1}{2}$ ליטר מים הנמצאים בכד אם 13 ג׳ מים יתאדו על פני הכד. החום הכמוס של אידוי מים הוא 540 קל״ק/ג׳.

4. חשב את שוה הערך המימי של קלורימטר מתוך תוצאות הניסוי הבא: ל־280 ג׳ מים שהיו בקלורימטר ב־°22 הוסיפו 450 ג׳ מים ב־°57. הטמפרטורה הסופית היתה °43.

5. תאר את המבנה של זרקור (בעזרת שירטוט) והסבר מדוע יעיל זרקור יותר מאשר מנורה חזקה סתם.

6. שרטט גוף הנמצא במרחק 3 ס״מ ממראה קמורה שמרחק המוקד שלה 6 ס״מ ומצא בעזרת השירטוט וכן על ידי חישוב את מקום התמונה.

# מבחן מעורב מס׳ 10

1. א) הגדר את המושגים: כח, מסה, תאוצה, ואת היחידות בהן מודדים גדלים אלה. ב) במכונת אטוד תלויה בכל צד משקולת בת 9 ג׳. מניחים על אחת מהן משקולת בת 2 ג׳. 1) מהי תאוצת התנועה הנוצרת? 2) מהי המתיחות בחוט? 3) מהו הכח בו לוחצת המשקולת בת 2 ג׳ על המשקולת הגדולה בשעת התנועה? 4) אם החוט נקרע שניה אחת אחר התחלת התנועה, חשב את הדרך שכל משקולת תעבור במשך שניה אחת אחר קריעת החוט.

2. א) נסח את חוקי קפלר והוכח את החוק השלישי. באילו תנאים הוכחתך נכונה? ב) חשב את מרחק הירח מן הארץ אם ידוע שהוא מקיף את כדור הארץ במשך 27.3 יום, שהיקף כדור הארץ 40000 ק״מ ומשקלו הסגולי הממוצע 5.5 ג׳/סמ״ק. קבוע הגרביטציה הוא $6.7 \cdot 10^{-8}$ יחידות סג״ש.

3. א) הסבר את המושגים: התנגדות והתנגדות סגולית של מוליך. נסח את חוק אוהם ותאר כיצד אפשר לאמת אותו על ידי ניסויים. ב) מחברים את הקטבים של תא בעל כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 0.2 אוהם על ידי שני תילים שהתנגדויותיהם 8 ו־12 אוהם בחיבור מקביל. 1) מהו מתח ההדקים של התא? 2) מהי עצמת הזרם בכל אחד מן התילים? 3) כיצד ישתנה מתח ההדקים אם יחליפו אחד התילים בתיל בעל התנגדות גדולה? 4) כיצד תשתנינה במקרה זה עוצמות הזרמים בתילים? באר את תשובותיך!

4. א) מהי השראה אלקטרומגנטית ומהם חוקיה? ב) תאר בפרוטרוט מכשיר שפעולתו מבוססת על השראה אלקטרומגנטית.

5. א) הגדר את המושג: חום סגולי של חומר. ותאר ניסוי למדידת חום סגולי של נוזל. רשום את המשואה הדרושה לחישוב התוצאה לפי הניסוי שתיארת. ב) ק״ג אחד מימן בתנאים נורמליים נדחס עד לחץ של 380 ס״מ כספית והוא מתחמם עד 27° בשעת הדחיסה. חשב את נפח המימן בתנאים החדשים אם משקלו הסגולי בתנאים נורמליים 0.00009 ג׳/סמ״ק.

6. ציר את מהלך הקרנים במשקפת אסטרונומית. ב) מרחקי חמוקד של עדשות משקפת אסטרונומית הם 50 ו־5 ס״מ. חשב וציר את מקום התמונה של עצם הנמצא באין־סוף אם המרחק בין העדשות 54 ס״מ.

# מבחן מעורב מס׳ 11

1. נוסע ברכבת שמהירותה 63 ק״מ/ש׳ זורק קליפת תפוז במהירות 2 מ׳/שנ׳ מתוך חלון הקרון בכיוון אופקי ומאונך לפסים. חשב את מהירות הקליפה ביחס לארץ ברגע פגיעתה בקרקע אם גובה החלון מעל הקרקע הוא 2.25 מ׳.

2. א) הגדר את המושגים „מהירות ממוצעת", „מהירות רגעית". ב) גוף נע במשך 5 שניות כך שאורך הדרך $x$ שהוא עבר במשך $t$ שניות נתנת לחישוב לפי הנוסחה: $x = 5t^2 + 2t$. חשב את מהירותו הממוצעת וכן את מהירותו ההתחלתית והסופית.

3. מנה את התופעות אשר מאשרות את התורה הפרודתית להסבר המגנטיות.

4. א) הגדר מה פירוש המונח: הגדלה של טלסקופ. ב) צייר ציורים סכמטיים של טלסקופי העדשות הידועים לך והראה בכל ציור את מהלך הקרנים במכשיר.

5. תאר ניסוי שערכת במעבדה לקביעת החום הכמוס של התכת קרח. ערוך טבלה לרשום תוצאות הניסוי והראה מהם החי׳ שובים הדרושים למציאת החום הכמוס.

6. חשב את החום הסגולי של מתכת לפי תוצאות הניסוי הבא: גוש מאותה מתכת שמשקלו 200 ג׳ חומם זמן ממושך בתוך מים רותחים בלחץ רגיל והוכנס אח״כ לתוך קלורימטר נחושת (חום סגולי 0.09 קל״ק לכל גרם־מעלה) שמשקלו 110 ג׳ אשר הכיל 70 ג׳ מים. כתוצאה מכך עלתה הטמפרטורה מ־25° עד 40°.

# מבחן מעורב מס׳ 12

1. מגובה $\frac{1}{2}$ מ׳ מעל לרצפה נזרק גוף כלפי מטה במהירות התחלתית של 1 מ׳/שנ׳. א) מהו הגובה המכסימלי שהגוף יוכל להגיע אליו אחר התנגשותו ברצפה. ב) איזה אחוז מן האנרגיה המכנית אבד לגוף בשעת פגיעתו ברצפה אם עלה אחר ההתנגשות עד גובה $\frac{1}{2}$ מ׳? ג) מה קרה לאנרגיה המכנית שאבדה?

2. א) נסח את חוק המשיכה של ניוטון ותאר את ניסוי קונדיש הקשור לחוק זה. מה אפשר להסיק מניסוי קונדיש? ב) לו העבירו משקולת בת 5 ק״ג לפני הירח, באיזה כח היה הירח מושך אותה? (ידוע שמסת הארץ גדולה פי 80 מזו של הירח ומחוג כדור הארץ גדול פי 4 מזה של הירח).

3. מהו שוה הערך המכני של החום? תאר ניסוי למדידתו.

4. עצם נמצא במרחק 12 ס״מ מעדשה דו קמורה בעלת מרחק מוקד של 10 ס״מ. בכמה ס״מ תזוז התמונה אם יעבירו את העצם למרחק 8 ס״מ מן העדשה? צייר את מהלך הקרנים בשני המצבים.

5. כדור מוליך שמחוגו 20 ס״מ טעון מטען של 1000 יאס״מ. מחברים אותו על ידי תיל ארוך ודק לאלקטרומטר שקיבולו 10 ס״מ. א) חשב את המטען ואת הפוטנציאל על האלקטרומטר אחר החיבור. ב) השוה את האנרגיות החשמליות לפני החיבור ואחריו. הסבר את תשובתך.

6. מצא פי כמה מסת השמש גדולה ממסת הארץ לפי הנתונים הבאים: מרחק הארץ מן השמש $1.5\cdot10^8$ ק״מ ומרחק הלבנה מן הארץ $4.8\cdot10^5$ ק״מ. תקופת הארץ בסובבה סביב השמש 360 יום ותקופת הלבנה בסובבה סביב הארץ 27.3 יום.

# מבחן מעורב מס׳ 18

1. גלגל תנופה בעל מחוג התמדה של 1.5 מ׳ מסתובב 240 סיבובים לדקה. מהי מסתו אם הוא מסוגל למסור אנרגיה של 2000 קג״כ בלי שמספר סיבוביו ירד מתחת ל־239 לדקה.

2. חוט חסר משקל עובר מעל גליל מלא שמסתו 400 ג׳ ומחוגו 1.8 ס״מ אשר יכול להסתובב סביב צירו. בקצות החוט משקלות בנות 200 ו־250 ג׳. א) מהי האנרגיה הסיבובית של הגליל אחר שהמשקולת הכבדה יותר ירדה 1 ס״מ ממצב מנוחה? ב) מהי תתאוצה הזוויתית של הגליל?

3. א) נסח את חוק בויל־מריוט ותאר ניסוי לאמות חוק זה. ב) הקטינו את נפחה של כמות גז מ־15 ל־10 ליטרים בלי לשנות את הטמפרטורה. חשב את הלחץ אחר הקטנת הנפח אם הלחץ הקודם היה 3 אטמוספירות. ג) האם אפשר לבצע שינוי כנ״ל תוך 0.1 שניה?

4. א) תאר את אופן ההכנה של תרמומטר כספית למדידת טמפרטורות בין 0° לבין 100° צלזיוס. ב) השלם את הטבלה הבאה:

| ° צלזיוס | ° פרנהיט | ° קלוין |
|---|---|---|
| 45° | | |
| | 50° | |
| | | 258° |

5. רשום את סוגי הספקטרום הידועים לך, כיצד יוצרים אותם ולמה הם משמשים.

6. שרטט תרשים של משקפת אסטרונומית וצייר את מהלך הקרנים במכשיר זה.

# מבחן מעורב מס׳ 14

1. גליל חלול שמסתו 100 ק״ג ומחוגיו (הפנימי והחיצוני) 30 ו־50 ס״מ מסתובב סביב אחד מקוויו היוצרים החיצוניים הנמצא במצב מאוזן. חשב את מומנט ההתמדה שלו ואת המהירות הזוויתית המינימלית שבה עליו להתחיל להסתובב ממצב שווי המשקל היציב שלו על מנת שיוכל להשלים סיבוב מלא.

2. צירו של גלגל הוא אופקי וקוטר הציר הוא 10 ס״מ. אם תולים על חוט קל הכרוך סביב ציר הגלגל משקולת בת 1 ק״ג ונותנים לה דחיפה קלה היא יורדת בתנועה קצובה. אם תולים על החוט משקולת בת 2 ק״ג מתחיל הגלגל להסתובב ללא דחיפה ות־משקולת יורדת 1 מ׳ במשך 6.5 שניות. חשב את מומנט ההתמדה של הגלגל.

3. א) מהו ההבדל בין התאדות לרתיחה? ב) האם אפשר להרתיח מים בטמפרטורה של 80° צלזיוס ובאילו תנאים דבר זה אפשרי?

4. תאר את המבנה של מנוע דיזל בעל 4 קצבים ומנה את יתרונותיו לגבי מנוע שריפה פנימית רגיל ואת חסרונותיו.

5. א) הוכח את הנוסחה למציאת ההגדלה (או ההקטנה) במראה קמורה. ב) האם אפשר לבנות מצלמה המכילה מראות במקום עדשות? אם הדבר אפשרי לדעתך, צייר תרשים של מצלמה מסוג זה.

6. גוף משתקף במראה קעורה שמחוג הכדור ממנו נוצרה הוא 2 מ׳. תמונת הגוף קטנה מן הגוף פי 2. מהו מרחק התמונה מן המראה?

# מבחן מעורב מס׳ 15

1. פטיש שמשקלו 5 ק״ג פוגע במסמר שמסתו קטנה מאוד במהירות של 3 מ׳/שנ׳ ומכניס את המסמר לתוך קרש בעומק של 2 ס״מ. מהו כח ההתנגדות הממוצע של הקרש?

2. חוט ברזל שאורכו 15 ס״מ כפוף כלפי מעלה במרחק 4 ס״מ מקצהו האחד ובמרחק 6 ס״מ מקצהו השני כך שבכל נקודת כיפוף נוצרה זוית ישרה. הוכח שאם יתלו חוט זה על מסמר בנקודת הכיפוף השניה הוא היה במצב שווי משקל כאשר הקצה הראשון ימצא בדיוק מתחת למסמר.

3. תאר את המבנה של מנוע שריפה פנימית של 2 קצבים והסבר מהם יתרונותיו לגבי מנוע של 4 קצבים ומהם חסרונותיו. הסבר את פעולת המנוע בעזרת ציורים מתאימים.

4. בתוך קלורימטר ששוה הערך המימי שלו 20 ג׳ נמצאים 780 ג׳ מים בטמפרטורה של 30°. מה תהיה טמפרטורת המים בקלור־רימטר אם יכניסו לתוכו 50 ג׳ קרח בטמפרטורה של 10°— אם חום ההיתוך של קרח 80 קל״ק/ג׳×מעלה וחומו הסגולי 0.5 קל״ק/ג׳?

5. גוף העומד במרחק 1 מ׳ ממראה קעורה שמרחק מוקדה 25 ס״מ משתקף במראה זו. מה יהיה מרחק התמונה מן המראה ומי כמה תהיה תמונה זו מגדלת לעומת הגוף? האם תהיה התמונה ממשית או מדומה? הסבר את תשובתך!

6. הסבר את מבנהו של טלסקופ גלילי בעזרת תרשים המכיל שהלך קרנים אחדות לפחות. רשום את יתרונותיו ואת חסרונותיו של טלסקופ זה והסבר על יסוד זה את שימושו של טלסקופ זה בימינו.

## מבחן מעורב מס׳ 16

1. אורך מטוטלת מתימטית הוא 1 מ׳ ומסת משקולתה 100 ג׳. מרימים את המשקולת כך שהחוט המתוח אופקי ונותנים לה לנוע. מה תהיה האנרגיה הקינטית של המשקולת בשעה שהחוט ייצור זוית בת 30° עם האנך?

2. גוף מחליק לאורך מישור משופע שזויתו 45°, ומהירותו בסוף המישור היא מחצית המהירות שהיתה לו אילו נפל נפילה חופשית מאותו גובה. מהו מקדם החיכוך בין הגוף לבין המישור?

3. הסבר בעזרת שרטוטים כיצד נוצר ליקוי לבנה וכיצד ליקוי חמה. רשום את ההבדלים בין ליקויים אלה ומתי יכול לחול ליקוי חמה וליקוי לבנה ומדוע לא חל ליקוי מכל סוג בכל חודש.

4. שרטט שתי מראות מישוריות בזוית בת 80° בערך וגוף המשתקף במראות אלה. שרטט את כל התמונות הנוצרות וקרן אחת לפחות לגבי כל תמונה שבגללה נראית אותה תמונה.

5. צנור היוצר זוית בת 30° עם האנך ממולא נפט שמשקלו הסגולי 0.8 ג׳/סמ״ק עד לנקודה הנמצאת בגובה 1.2 מ׳ מעל פתחו התחתון, אשר שטח חתכו 25 סמ״ר. א) מהו הלחץ בתחתית הצינור? ב) באיזה כח לפחות צריך ללחוץ טבלת גומי אל תחתית הצינור על מנת שהנפט לא ישפך?

6. תאר את המבנה של מכשיר הרמה הידראולי להרמת מכוניות בעזרת ציור סכמטי מתאים ומצא נוסחה לחישוב היתרון המכני של המכשיר שתיארת.

# מבחן מעורב מס׳ 17

1. כח בשעור ג״כ אחד פועל על מסה בת 1 ג׳ במשך דקה אחת. איזו עבודה עבד כח זה ולאיזו מהירות הגיעה המסה בהנחת שבתחילה היתה במנוחה?

2. גוף שמסתו 200 ג׳ התחיל להתחלק על גבי מישור משופע שזויתו °30 והגיע לתחתיתו במהירות 2.5 מ׳/שנ׳. א) כמה זמן נמשכה התנועה? ב) מה היה אורך המישור? ג) במשך כמה זמן היה נופל בנפילה הופשית מאותו גובה? ד) מה היתה מהירותו הסופית במקרה זה? ה) מהו יחס העבודות שנעבדו על ידי כח הכובד בשני המקרים?

3. גוף בן 400 ג׳ שנע במהירות 3 מ׳/שנ׳ נעצר על ידי כח קבוע ועבר בזמן העצירה עוד 7.5 מ׳. א) מה היה שעור הכח העוצר? ב) מה היה גודל התאוצה? ג) כמה זמן נמשכה העצירה?

4. תאר את המכשירים למדידת אורך מדויקת אשר ידועים לך. הסבר את השימוש בהם ואת מידת הדיוק אליה אפשר להגיע.

5. אילו שיטות לקביעת המשקל הסגולי של נוזל ידועות לך? תאר אותן בעזרת ציורים מתאימים ורשום מהם החישובים הדרושים למציאת התוצאה המבוקשת.

6. א) באילו גורמים תלוי מרחק המוקד של עדשה דקה? ב) מהי אברציה ספירית? ג) מהי אברציה כרומטית? ד) מהי אסטיגמטיות?

# מבחן מעורב מס׳ 18

1. אדם מסובב ידית של מכונה שאורכה 30 ס״מ במהירות של 100 סיבובים לדקה, בהפעילו כח של 1 קג״כ. מהו הספק המכונה?

2. גוף שמסתו 5 ק״ג מתחיל להחליק לאורך מישור משופע שזויתו °30. גורם החיכוך הוא 0.1. א) מהו ההפסד באנרגיה פוטנציאלית במשך 3 השניות הראשונות לתנועתו? ב) מהו הרוח באנרגיה קינטית באותו זמן? ג) מהי העבודה שנעבדה כנגד כח החיכוך בזמן זה? ד) הסבר את התנועה מבחינת חוק שימור האנרגיה.

3. שרטט תרשים של טורבינת קיטור או מים והסבר את פעולתה. במה תלוי היעל של טורבינה כזו?

4. שרטט תרשים של מכונת קיטור רגילה (של וט) והסבר את פעולתה, את יתרונותיה ואת חסרונותיה. מדוע קוראים למכונה מסוג זה „מכונת שריפה חיצונית״?

5. הסבר כיצד תבחין אם עדשת זכוכית הנתנת לידך היא מכנסת או מפזרת. פרט לפחות 3 דרכים לאבחנה כזאת.

6. הסבר כיצד אפשר להשתמש במנסרת זכוכית במקום מראה רגילה. מדוע מבכרים להשתמש במנסרות במקום מראות במכשירים אופטיים משוכללים כגון משקפות, פריסקופים וכד׳?

# מבחן מעורב מס' 19

1. ילד זרק אבן בכיוון אופקי מגג בנין וראה שהאבן פגעה בקרקע 3 שניות אחר שנזרקה. האפשר לקבוע מהו גובה הבניין ממדידה זו בלבד? באיזו מהירות צריך לזרוק את האבן כדי שתפגע בקרקע במרחק 150 מ' ממקום הזריקה?

2. סובבו גוף במעגל אופקי שקוטרו 1.6 מ' במהירות זויתית של 15רד'/שנ' על ידי כך שהחזיקוהו בעזרת חוט. תאר את המסילה שהגוף יעבור אם החוט יקרע ובאיזה מקום יפגע הגוף בקרקע אם גובה מעגל סיבובו מעל הקרקע היה 2 מ'.

3. הוכח שקרני אור היוצאות מנקודה מאירה ופוגעות במראה מישורית חוזרות מן המראה כאילו באו מנקודה מסוימת מאחורי המראה.

4. תאר מכשיר להשוואת עוצמות אור של שני מקורות אור. הסבר בפרוטרוט את החוקים האופטיים עליהם מבוסס השימוש במכשיר שתיארת, והראה מהם החישובים שיש לערוך לשם קבלת התוצאה המבוקשת.

5. מוסיפים 80 ג' מים בטמפרטורה של 64° על 60 ג' מים ונמצאים בקלורימטר נחושת שמשקלו 120 ג' ואשר הטמפרטורה שלהם היתה 24°. חשב את החום הסגולי של נחושת אם הטמפרטורה של התערובת היתה 45.3°?

6. חשב את החום הסגולי של ברזל על פי תוצאות הניסוי הבא: גוש ברזל שמשקלו 240 ג' הוחזק זמן ממושך בתוך מים רותחים בלחץ רגיל והוכנס אח"כ לכלי שהכיל 500 ג' מים. כתוצאה מכך עלתה הטמפרטורה של המים מ-20° עד 24.2°.

# מבחן מעורב מס׳ 20

1. כדור אקדח נורה במהירות התחלתית של 160 מ׳/שנ׳ א) אנכית כלפי מעלה ב) אופקית מגובה 45 מ׳. כעבור כמה זמן יגיע ארצה בכל מקרה ולאיזה גובה יגיע במקרה א׳ ולאיזה מרחק אופקי במקרה ב׳?

2. תאר את השיטות הניסויות לקביעת תאוצת הנפילה החופשית. מהם החישובים הדרושים בכל מקרה לקביעת התוצאה?

2. בקלורימטר נחושת (חום סגולי 0.1 קל״ק/ג׳×מעלה) שמשקלו 200 ג׳ היו 130 ג׳ מים בטמפרטורה של °20. מה היתה הטמפרטורה בקלורימטר אחר ששפכו לתוכו 300 ג׳ מים בטמפרטורה של °80?

4. תאר ניסוי לקביעת החום הכמוס של אדוי מים וערוך טבלה לרשום תוצאות הניסוי. הראה מהם החישובים הדרושים לקביעת התוצאה המבוקשת.

5. שרטט עדשה מפזרת שמרחק מוקדה 8 ס״מ וגוף הנמצא 8 ס״מ לפני העדשה. מצא את מקום התמונה הן על ידי שרטוט והן על ידי חישוב והשווה את שתי התוצאות.

6. תאר את מבנה הזרקור והסבר מדוע אורו אינו נחלש באותה מידה כמו אור מנורה רגילה עם גידול המרחק ממקור האור. כיצד בנוי זרקור מכונית על מנת לאפשר לנהג לשנות את צורת אלומת האור הנפלטת מן הזרקור כדי למנוע סינוור?

## מבחן מעורב מס 21

1. משקלו של שולחן 20 ק"ג, אורכו 1.2 מ' ורגליו נמצאות במרחק 20 ס"מ מקצה השולחן. א) מהו שעור הכח המכסימלי שמותר להפעיל בקצה השולחן כלפי מטה כך שעוד לא יתהפך? ב) מהם הכוחות בהם לוחצות 4 רגלי השולחן על הרצפה אם מניחים משקולת בת 10 ק"ג בקצה השולחן בנקודת האמצע של רוחבו?

2. על שני כבישים ישרים המצטלבים בזוית בת 60° נעות שתי מכוניות בכיוון אל ההצטלבות במהירויות של 60 ו־45 ק"מ/ש'. מהי המהירות היחסית של כל מכונית ביחס לחברתה?

3. א) הגדר מקדם התפשטות קוית של מוצק. ב) מוט שאורכו ב־23° 1.5 מ' התארך ב־1.5 מ"מ כאשר חיממו אותו עד 100°. מהו מקדם התפשטותו הקוית של חומר המוט? מהו מקדם התפשטותו הנפחית?

4 א) מהו העקרון עליו מבוססים החישובים הקלורימטריים? מהו העקרון הכללי שהעקרון הנ"ל הוא חלק ממנו? ב) מהו קיבול החום של קלורימטר אם הטמפרטורה של 350 ג' מים שהיו בו ירדה מ־42° עד 37° כששפכו לתוכו 150 ג' מים בטמפרטורה של 24°?

5. א) תאר את מבנה העין והסבר את תפקיד חלקיה העקריים. ב) מדוע נראות אישון העין שחור אצל כל בעלי החיים ללא יוצא מן הכלל?

6. שרטט תרשים של משקפת מנסרות והסבר את השימוש בה.

# מבחן מעורב מס׳ 22

1. גוף שמהירותו 3 מ׳/שנ׳ עולה לאורך מישור משופע שזויתו 15°. חשב לאיזה מרחק מכסימלי מנקודת היציאה יגיע ובמשך כמה זמן יגיע לנקודה הנ״ל.

2. המשקלות השוות במכונת אטוד הן בנות 49.5 ג׳ כל אחת והגירום הוא בן 1 ג׳. מרחק התנועה עד הטבעת הוא 80 ס״מ והמרחק מן הטבעת עד סוף התנועה 120 ס״מ. מהו גודל תאוצת הנפילה החופשית אם זמן התנועה הקצובה במכונה זו היה 3 שניות?

3. תאר את המבנה של טלסקופ מראות ואת יתרונו לגבי טלסקופ עדשות גדול.

4. שרטט מראה קעורה שמרחק מוקדה 4 ס״מ וגוף הנמצא במרחק 12 ס״מ מן המראה. שרטט את תמונת הגוף ובדוק את התוצאה על ידי חישוב.

5. תאר את תלות הנפח של כמות מים בטמפרטורה בין 0° לבין 100° צלזיוס במלים וכן על ידי תיאור גרפי. הסבר את השוני בין תיאור זה לבין התיאור שהיה מתקבל לו דובר על התפשטות נוזל אחר והסבר את חשיבות התופעה בטבע. האם קיימת עוד תופעה אחרת בה שונה התנהגות המים מהתנהגות רוב החומרים האחרים בטבע?

6. נסח את חוקי הגזים הידועים לך ותאר ניסויים לאימות חוקים אלה.

## מבחן מעורב מס׳ 23

1. כדור עץ שמשקלו הסגולי 0.6 ג׳/סמ״ק נפל מגובה 5 מ׳ אל בריכת מים. לאיזה עומק מתחת לפני המים הגיע לכל היותר אם 75% מאנרגית הכדור אבדו בשעת הפגיעה בפני המים?

2. משקלה של קרונית במעלית משופעת שזויתה °30 הוא 150 ק״ג. מה צריך להיות הספק המנוע כדי שהקרוניות תעלינה במהירות של 2 מ׳/שנ׳ כשהן ריקות? באיזו מהירות תעלינה אם תהינה עמוסות 850 ק״ג משא?

3. א) מהי תחזית בליעה ומה שימושיה העקריים? ב) מוט מתכת מלובן שפע אור שנבדק בדיקה ספקטרוסקופית. מהו סוג התחזית שנתקבל ומה אפשר לדעת על ידי בדיקת תחזית זו?

4. א) מה גורם לקוצר ראיה ואיך אפשר לשפר את ראיתו של אדם קצר ראיה? ב) הסבר מדוע זקוקים אנשים בגיל העמידה למשקפים אפילו אם היו בעלי ראיה תקינה בצעירותם.

5. שרטט תרשים של משאבה יונקת והסבר בקיצור את אופן פעולתה. האם אפשר להשתמש במשאבה כזאת לשם העלאת נפט מתוך באר נפט שעומקה 2500 מ׳?

6. לתוך קלורימטר שמשקלו 100 ג׳ וחומו הסגולי של החומר ממנו הוא עשוי 0.1 קל״ק/ג׳×מעלה, אשר הכיל 390 ג׳ מים בטמ־פרטורה של °75 הטילו 15 ג׳ קרח ב־°0. חשב את הטמפרטורה הסופית של המים בקלורימטר אם חום ההיתוך של קרח הוא 80 קל״ק/ג׳.

# מבחן מעורב מס׳ 24

1. מסגרת מלבנית שמימדיה 30 × 40 ס״מ עשויה חוט ברזל דק ותלויה באחת מפינותיה על מסמר כמטוטלת. חשב את זמן התנודה של מטוטלת זו.

2. הסבר את המושגים: כח צנטריפטלי וכח צנטריפוגלי, ורשום את הנוסחות לחישוב שעוריהם. הוכח את הנוסחה לחישוב זוית הנטיה של רוכב אופנים הנוסע במסילה עגולה.

3. קו צנורות להזרמת אדי מים בטמפרטורה של 110° מורכב מצנורות ברזל שאורכם 5 מ׳. איזה רוח להתפשטות הצנורות יש להשאיר בכל נקודת חיבור של הצינורות אם מקדם ההתפשטות של ברזל הוא 0.000012 והטמפרטורה הממוצעת בסביבת הצינורות היא 15°?

4. מוט ברזל ומוט נחושת המונחים זה ליד זה מולחמים זה לזה באחד מקצותיהם. מה צריך להיות אורך מוט הברזל ומה אורך מוט הנחושת כדי שהמרחק בין הקצוות הבלתי מולחמים ישאר תמיד 10 ס״מ? ידוע כי מקדמי ההתפשטות של ברזל ושל נחושת הם 0.000012 ו־0.000019 בהתאמה.

5. תאר את מבנה השישית (סקסטנט) ואת השימוש בה לקביעת זוית הגובה של השמש. הסבר את יתרון השישית לגבי מכשירים אחרים למדידת זוית גובה.

6. תאר אחת השיטות הידועות לך למדידת מהירות האור. ציר תרשים של המכשירים הדרושים לביצוע הניסוי המתואר על ידך.

## מבחן מעורב מס׳ 25

1. גוף נע על גבי ישר כך שמרחקו $x$ מנקודת המוצא ניתן על פי הפונקציה $x=.6t-3t^2$ כאשר $t$ זמן התנועה בשניות ו־$x$ נמדד במטרים. חשב את מהירות הגוף במטרים לשניה כעבור $t$ שניות מהתחלת התנועה והוכח שתנועה זו היא תנועה שוות תאוצה.

2. הוכח שסירת מפרש תנוע במהירות הגדולה ביותר בכיוון נתון כל שהוא אם מפרשה יחצה את הזווית בין כיוון תנועתה לבין כיוון הרוח.

3. הוכח את הנוסחה לחישוב מרחק התמונה ממראה קעורה אם הגוף המשתקף במראה נמצא בין מוקד המראה לבין מרכז הכדור שהמראה חלק ממנו.

4. מצא את מחוג הכדור ממנו נוצרה מראה קעורה אם תמונת גוף הנמצא 16 ס״מ לפני המראה היא במרחק 20 ס״מ מאחורי המראה.

5. שרטט תרשים של מכונת קירור והסבר את פעולתה.

6. א) הגדר את המושגים: קלוריה, חום סגולי של חומר, חום אידוי של חומר. ב) חשב את חום השריפה של חומר דלק לפי תוצאות הניסוי הבא: בתוך קלורימטר ברזל (חום סגולי 0.1 קל״ק/ג׳ × מעלה) שמשקלו 500 ג׳ היו 1200 ג׳ מים בטמפרטורה של 20° צלזיוס. אחר שנשרפו בו 5 ג׳ דלק עלתה הטמפרטורה עד 52°. באיזה יחידות נמדד חום השריפה?

## מבחן מעורב מס׳ 26.

1. א) מה צריכה להיות המהירות של רקטה על מנת שתקיף את כדור הארץ קרוב לפני האדמה ככוכב לכת? ב) מהירותו של כוכב שביט בפריהל היא 1272 ק״מ/שנ׳. חשב את מהירותו באפהל אם מרחק הפריהל מן השמש הוא 2 דקות אור ומרחק האפהל מן השמש שעת אור אחת. ג) חשב את מסת השמש בטונות בהנחה שמרחק השמש מן הארץ $1.5\cdot10^8$ ק״מ.

2. הספקו של מנוע מכונית 8 כוחות סוס ומשקלה ½ טון. התיכוך על כביש ישר מגיע עד כדי 7.5% ממשקל המכונית. חשב את מהירותה המכסימלית בק״מ/ש׳.

3. שרטט עדשה מכנסת בעלת מרחק מוקד של 6 ס״מ ותמונת גוף הנמצא במרחק 2 ס״מ לפני העדשה. חשב את מרחק התמונה מן העדשה והשווה את תוצאת החישוב עם התוצאה המתקבלת מן הציור.

4. שרטט עדשה מפזרת בעלת מרחק מוקד של 4 ס״מ ותמונת גוף הנמצא במרחק 6 ס״מ לפני העדשה. השוה את התוצאה המתקבלת מן הציור עם תוצאת חישוב מקום התמונה על פי נוסחת העדשה.

5. תאר ניסוי למציאת מקדם ההתפשטות של גוזל והסבר על יסוד איזה חוקים תוכל לחשב את התוצאה המבוקשת, איזה גדלים עליך למדוד וכיצד תחשב את התוצאה למעשה.

6. הסבר את מבנה המצבר הרגיל ואת פעולתו ומנה את יתרונותיו ואת חסרונותיו.

# מבחן מעורב מס׳ 27

1. א) מהירותה של מכונית 27 ק״מ/ש׳. חשב כמה שניות דרושות למכונית זו על מנת לעבור גשר שאורכו 60 מ׳. ב) אותה מכונית נעצרה בעברה בשעת העצירה 5 מ׳. כמה זמן נמשכה העצירה?

2. מכונית שנסעה במהירות 54 ק״מ/ש׳ נעצרה תוך שתי שניות. חשב את תאוצת המכונית שנגרמה על ידי הבלימה ואת הדרך שעברה מרגע בו הופעלו הבלמים עד שנעצרה כליל.

3. מגגו של בית שגובהו 20 מ׳ נורה כדור אקדח במהירות התחלתית של 180 מ׳/שנ׳. חשב מתי יגיע כדור זה ארצה אם נורה א) אופקית או ב) אנכית כלפי מעלה. חשב גם לאיזה מרחק מן הבית יגיע במקרה א׳ ולאיזה גובה יגיע במקרה ב׳.

4. הסבר מדוע אין רואים את הלבנה בלילות האחרונים בכל חודש עברי. האם תופעה זו היא ליקוי לבנה? באר את דבריך!

5. חשב את החום הכמוס של התכת קרח לפי תוצאות הניסוי הבא: המיסו 15 ג׳ קרח ב־0° בתוך 50 ג׳ מים בטמפרטורה של 45°. וכתוצאה מכך ירדה הטמפרטורה עד 20°. הניסוי נערך בחוך קלורימטר נחושת (חום סגולי 0.09 קל״ק/ג׳×מעלה) שמשקלו 100 ג׳.

6. תאר את המבנה של אינדוקטור ניצוצות של רומקורף והסבר את פעולתו בעזרת שרטוט. מה תעקיד הקבל שמצרפים פרגיל למכשיר ואיה מחברים קבל זה?

## מבחן מעורב מס׳ 28

1. נסח את שלושת העקרונות של ניוטון והדגם כל אחד מהם על ידי דוגמאות מחיי יום־יום.

2. גוף נזרק כלפי מעלה במהירות של 45 מ׳/שנ׳. מתי יגיע הגוף לשיא מסלולו, מתי יחזור ארצה, ומה יהיה גובהו המכסימלי?

3. א) רשום את חוקי הגזים הידועים לך. מה בין אדים לגזים?
ב) מה נפחו של גז בתנאים נורמליים אם בטמפרטורה של 17° צלזיוס ובלחץ של ½ אטמוספירה הוא תופס נפח של 200 סמ״ק?

4. השלם את הטבלה הבאה:

| צלזיוס ° | פרנהיט ° | קלוין ° |
|---|---|---|
| 25° | | |
| | 68° | |
| | | 268° |

5. גוף נמצא במרחק 12 ס״מ מעדשה מפזרת שמרחק מוקדה 4 ס״מ. שרטט את התמונה המתקבלת ומצא לפי שרטוטך את ההגדלה. בדוק את התוצאה על ידי חישוב בעזרת נוסחת העדשה.

6. הסבר כיצד תבחין בין עדשה מכנסת לבין עדשה מפזרת אם יישרו לידך עדשה שאינך יודע מה טיבה. מנה את כל הדרכים האפשריות לאבחנה כזאת.

## מבחן מעורב מס׳ 29

1. תאר את מטוטלת ההיפוך והסבר כיצד אפשר להשתמש בה לחישוב מדויק של תאוצת הנפילה. הוכח את הנוסחה לפיה מחשבים את התאוצה.

2. א) מהם חוקי שמור האנרגיה הידועים לך? ב) הסבר את השנויים האנרגטיים החלים בשעה שגוף נזרק כלפי מעלה מגגו של בית ונתקע בחול אחר רדתו ארצה.

3. א) הסבר את אופן השימוש בעדשה כזכוכית מגדלת וחשב את ההגדלה המכסימלית שאפשר לקבל בעזרתה. ב) שרטט את המבנה של מיקרוסקופ מורכב והראה את מהלך הקרנים במיקרוסקופ כזה. הסבר את שרטוטך!

4. מהו אור אולטרסגול ומהו אור אינפראדום? מהם השימושים באורות אלה?

5. השלם את הטבלה:

| ° צלזיוס | ° פרנהיט | ° קלוין |
|---|---|---|
| 60° | | |
| | 60° | |
| | | 60° |

6. בתוך קלוריומטר ששוה הערך המימי שלו 75 ג׳ היו 375 ג׳ מים בטמפרטורה של 30°. מה היתה הטמפרטורה הסופית בקלוריומטר אם הוסיפו 250 ג׳ מים בטמפרטורה של 86°?

## מבחן מעורב מס׳ 30

1. מכונית שנסעה במהירות 36 ק״מ/ש׳ נעצרה תוך 2 שניות. א) מה תאוטת המכונית? ב) איזו דרך עברה בזמן העצרה? ג) מה היה כח המעצורים אם משקל המכונית היה 500 ק״ג?

2. תאר ניסוי שערכת במעבדה לשם קביעת תאוצת הנפילה החופשית בעזרת מכונת אטווד. הכן טבלה לרישום תוצאות המדידות שערכת והוכח את הנוסחה המשמשת לחישוב התוצאה.

3. שרטט תרשים של מצלמה משוכללת והסבר את השמוש בה ואת יתרונותיה וחסרונותיה לגבי לשכה אפלה.

4. בבואת גוף הנמצא במרחק 20 ס״מ מעדשה מרכזת מתקבלת במרחק 40 ס״מ מן העדשה באותו צד של העדשה בו נמצא הגוף. חשב את חוזק העדשה בדיאופטריות.

5. נסח את חוקי גי־לוסק, ואת חוק בויל־מריוט, והוכח על פיהם את נוסחת הגזים הכללית.

מה יהיה הנפח של 500 סמ״ק אויר בלחץ נורמלי ובטמפרטורה של 27° צלזיוס אם יצננו אותו עד 3°— צלזיוס ויגבירו את הלחץ עד 4.5 אטמוספירות?

6. א) כמה מעלות צלזיוס מתאימות ל־50° פרנהיט וכמה מעלות פרנהיט מתאימות ל־50° צלזיוס? ב) אורכו של גשר ברזל (מקדם התפשטות קוי $12.10^{-6}$) הוא 60 מ׳. בכמה משתנה אורך הגשר לכל היותר אם הטמפרטורה של הגשר נעה בין 5°— לבין 65° צלזיוס?

## מבחן מעורב מס׳ 31

1. משקלו של אוירון 70 טון. מהי העבודה הדרושה על מנת להעלותו לגובה 1000 מ׳ כשמהירות הטיסה שלו 360 ק״מ/ש׳? כמה זמן דרוש לו לכל הפחות על מנת להגיע לגובה זה ולמהירות זו אם הספק מנועיו 8000 כוחות סוס ונצילותם 30%?

2. א) מהו קיבול של מוליך? ב) הסבר מהו קונדנסטור ומדוע קיבולו גדול מאוד לעומת קיבול מוליכים אחרים בעלי נפח דומה.

3. נסח את חוקי אוהם וקירכהוף, הסבר את תפקידיהם ורשום את היחידות המשמשות למדידת הגדלים המופיעים בהם.

4. שרטט מראה קעורה אשר מחוגה 10 ס״מ וגוף קטן הנמצא במרחק 3 ס״מ לפני המראה. שרטט את בבואת הגוף ובדוק על ידי חשוב מקום הבבואה אם שרטוטך נכון.

5. שרטט מראה קמורה אשר מחוגה 8 ס״מ וגוף קטן הנמצא במרחק 5 ס״מ לפני המראה. שרטט את בבואת הגוף. רשום מה טיבה ומה מידת ההגדלה. בדוק את התוצאות על ידי חישוב בעזרת נוסחת המראה.

6. תאר ניסוי שערכת במעבדה לקביעת החום הסגולי של מוצק. ערוך טבלה לרישום תוצאות הניסוי והראה מהם החישובים הדרושים למציאת החום הסגולי.

## מבחן מעורב מס׳ 32

1. כמה סמ״ק מימן וכמה סמ״ק חמצן יתקבלו בשעת אלקטרוליזה של מים אם טמפרטורת האויר 27° וחלחץ 750 מ״מ כספית, וזרם בן 6 אמפר העבר במשך שעה וחצי דרך מכשיר ההפרדה?

2. וולטאמטר כסף וולטמטר נחושת חוברו בטור אל מקור זרם. אחר הניסוי שנמשך חצי שעה מצאו שנתקבלו בוולטאמטר הראשון 5.4 ג׳ כסף ובוולטאמטר השני 1.58 ג׳ נחושת. חשב את עצמת הזרם ואת המשקל האטומי של נחושת אם ערכיותה 2.

3. א) הסבר בעזרת ציור מדוע גראית כפית טבולה למחצה בכוס תה כאילו נשברה במקום פגעה בפני המים. ב) מהי זוית גבולית? תאר לפחות מכשיר אחד בו מנצלים את הזוית הגבולית.

אורכה של תיבה 10 ס״מ, רוחבה 6 ס״מ וגובהה 5 ס״מ. משקל התיבה 255 ג׳. א) מהו המשקל הסגולי של חומר התיבה? ב) התצוף על פני מים? נמק את תשובתך. ג) התצוף תיבה זו על פני נפט שמשקלו הסגולי 0.8 ג׳/סמ״ק?

5. תאר ניסויים המוכיחים שגופים מוצקים, נוזלים וגם גזים מתפשטים בדרך כלל כאשר מחממים אותם.

6. א) מהו ההבדל בין „חום״ ל־„טמפרטורה״? ב) תאר כיצד בנים תרמומטר כספית וכיצד מכילים אותו לפי שיטת צלזיוס?

## מבחן מעורב מס׳ 33

1. הספקו של זרם חשמלי השוטף במוליך בעל התנגדות של 4 אוהם הוא 100 וט. א) מהי עצמת הזרם? ב) מהו המתח בין קצות המוליך?

2. הכח האלקטרומניע של מקור זרם הוא 225 וולט ומתח ההדקים 220 וולט. התנגדותו הפנימית 0.5 אוהם. א) מהי עצמת הזרם? ב) מהו גודל ההתנגדות החיצונית?

3. בשעת אלקטרוליזה של כלוריד הברזל בעזרת זרם ממקור זרם שמתחו 6 וולט נתקבלו במשך 3 שעות 5 ג׳ ברזל (משקל אטומי 32 וערכיות 3). בכמה מעלות עלתה הטמפרטורה של תמיסת האלקטרוליט בזמן האלקטרוליזה אם משקל התמיסה, שהיתה מהולה מאוד, היה 1.5 ק״ג, ומה היתה התנגדות הוולטאמטר בו בוצעה האלקטרוליזה?

4. מנה את העובדות עליהן מבוססת התורה הפרודתית של המגנטיות.

5. שרטט תרשים של טלסקופ מראות והסבר את השימוש בו ואת יתרונותיו לגבי טלסקופ עדשות גדול.

6. א) נסח את חוק ארכימדס. ב) תאר ניסוי למציאת המשקל הסגולי של חומר שאינו נמס במים בעזרת חוק ארכימדס. ג) משקלו הסגולי של עץ הוא 0.6 ג׳/סמ״ק. איזה חלק מנפחו של גוף העשוי מאותו עץ ישקע במים ואיזה חלק יבלוט מעל פני נפט אם ניתן לגוף לצוף על פני נפט שמשקלו הסגולי 0.8 ג׳/סמ״ק?

# מבחן מעורב מס׳ 34

1. א) על נורה רשום: 200V 80W מה פירוש סימנים אלה? ב) מה עצמת הזרם הזורם דרך נורה זו בשימוש תקין? ג) מה התנגדותה? ד) מה יהיה הספקה אם יקשרוה למקור זרם שמתחו 150 וולט?

2. מצבר המורכב מ־3 תאים בעלי כא״מ של 2 וולט כל אחד והתנגדות פנימית של 0.2 אוהם כל אחד מספק זרם לנורה שהתנגדותה 7 אוהם. למעגל חובר גם וולטמטר בעל התנגדות של 483 אוהם שהותקן למדידת המתח בין הדקי הנורה. א) שרטט תרשים של מעגל הזרם. ב) מהי עצמת הזרם הזורם דרך הנורה? ג) מה מראה הוולטמטר?

3. תאר את המבנה של גשר ויטסטון ואת שימושיו. הוכח את הנוסחות הדרושות לחישוב התוצאות.

4. א) מנה את הגורמים המשפיעים על עצמת ההארה על שטח מסוים. ב) נורה בת 10 וט מותקנת על מכונת תפירה בגובה 25 ס״מ מעל מקום התפירה. איזה הספק צריך להיות לנורה המתקנת על התקרה בגובה 1.5 מ׳ מעל מקום התפירה על מנת שעצמת ההארה במקום התפירה תהיה שוה בשני המקרים?

5. שרטט שתי מראות מישוריות הנטויות בזוית בת 85° לערך אחת לגבי השניה ונקודה מאירה הנמצאת בין מראות אלה. שרטט את כל התמונות המתקבלות במראות אלה וכמו כן שרטט לפחות קרן אחת לגבי כל תמונה אשר בגללה ידמה למסתכל שקימות תמונות אלה.

6. הסבר בעזרת ציורים מתאימים את מבנה המקרוטטר ואת מבנה מדיד ורניה ואת השימוש במכשירים אלה.

# מבחן מעורב מס׳ 35

1. במוליך שהתנגדותו 5 אוהם עברו 45 קולון במשך דקה וחצי. א) מהו המתח בין קצות המוליך? ב) מה התנגדותו הסגולית של חומר המוליך אם קוטר המוליך היה 1 מ״מ ואורכו 15 מ׳?

2. דרך 3 נורות המחוברות בטור עובר זרם בן 0.5 אמפר. התנגדות כל נורה 144 אוהם והתנגדות תילי ההולכה 8 אוהם. חשב את מתח ההדקים של מקור הזרם ואת מתח ההדקים של כל נורה. איזה אחוז מן האנרגיה החשמלית המסופקת על ידי מקור הזרם יתבזבז בתילי ההולכה?

3. א) איזה נגד עלינו לחבר בהקבלה לנגד בן 36 אוהם על מנת לקבל התנגדות כוללת של 32 אוהם? ב) איזו התנגדות תתקבל אם יחברו נגדים אלה בטור? ג) היתכן שחוט המבטח באינסטלציה כיתית יותך גם כאשר אין כל פגם בתילי החיבור השונים או במכשירים הקשורים לאותו מבטח? אם הדבר יתכן, הסבר באיזה מקרים יקרה כדבר הזה.

4. א) איזה תמונות מתקבלות בעזרת עדשה מכנסת? שרטט כל אחד מן המקרים השונים הידועים לך. ב) נורה חזקה הותקנה בבריכה בעומק של מטר אחד מתחת לפני המים. שרטט כיצד יתפזר האור היוצא מנורה זו והסבר את השרטוט.

5. שרטט תרשים של מיקרוסקופ מרכב והסבר כיצד רואים בעזרתו תמונה מוגדלת של חפץ כל שהוא? במה תלויה ההגדלה של מיקרוסקופ מורכב?

6. א) הגדר את המושגים „משקל סגולי" ו„כח עילוי" ונסח חוק מפורסם הקשור במושגים הנ״ל. ב) מימדי תיבה הם 5×7×6 ס״מ ומשקלה 200 ג׳. התצוף תיבה זו על גבי נפט שמשקלו הסגולי 0.8 ג׳/סמ״ק?

# מבחן מעורב מס׳ 36

1. א) שני מטענים של 0.001 קולון כל אחד נמצאים במרחק 10 מ׳ זה מזה. באיזה כח ידחו זה את זה? ב) שלשה מטענים שוים של 300+ יאס״מ נמצאים בשלושה קדקדים של רבוע שאורך צלעו 20 ס״מ. מהי עצמת השדה בקדקד הרביעי ומה הפוטנציאל בו?

2. א) הסבר מהי השראה אלקטרוסטטית וכיצד אפשר לטעון מוליך בעזרת השראה. ב) הסבר כיצד אפשר להעביר את מלוא המטען הנמצא על גבי כדור מוליך קטן לאלקטרוסקופ על מנת למדוד את גודלו.

3. א) הסבר מהו קו כח בשדה אלקטרוסטטי וכיצד מתארים שדה בעזרת קוי כח. ב) מנה את תכונות המוליכים הידועות לך.

4. מקדקד המשותף של שני מישורים משופעים ששיפועיהם 5:3 ו־12:5 נמצא גלגל. שתי מסות בנות 1 ק״ג כל אחת מונחות על מישורים אלה וקשורות על ידי חוט העובר מעל הגלגל הנ״ל. מהי תאוצת המערכת ומה המתיחות בחוט בשעת התנועה?

5. משאית שמשקלה 5 טון נוסעת במהירות 48 ק״מ/ש׳. איזה כח דרוש על מנת לעצרה במשך 10 שניות ואיזה כח דרוש על מנת לעצרה כך שתעבור 10 מ׳ בלבד בזמן העצרה?

6. כיצד קובעים את המשקל הסגולי של נוזל? הסבר מהן המדידות הדרושות בזמן בצוע הניסוי ומהם החישובים הנחוצים לקביעת התוצאה המבוקשת.

# מבחן מעורב מס׳ 37

1. זמן התנודה של מטוטלת על פני כדור הארץ הוא שתי שניות. א) מהו זמן התנודה של אותה מטוטלת במרחק 3 מחוגים ממרכז כדור הארץ? ב) מהו זמן התנודה של אותה מטוטלת מתחת לפני כדור הארץ במרחק מחצית המחוג ממרכז כדור הארץ? ג) מהו אורך מטוטלת זו?

2. השתמשו בטבלה הבאה על מנת לחשב את הלחות היחסית כשטמפרטורת החדר היתה 23° ונקודת הטל היתה 21°. מה היתה הלחות היחסית?

| הטמפרטורה | 20° | 21° | 22° | 23° | 24° |
|---|---|---|---|---|---|
| מס׳ הגרמים של אדי מים המרוה 1 מ״ק של אויר | 17.2 | 18.2 | 19.3 | 20.4 | 21.6 |

כיצד תשתנה הלחות היחסית והלחות המוחלטת אם יצננו את אויר החדר במעלה אחת? כמה ג׳ אדי מים יופרשו מן האויר בצורת טל אם יצננו את אויר החדר עד 20° ומימדי החדר הם 4×7×5 מטר?

3. גוף מונח על גבי שטח לא חלק. הוכח ששום כח — ויהיה גדול כאשר יהיה — לא יוכל להזיז את הגוף ממקומו אם יפעל בכיוון שייצור עם האנך לשטח זוית קטנה מזוית החיכוך.

4. א) מהו הקשר בין לחץ האדים מעל נוזל לבין טמפרטורת הרתיחה? ב) כיצד מודדים את לחץ האדים? ג) מהו לחץ אדי המים מעל שטח מים בטמפרטורה של 100 מעלות צלזיוס?

5. דרך תמיסת מלח זהב העבירו זרם קבוע שעצמתו 500 מיליאמפר במשך שעה ו־40 דקות. ונתקבלו 6.128 ג׳ זהב. חשב את המשקל הערכי של זהב וכן כמה כסף היה נפרש אילו האלקטרוליט הכיל מלח כסף במקום מלח של זהב.

6. שני תאים בעלי כא״מ של 1.4 ו־1.2 וולט והתנגדויות פנימיות של 1 ו־2 אוהם בהתאמה חוברו חיבור מקביל לנגד שהתנגדותו 3 אוהם. חשב את עוצמות הזרמים בכל תא ואת עצמת הזרם בנגד החיצוני?

# מבחן מעורב מס׳ 38

1. הסבר את המבנה של מכונת קירור ואת אופן פעולתה (בעזרת שרטוט).

2. הסבר את המושגים „לחות מחלטת" ו„לחות יחסית" ותאר מכשירים למדידתם.

3. תותח שמשקלו 450 ק״ג יורה פגז שמשקלו 3 ק״ג במהירות לוע של 300 מ׳/שנ׳. מה צריך להיות הכח הבולם את רתיעת התותח על מנת שמרחק הרתיעה לא יעלה על 25 ס״מ?

4. אורכה של מטוטלת שמשקלה 50 ג׳ הוא 80 ס״מ ומשרעת תנועתה 10 ס״מ. חשב את האנרגיה הפוטנציאלית שלה, את האנרגיה הקינטית שלה, ואת תאוצתה ברגע עברה במרחק 5 ס״מ ממרכז תנודתה.

5. מחט מצפן קטנה הונחה במרכז המשותף של שני סלילי תיל בצורת מעגלים משותפי מרכז אשר מישוריהם מאונכים זה לזה. מחוגי המעגלים 15 ו־25 ס״מ, מספר הליפופים בסלילים 30 ו־40 בהתאמה ועוצמות הזרמים בסלילים 20 ו־10 אמפר בהתאמה. בכמה מעלות תסטה מחט המצפן אם היתה לפני הזרמת הזרמים במישור הסליל הראשון ומותר להזניח את השפעת השדה המגנטי הארצי בגלל קטנותו?

6. מקור זרם הוא בעל כא״מ של 120 וולט והתנגדות פנימית של 0.5 אוהם. כמה נורות בעלות התנגדות של 40 אוהם אפשר לחבר למקור זרם זה בחיבור מקביל אם כל נורה צורכת עצמת זרם של 1.5 אמפר?

# מבחן מעורב מס׳ 89

1. א) נסח את חוק המשיכה העולמית במילים והצג אותו בצורת נוסחה. ב) האם כל הגופים נופלים באותה התאוצה על פני כדור הארץ? ג) נער מתחלק על גבי קרח במהירות 10 מ׳/שנ׳ וזורק גוף במהירות 6 מ׳/שנ׳ מגובה 1.25 מ׳ בכיוון מאונך למסילתו. מה מרחק רגלי הנער מהגוף ברגע בו הגוף מגיע ארצה?

2. א) נסח את חוק שימור כמות התנועה והדגם אותו. ב) קליע נורה לתוך שק שמהווה מטוטלת שאורכה 2 מ׳. מהירות הקליע 700 מ׳/שנ׳, מסת השק 2 ק״ג ומסת הקליע 5 ג׳. מהי זוית הסטיה של החבל עליו תלוי השק?

3) א) הסבר את המושג: אנרגיה פוטנציאלית בשדה חשמלי, והראה שאנרגיה זו מקבילה לאנרגיה הפוטנציאלית בשדה הכובד. ב) חשב את המתח בין לוחות קבל אם שטח לוחותיו $10^{3}$ סמ״ר, המרחק ביניהם 0.1 מ״מ, מטענו $10^{-3}$ קולון, והמקדם הדיאלקטרי 6.

4. א) תאר את מבנהו ואופן פעולתו של גלונומטר בעל סליל נע. ב) כיצד אפשר להפוך גלונומטר שהתנגדותו 100 אוהם ואשר סטיה מכסימלית של מחוגו נגרמת על ידי זרם של 0.01 אמפר לוולטמטר המסוגל למדוד מתחים עד 100 וולט?

5. בקלורימטר שקיבול החום שלו 12 קלוריות היו 88 ג׳ מים ב־°15. מה תהיה הטמפרטורה הסופית אם א) יוסיפו 80 ג׳ מים ב־°80, או ב) יוסיפו 3.5 ג׳ קרח ב־°0, או ג) יעבו בתוכו 1.6 ג׳ אדים ב־°100?

6. א) מהו החום הסגולי של מתכת לפי תוצאות הניסוי הבא: משקולת בת 180 ג׳ ממתכת זו שחוממה במים רותחים הופלה לתוך קלורימטר ששוה הערך המימי שלו 26 ג׳ אשר הכיל 264 ג׳ מים ב־°22, וכתוצאה מזה עלתה הטמפרטורה עד °28. ב) שטח בריכות המלח בסדום 150 דונם וגובה המים בהן עוחת מדי יום ב־15 מ״מ. חשב את כמות חום השמש הנקלטת בבריכות בכל יום אם חום התאדות של מים 540 קל״ק/ג׳.

# מבחן מעורב מס' 40

1. משקל המוט במאזנים עדינות הוא 15 ג' והמרחק בין נקודת התליה של כל כף למרכז המאזנים 10 ס"מ. משקולת בת 0.1 ג' שהושמה בכף אחת גרמה לסטיה של °30. מהו המרחק בין ציר המאזנים לבין מרכז הכבד שלהן?

2. מנוף מרים ארגז שמשקלו 500 ק"ג תחילה בתאוצה של 0.2 מ'/שנ² עד הגיעו לגובה 1.6 מ' ואח"כ במהירות קבועה עד הגיעו לגובה 3.2 מ' מעל הקרקע. חשב את העבודות שנעבדו על ידי מנוע המנוף בשני חלקי הפעולה הנ"ל ואת ההספק המינימלי הדרוש למנוע המנוף על מנת לבצע את העבודות הנ"ל אם נצילות המנוף היא 70%.

3. נורה שעליה רשום 200V50W חוברה למקור זרם שמתחו 110 וולט ושמשה לחימום אקוריון והחזקתו בטמפרטורה קבועה של °23. כמה קלוריות נפלטות מן האקוריון לסביבה בכל שעה?

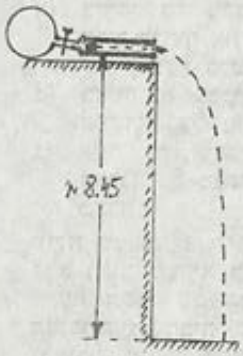
4. גלונומטר בעל סעיף שהתנגדותו 30 אוהם מחובר למקור זרם בעל התנגדות אפסית וריאוסטט בעל התנגדות 450 אוהם. אם מחליפים את סעיף הגלונומטר בסעיף אחר שהתנגדותו 20 אוהם מוכרחים להקטין את התנגדות הריאוסטט ב־100 אוהם על מנת לקבל אותה סטיה בגלונומטר. מהי התנגדות הגלונומטר לפי נתונים אלה?

5. אלומת קרני שמש פגעה בעדשה מרכזת בת 5 דיאופטריות ואחר שנשברה בה פגעה בעדשה מפזרת בת 2 דיאופטריות שמרחקה מן העדשה הראשונה 10 ס"מ. מהו מרחק תמונת השמש המתקבלת מן העדשה השניה?

6. א) הסבר בקיצור את המושגים: גיבה הצליל, עצמת הצליל, גון הצליל. ב) איך קובעים את התדירות של גל קול? ג) מה בין גלי קול המתפשטים במים לבין גלי ים רגילים?

# מבחן מספר 1 (תשמ"ז)
(5 יחידות לימוד)

**חלק א' — מכניקה** (36 נקודות — שעה וחצי): ענה על שלוש מהשאלות 1—5:



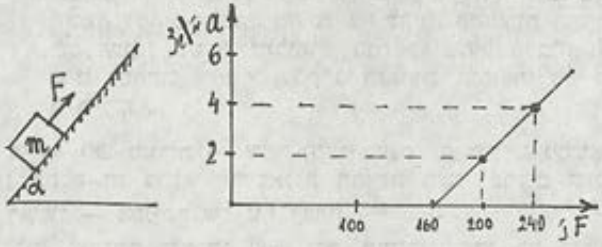

1. ילדים התקינו "רובה גז" על גג בנין בגובה 8,45 מ' מעל כיכר שלידה עומד הבנין, בצורת צנור אופקי שאפשר להזרים לתוכו גז מבלון גז גדול ע"י פתיחת ברז. בתוך הצנור היה מונח כדור שמסתו 250 גרם. אחר פתיחת הברז הפעיל הגז על הכדור, כל זמן שהיה בתוך הצנור, כח של 200 ניוטון במשך 0,02 שניות. החיכוך היה זניח.

   א) חשב באיזו מהירות עזב הכדור את קצה הצנור?

   ב) חשב באיזה מרחק אופקי מקצה הצנור פגע הכדור במשטח הכיכר?

   ג) מכונית צעצוע קטנה העמדה על הכיכר במישור אנכי אחד יחד עם הצנור הנ"ל במרחק אופקי של 20 מ' מקצה הצנור. ברגע שהכדור עזב את קצה הצנור הופעל מנוע מכונית הצעצוע והיא החלה לנוע על פני הכיכר בתאוצה קבועה. חשב את תאוצת המכונית אם הכדור פגע בה תוך כדי נסיעתה.

2. ארגז הונח על גבי מישור משופע היוצר זווית α ($\sin\alpha=0.6$) עם המישור האופקי ונמשך במעלה המישור בכוחות שונים המקבילים למישור המשופע ובכל פעם נמדדה התאוצה a הנוצרת בשעת התנועה. כל זמן שהכח המושך היה קטן מ־160 ניוטון הארגז לא זז ממקומו וכאשר הכח המושך היה 300 ניוטון הגיעה התאוצה ל־7מ'/שנ². תוצאות הניסויים סוכמו בגרף המצויר.




   א) הסבר בעזרת חישובים מדוע הגרף שנתקבל הוא ליניארי

(מונח על ישר).

ב) חשב לפי תוצאות הניסויים את מסת הארגז.

ג) חשב את מקדם החיכוך בין הארגז והמישור המשופע.

3. מישור משופע יוצר זווית בת 60° עם המישור האופקי ומקדם החיכוך בינו ובין ארגז שמסתו 8 ק"ג המונח עליו הוא 0.1.

א) באיזה כח מזערי (מינימלי) המאונך למישור המשופע צריך לדחוף את הארגז אל המישור המשופע על מנת שלא יחליק עליו כלפי מטה?

ב) באיזה כח אופקי מזערי צריך לדחוף את הארגז אל המישור המשופע על מנת שלא יחליק עליו כלפי מטה?

ג) איזה כח אופקי מירבי (מכסימלי) מותר להפעיל על הארגז על מנת שלא יחליק על המישור המשופע כלפי מעלה?

4. עגלה שמסתה 2 ק"ג נעה הלוך וחזור על גבי פסים אופקיים ללא חכוך כשהיא קשורה לקצהו של קפיץ בעל מסה זניחה. הקצה השני של הקפיץ קשור לנקודה קבועה על הפסים. האנרגיה המירבית של העגלה בשעת תנועתה היא 9 ג'אול והעגלה מגיעה מקצה אחד של מסלול תנודתה אל הקצה השני במשך 1.5 שניות.

א) חשב את מהירותה המירבית של העגלה בזמן תנועתה.

ב) מהו קבוע הקפיץ אליו קשורה העגלה?

ג) מהו האורך הכולל של מסלול התנועה של העגלה?

ד) באיזה מרחק מאחד מקצות המסלול גדולה באנרגיה הקינטית של העגלה פי 8 מן האנרגיה האצורה בקפיץ באותו רגע?

5. מסת הלבנה קטנה פי 80 ממסת כדור הארץ ומחוגה (רדיוסה) קטן פי 4 ממחוג כדור הארץ. חשב על סמך נתונים אלה

א) פי כמה קטנה תאוצת הנפילה על פני הלבנה מזו שעל פני הארץ.

ב) פי כמה קטנה האנרגיה המזערית (מינימלית) הדרושה לשלוח טיל שיתרחק ללא גבול מן הלבנה מזו הדרושה לשלוח אותו טיל מעל פני כדור הארץ?

ג) קבוצת חוקרים שהתמקמה על פני הלבנה שילחה לווין שמסתו 500 ק"ג מעל פני הלבנה כך שיקיף את הלבנה בגובה השווה למחוג הלבנה. מה צריכה להיות המהירות המזערית של הלווין בשעת שילוחו? הנח כי מחוג הלבנה 1740 ק"מ ומסתה $7.4 \times 10^{22}$ ק"ג ותאוצת הנפילה על גביה 2 מ'/שנ'².

**חלק ב' — (28 נקודות — שעה וחצי).** ענה על שתיים מהשאלות 6—19 בחלק זה בתנאי שהשאלות תהיינה משני פרקים שונים:

**פרק ראשון — מכניקה של גוף קשיח**

6. גלגל אופניים שמסתו 500 גרם מוחזק בצירו כך שמישור הגלגל אופקי. מסת המוטות המקשרים את היקף הגלגל אל

הציר ומסת הציר זניחים וכן הנח שאין חכוך. קוטר הגלגל 80 ס"מ.
עכבר שמסתו 50 גרם הונח על היקף הגלגל והחל לרוץ על ההיקף במהירות קבועה של 1 מ'/שנ' (לגבי הקרקע). התעלם ממה שקרה בזמן הקצר בו האיץ העכבר את תנועתו עד שמהירותו הגיעה ל־1 מ'/שנ'.

א) כמה שניות אחר שהעכבר החל לרוץ על היקף הגלגל יעבור בראשונה בנקודה על ההיקף בה החל את ריצתו?

ב) אחר זמן מה התעייף העכבר והתישב על היקף הגלגל. מה תהיה מהירותו הזוויתית של הגלגל אחר שהעכבר התישב?

ג) חשב את כמות האנרגיה המכנית שנעלמה מהמערכת עכבר — גלגל אחר שהעכבר התישב. מה קרה לאנרגיה זו?

7. כדור שמסתו 250 גרם ומחוגו (רדיוסו) 2 ס"מ הונח על מישור משופע בגובה 50 ס"מ מעל תחתית המישור והחל להתגלגל ללא החלקה. שיפוע המישור המשופע °30.

א) מה צריך להיות מקדם החכוך המזערי (מינימלי) בין המישור והכדור על מנת שהכדור אמנם יתגלגל ללא החלקה?

ב) באיזו מהירות יגיע הכדור לתחתית המישור במשור המשופע?

## פרק שני — אנרגיית חום

8. א) במיכל גז נמצא גז מימן בלחץ 5 אטמוספירות ובטמפרטורה של °77 צלזיוס. חשב את המהירות הממוצעת של מולקולות גז המימן.

ב) בתוך מיכל סגור יש תערובת של גרם־מול אחד של מימן וגרם־מול אחד של הליום. פותחים מעט את ברז המיכל כך שחלק מתערובת הגזים נפלטת החוצה וסוגרים את הברז. האם נגרם ע"י כך שנוי ביחס בין אטומי המימן וההליום במיכל? נמק את תשובתך.

9. א) הסבר מדוע קבול החום הסגולי של גז אידיאלי בלחץ קבוע גדול מקביל החום הסגולי של אותו גז בנפח קבוע, ורשום את הקשרים בין שני גדלים אלה.

ב) גז אידיאלי בעל מולקולות דו־אטומיות מצוי בכלי גלילי הנסגר בצדו האחד ע"י בוכנה הניתנת להזזה. תחילה היה נפח הגז 5000 סמ"ק, הטמפרטורה שלו °27 צלזיוס ולחצו אטמוספירה אחת. אחר שהזיזו את הבוכנה בפתאומיות כך שנפח הגז גדל והטמפרטורה שלו ירדה ל־°17 צלזיוס. חשב את נפח הגז ואת לחצו מייד אחר הזזת הבוכנה.

ג) אחר זאת החזירו בתנועה אטית מאד את הבוכנה למקומה הקודם תוך הקפדה שהטמפרטורה תשאר כל הזמן 17°C. מה היה לחץ הגז בסוף תהליך זה?

## פרק שלישי — תורת הנוזלים והגזים

10. בחבית גלילית גדולה וסגורה ביקב שגובהה (הפנימי) 2.5 מ׳ ושטח בסיסה 4 מ״ר נמצא יין שצפיפותו 0.95 גרם/סמ״ק. גובה היין בחבית הגיע ל־2.4 מ׳ מעל תחתית החבית ומעל ליין כלואה תערובת של אוויר ואדי כהל בלחץ 1.005 אטמוספירות. בגובה 0.4 מ׳ מעל תחתית החבית נמצא ברז.

א) כאשר פותחים את הברז פורץ יין מתוך החבית. חשב את מהירות זרם היין מייד עם הפתח הברז. לחץ האוויר מחוץ לחבית הוא 1 אטמ׳.

ב) במשך זרימת היין מן הברז קטנה מהירות הזרימה. הסבר את הסיבות להאטת הזרימה.

ג) אילו פתחו תחילה ברז הנמצא במכסה החבית ורק אחר זמן מה את הברז התחתון — כיצד היה דבר זה משפיע על מהירות זרימת היין דרך הברז התחתון? נמק את תשובתך.

11. א) גוף כבד הוכנס לתוך אקוריון ממולא נוזל על פני כדור הארץ, ואז פעל עליו כח עלוי בשעור 3 ניוטון. אילו נערך ניסוי זה על פני הלבנה במעבדה סגורה בה לחץ האוויר הוא 80% מזה השורר על פני כדור הארץ — איזה כח עלוי היה פועל על הגוף באותו נוזל, אם ידוע כי כח הכובד על פני הלבנה קטן פי 6 מזה השורר על פני כדור הארץ?

ב) קובית עץ שצפיפותה 0.6 גרם לסמ״ק הוכנסה לתוך מיכל גלילי ששטח בסיסו 600 סמ״ר הממולא עד חצי גובהו במים. אורך צלע הקוביה 12 ס״מ. בכמה ס״מ עלו פני המים במיכל אחר שהוכנסה לתוכו הקוביה הצפה על פני המים?

ג) איזה כח צריך להפעיל על השטח העליון של הקוביה הצפה על מנת להשקיע את הקוביה באופן ששטחה העליון יתלכד עם פני המים?

## פרק רביעי — תורת היחסות הפרטית

12. במאיץ חלקיקים מאיצים פרוטונים ואנטיפרוטונים למהירויות (מנוגדות זו לזו) של 0.8c ונותנים להם להתנגש חזיתית. ברגע הראשון נוצר חלקיק גדול מפרוטון אשר מתפרק מיד לחקיקים אחדים.

א) חשב את האנרגיה של כל אחד מהחלקיקים המואצים ומתנגשים זה בזה.

ב) חשב את מסת המנוחה של החלקיק שנוצר תחילה, בהנחה שמהירותו קטנה מאוד.

ג) האם מסת המנוחה של החלקיק שחישבת בסעיף ב׳ גדולה פי שנים ממסת המנוחה של פרוטון? הסבר ונמק את תשובתך.

13. פוטונים בעלי אנרגיה של 1.2 מליון אלקטרון־וולט פוגעים ברדיד כסף. כאשר אחד הפוטונים חולף קרוב מאוד לאטום כסף הוא הופך לזוג אלקטרון־פוזיטרון בעלי אנרגיות שוות זו לזו. הנח כי האנרגיה הנמסרת לאטום הכסף היא זניחה וחשב:
   א) את מסת האלקטון שנוצר.
   ב) את מהירות האלקטרון שנוצר.
   ג) את מהירות האלקטרון יחסית לפוזיטרון.

**פרק חמישי — זרם חילופין**

14. מקור מתח חילופין של 120 וולט מחובר בטור לאמפרמטר בעל התנגדות זניחה, לקבל בעל קיבול ניתן לשינוי ולסליל בעל התנגדות אוהמית של 10 אוהם והשראות של 4 מיליהנרי. כשמשנים את קיבול הקבל מתקבל זרם תהודה כאשר קיבול הקבל 2.5 מיליפרד. אחר כך מחברים בטור במעגל הנ״ל סליל שני ועתה מתקבל זרם תהודה כאשר קיבול הקבל 2 מיליפרד.
   א) מהי תדירות מקור מתח החילופין?
   ב) מהי עוצמת זרם התהודה במקרה הראשון?
   ג) מהי השראת הסליל השני?

15. מקור מתח חילופין של 120 וולט ותדירות 25 הרץ חובר בטור עם קבל שקיבולו 40 מיקרופרד ונגד שהתנגדותו 100 אוהם.
   א) כמה קלוריות של חום נוצרות בנגד בכל שניה?
   ב) איזה מתח יראה וולטמטר שיחובר אל הדקו הקבל?
   ג) איזה מתח יראה וולטמטר שיחובר אל קצות הנגד?
   ד) אם יחברו את לוחות הסטיה האופקית של אוסצילוסקופ לקצות הנגד ואת לוחות הסטיה האנכית של אותו אוסצי־לוסקופ להדקי הקבל — איזו תמונה תווצר על מסך האוסצי־לוסקופ? נמק את תשובתך.

**פרק ששי — תורת האור והגלים:**

16. א) גוף הנמצא במרחק 75 ס״מ מעדשה יוצר דמות ישרה במרחק 1.5 מ׳ מהעדשה. האם אפשר על סמך נתונים אלה בלבד לקבוע אם עדשה זו עדשה מרכזת או עדשה מפזרת? נמק את תשובתך, וחשב את מרחק המוקד של עדשה זו.
   ב) העדשה הנ״ל סימטרית (כלומר פניה הם משטחים כדוריים בעלי מחוג שווה) ובנויה מחומר בעל מקדם שבירה 1.6. חשב את המחוג (רדיוס) של שני הכדורים היוצרים את פני העדשה.
   ג) עדשה שניה בנויה מאותו חומר שקוף, אך מוגבלת מצד אחד ע״י משטח מישורי ומצד שני ע״י משטח כדורי. גוף

רחוק מאוד מהעדשה יוצר בה דמות במרחק 1 מ׳ מהעדשה מאותו צד של העדשה בה נמצא הגוף. האם העדשה השניה היא מרכזת או מפזרת, מהו מרחק המוקד שלה ומהו מחוג הכדור שפניו יוצרים משטח אחד של עדשה זו?

ד) כאשר יוצרים מערכת עדשות ע״י הצמדת שתי העדשות הנ״ל זו אל זו — מהו מרחק המוקד של מערכת זו?

17. גובהו של אולם המעבדה הוא 5 מ׳. חתכו מראה מישורית לשני חלקים AB ו־BC והניחו אותה על רצפת המעבדה כך שהקצה המשותף B שלהם על הרצפה ממש והקצוות A ו־C מונחים על חתיכות קרטון דק כך שנוצרת זווית של 0.001 רדיאן בין שני חלקי המראה. בגובה 20 ס״מ מעל הנקודה B מוחזק מקור אור חד־צבעי M הנתון בתוך קופסה אטומה הפתוחה כלפי מטה בלבד. כשהחשיכו את המעבדה נראו על תקרת המעבדה פסים של התאבכות אור שהמרחק בין מרכזיהם 6.5 מ״מ.

א) הסבר מדוע נוצרת על התקרה תמונת התאבכות אור כאילו בא האור משני מקורות חד צבעיים קוהרנטיים סמוכים זה לזה.

ב) האם אפשר היה ליצור תמונת התאבכות דומה לזאת על התיקרה אילו הניחו על הרצפה שני מקורות אור חד צבעיים נפרדים זה ליד זה?

ג) חשב את אורך הגל של האור שפולט מקור האור M.

**פרק שביעי — פיסיקה מודרנית**

18. האנרגיה הדרושה להסרת אלקטרון מאטום מימן היא 13.6 אלקטרון־וולט.

א) חשב את אורך הגל המירבי (מכסימלי) של אור הדרוש ליינון אטום מימן.

ב) הסבר מה יקרה אם יקרינו על גז מימן אור בעל אורך גל ארוך יותר מזה שחישבת בסעיף הקודם.

ג) הסבר מה יקרה אם יקרינו על גז מימן אור בעל אורך גל קצר יותר מזה שחישבת בסעיף א׳.

19. א) הסבר מדוע קובעים גיל ארכיאולוגי של שרידי בעלי חיים או שרידי צמחים בעזרת פחמן 14 ולא בעזרת חומר אחר. הסבר כיצד נקבע הגיל הארכיאולוגי של שרידים אורגנים באמצעות בדיקת פחמן 14 שזמן מחצית החיים שלו 5730 שנים.

ב) בבדיקת שרידי עץ של סירה עתיקה נתגלה כי אחוז הפחמן 14 מכלל כמות הפחמן בדגימה קטן פי 8 מאחוז הפחמן 14 מכלל הפחמן בדו תחמוצת הפחמן המצוי באטמוספירה. מה הגיל המקורב של שרידי עץ הסירה?

ג) הסבר מדוע שיטה זו של קביעת גיל ארכיאולוגי אינה יעילה כאשר הממצאים עתיקים מאוד?

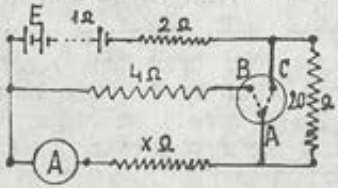
חלק ג' — חשמל (36 נקודות; שעה וחצי): ענה על שלוש מהשאלות 20—24:

20. קבולו של קבל לוחות שהמרחק בין לוחותיו 1 מ"מ ושבין לוחותיו מצוי אוויר הוא 0.003 מיקרופרד. הגדילו את המרחק בין לוחותיו עד 2 מ"מ והכניסו ביניהם לוח גומי בעל מקדם דיאלקטרי יחסי 2.2. חשב את קבול הקבל, את מטענו ואת המתח בין לוחותיו אם השינוי לעיל נערך

א) כאשר הקבל היה כל הזמן מחובר למקור מתח ישר של 240 וולט.

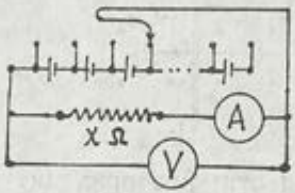
ב) כאשר הקבל נותק מכל מוליך אחרי שהיה מחובר זמן מה למקור המתח הנ"ל.

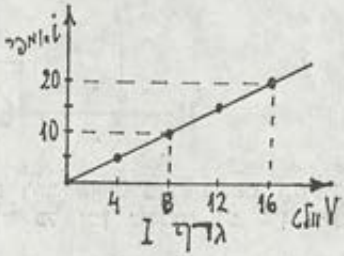
21. מקור הזרם במעגל המצוייר הוא בעל התנגדות פנימית של 1 אוהם והאמפרמטר בעל התנגדות זניחה. כאשר המפסק הדו־מצבי מחבר את הנקודות A ו־B מורה האמפרמטר על




עוצמת זרם של 0.5 אמפר. כאשר המפסק מחבר את הנקודות A ו־C האמפרמטר מורה על עוצמת זרם של 3.5 אמפר. חשב את גודל ההתנגדות x ואת הכא"מ של מקור הזרם.

22. תלמידים ערכו ניסויים למדידת התנגדותו של נגד במעבדה וחיברו את הנגד ומכשירי המדידה כמתואר בציור. כמקור מתח

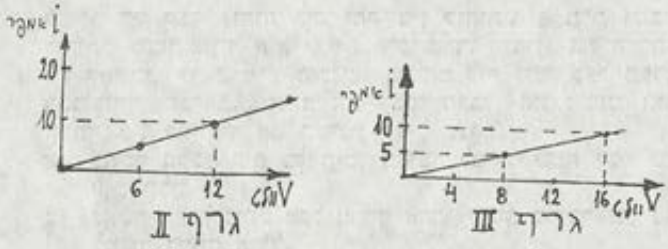



גרף I

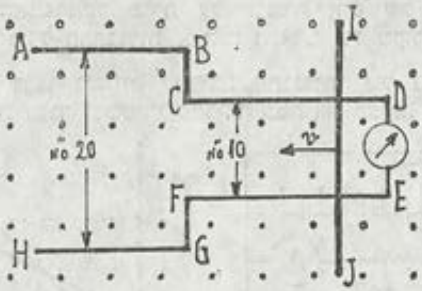
בעל מתח משתנה שימש מצבר של אוטובוס, ובכל פעם שונה מספר תאי המצבר שחוברו בטור. תוצאות הניסוי סוכמו בגרף I.
אחר כך הוחלף האמפרמטר באמפרמטר אחר ושוב נערכה שורת ניסויים שתוצאותיהם סוכמו בגרף II. מכשירי המדידה נבדקו ונמצאו תקינים.

א) כיצד ניתן לתרץ את ההבדל בין שני הגרפים?
ב) מהי התנגדות הנגד לפי גרף I ומהי לפי גרף II?




ג) בסידרת ניסויים שלישית חיברו את שני האמפרמטרים הנ"ל בטור זה עם זה ועם הנגד ותוצאות הניסויים סוכמו בגרף III. חשב על סמך שלושת סדרות הניסויים את התנגדותו האמיתית של הנגד.

23. בתוך שדה מגנטי אנכי המכוון מלמטה למעלה בעל אינדוקציה של 0.6 טסלה (= ובר למ"ר) מצוי חוט נחושת עבה בעל התנגדות זניחה שצורתו ABCDEFGH כמתואר בציור וכולו מצוי במישור אופקי. בין הנקודות D ו־E מחובר אמפרמטר שהתנגדותו 0.1 אוהם. מוט מתכת עבה שגם התנגדותו זניחה, IJ, שאורכו 25 ס"מ מונח על חוטי הנחושת כמתואר בציור. מושכים את המוט במהירות קבועה ה = 10 ס"מ/שנ' שמאלה.

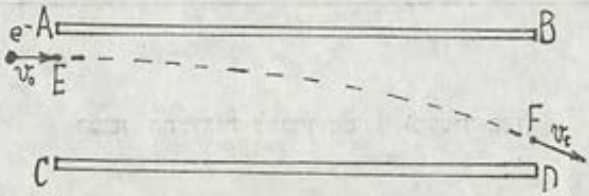



א) באיזה כיוון יזרום הזרם דרך האמפרמטר בשעת תנועת המוט ומהי עוצמת הזרם כל זמן שהמוט נע בין DE ובין BG?

ב) איזה כח דרוש להנעת המוט כנ"ל בין DE ובין BG, ואיזה כח דרוש להנעת המוט בין BG ובין AH באותה מהירות?

ג) מה היו התשובות לסעיפים הקודמים, אילו כיוון השדה המגנטי היה אופקי ומכוון מ־A אל B?

24. קבל לוחות שהמרחק בין לוחותיו 5 מ"מ ואורך לוחותיו 25 מ"מ נמצא בריק (הציור מוגדל). אלקטרון שמהירותו $10^6$ מ'/שנ' נכנס לשדה האלקטרוסטטי במקביל ללוחות בנקודה E במרחק 1 מ"מ מהלוח העליון ויוצא מהשדה בנקודה F במרחק 1 מ"מ מהלוח התחתון של הקבל.




א) מהו כיוון השדה האלקטרוסטטי ומה שעורו אם ידוע כי השדה אחיד?

ב) מהי הזווית בין מהירות יציאת האלקטרון מהקבל ובין מהירות כניסתו לקבל?

ג) אילו ניכנס לקבל במקום אלקטרון יון כלור בעל אותה מהירות — היכן היה יוצא מהקבל? הסבר באופן איכותי בלבד בלי לערוך חישובים מדוייקים.

תשובות: 1. א. 16 מ'/שנ' ב) 20.8 מ' ג) 0.947 מ'/שנ²
2. ב) 20 ק"ג ג) 0.25
3. א) 652.8 נ' ב) 111.3 נ' ג) 177.3 נ'
4. א) 3 מ'/שנ' ב) 8.77 נ'/מ' ג) 2.865 מ' ד) 0.955 מ'
5. א) 5 ב) 20 ג) 2285 מ'/שנ'
6. א) 2.28 שנ' ב) 0 ג) 0.0275 ג'אול
7. א) 0.577 ב) 2.67 מ'/שנ' 8. א) 2075 מ'/שנ'
9. ב) 5442 סמ"ק ; 0.888 אטמ' ג) 0.967 אטמ'
10. א) 6.41 מ'/שנ' ג) 6.32 מ'/שנ'
11. א) 0.5 נ' ב) 1.728 ס"מ ג) 6.9 נ'
12. א) $2.5\times10^{-10}$ ג'אול ב) $5.57\times10^{-27}$ ק"ג
13. א) $1.067\times10^{-30}$ ק"ג ב) 0.52c ג) 0.82c
14. א) 50.33 הרץ ב) 12 אמפר ג) 1 מיליהנרי
15. א) 9.782 קל'/שנ' ב) 101.6 וולט ג) 63.83 וולט
16. א) מרכזת ; 1.5 מ' ב) 1.8 מ'
ג) מפזרת ; (1—) מ' ; 60 ס"מ ד) (3—) מ'
17. ג) 5000 אנגסטרום 18. א) 912.7 אנגסטרום

19. ב) 17190 שנים
20. א) 0.0033 מיקרופרד ; 0.792 מיקרוקולון ; 240 וולט
ב) 0.0033 מיקרופרד ; 0.72 מיקרוקולון ; 218.2 וולט
21. 8 אוהם ; 38.5 וולט
22. ב) 0.8 אוהם ; 1.2 אוהם ג) 0.4 אוהם
23. א) 60 מיליאמפר מ־D אל E
ב) 0.0036 נ' ; 0.0144 נ' ג) 0 ; 0 ; 0
24. א) מ־CD אל AB ; 54.66 נ'/קולון ב) 13.5°

---

המשך התשובות למבחן מס' 3 (מעמוד 132)

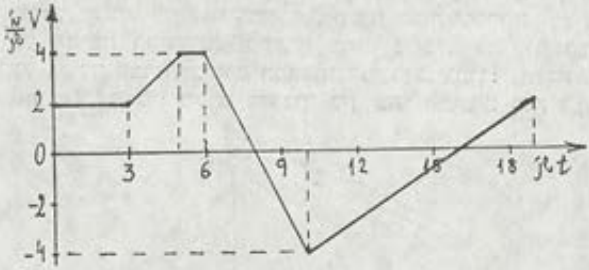
10. א) 0.4663 ב) 2.58 מ'/שנ'
11. א) $5.415\ ^{1-}$(שנ') ב) 53.62 קל'
12. א) 8.07 אוהם ב) 227.8 מיקרופרד
ג) 44.47 מיליהנרי
13. א) 60 אמפר ; 62.5 מיליהנרי
ב) $55 < L < 70$ מיליהנרי
14. א) $D = d/\sqrt[4]{1-2gH/v^2}$ ב) 7.94 מ'/שנ'
15. א) 2.35 מ"מ ב) 2 ק"ג ג) 24° צלזיוס
16. א) $i=Ey / (Rr+xy+rx+Ry+ry)$
ב) $V=Ey(R+x) / (Rr+xy+rx+Ry+ry)$
ג) עוצמת הזרם תגדל ד) עוצמת הזרם תגדל
17. א) יפגע
ב) 7.2 מיקרוקולון ; $2.3\times10^{-4}$ ג'אול ;
$5.76\times10^{-5}$ ג'אול
18. א) נורות 1, 2, 3, 4 : 15 ווט ; נורה 5 : 0 ;
נורה 6 : 60 ווט
19. א) לא ב) לא
ג) $2.025\times10^{-4}$ נ' ; 2.25 מיליאמפר
20. א) $4\times10^{-5}$ טסלה ב) כן ג) 4.37 ס"מ
ד) 5.63 ס"מ

## מבחן מספר 2 (תשמ"ח)

(4 יחידות לימוד)

**חלק ראשון — מכניקה** (50 נקודות — שעה וחצי). ענה על שלוש מהשאלות 1—5:

1. גוף החל לנוע מנקודה P צפונה במהירות v כמתואר בגרף המצורף.




א) שרטט גרף המתאר את תלות התאוצה של הגוף, a, בזמן התנועה, t, במשך 19 השניות של תנועת הגוף.

ב) חשב את מרחק הנקודה הצפונית ביותר, Q, אליה הגיע הגוף מנקודת המוצא P, ואחר כמה שניות הגיע לנקודה זו.

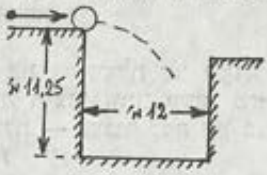
ג) חשב את מרחק הנקודה הקרובה ביותר ל־P, מן הנקודה P, אליה הגיע הגוף אחר שעבר דרך Q. כעבור כמה שניות מהתחלת התנועה הגיע לנקודה זו?

ד) מה כיוון תנועתו של הגוף 19 שניות אחר התחלת התנועה?

2. המרחק בין שני בתים הוא 12 מ'. בראש אחד הבתים בגובה 11.25 מ' מעל הרחוב הניחו כדור פלסטלינה שמסתו 125 גרם בקצה הגג וירו לתוכו כדור פלדה שמסתו 25 גרם. כדור הפלדה פגע בכדור הפלסטלינה כאשר מהירותו אופקית ושעורה 36 מ'/שנ', נתקע בתוכו ושני הכדורים המשיכו לנוע יחד.

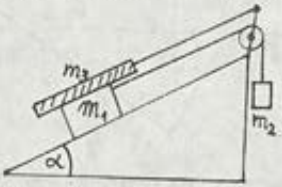
א) האם פגע כדור הפלסטלינה בבנין ממול או ברחוב? אם פגע בבנין — באיזה גובה מעל הרחוב פגע, ואם פגע ברחוב — באיזה מרחק מהבנין השני פגע ברחוב?

ב) חזרו על ניסוי זה אך החליפו את כדור הפלסטלינה בכדור פלדה שגם מסתו 125 גרם ונוצרה פגישה גמישה לחלוטין כשמרכז שני הכדורים על מישור אופקי אחד.



האם הפעם פגע כדור הפלדה הגדול בבנין ממול (אם כן — באיזה גובה?) או בכביש (אם כן — באיזה מרחק מן הבנין השני?)?

3. על מישור משופע חלק היוצר זווית בת 40° עם המישור האופקי מניחים תיבה שמסתה $m_1$ וקושרים אותה בעזרת חוט בעל מסה זניחה העובר מעל גלגל חסר חכוך למשקולת שמסתה $m_2$ התלויה בקצה החוט, כך שחלק החוט בין התיבה לגלגל מקביל למישור המשופע. תיבה שניה שמסתה $m_3$ מונחת על התיבה הראשונה וקשורה בחוט מקביל למישור המשופע אל נקודה קבועה בראש המישור המשופע. נתון: $m_1 = 2$ ק"ג; $m_3 = 1.5$ ק"ג; מקדם החיכוך בין שתי התיבות הוא 0.2.

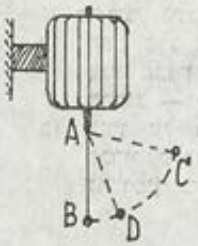



א) מה צריכה להיות מסת המשקולת $m_2$ לכל הפחות, על מנת שתמנע את החלקת המסה $m_1$ כלפי מטה?

ב) מהי המסה המירבית (מכסימלית) $m_2$ של המשקולת שעדיין לא תגרום לעלית התיבה הראשונה במעלה המישור המשופע.

ג) אם יתלו בקצה החוט משקולת שמסתה $m_2 = 2$ ק"ג, האם תעלה התיבה הראשונה יחד עם התיבה השניה במעלה המישור? מה תהיה תאוצת התיבה הראשונה במקרה זה?

4. אל הקצה A של הציר של מנוע חשמלי מחובר חוט שאורכו 90 ס"מ ובקצהו משקולת עופרת קטנה שמסתה 10 גרם.




א) אם לא יפעילו את המנוע וירימו את משקולת העופרת עד נקודה C כך שהחוט ישאר מתוח ויוצר זווית בת 80° עם המישור האופקי ויעזבו את המשקולת — איזה סוג של תנועה תבצע המשקולת (קצובה, שוות תאוצה, הרמונית, אחרת)?

ב) אם ירימו את המשקולת עד נקודה D בלבד כך שהחוט ישאר מתוח וייצור זווית קטנה מ־10° עם האנך, ויעזבו את המשקולת — כעבור כמה זמן תגיע מ־D אל B (בפעם הראשונה)?

ג) אם יפעילו את המנוע החשמלי כך שיסתובב במהירות קבועה והמשקולת תעשה 2 סיבובים בכל שניה — עד לאיזה גובה מעל B תתרומם המשקולת בשעת סיבובה סביב המשך ציר המנוע?

5. א) באיזו מהירות $v_0$ יש לשלח טיל מעל פני כדור הארץ שמחוגו (רדיוסו) R על מנת שטיל זה יקיף את כדור הארץ כלווין בגובה h מעל פני כדור הארץ? הבע מהירות זו באמצעות R, h ו־g בלבד.

ב) חשב מהירות זו על פי הנתונים הבאים: $R = 6400$ ק"מ; $h = 1600$ ק"מ; $g = 10$ מ'/שני².

חלק שני — פרקי השלמה (50 נקודות, שעה אחת). ענה על חמש מן השאלות 6—13:

6. כשמעמידים לוח מתכת שבו חריץ צר מאוד לפני מקור אור ומאפשרים לאור העובר דרך החריץ לפגוע ולעבור דרך

א) מנסרת זכוכית — מתפלג פס האור לפסים צבעוניים.

ב) לוח זכוכית כך שהאור פוגע אנכית לפני הלוח — לא משתנה פס האור שעבר דרך לוח הזכוכית.

ג) לוח זכוכית כך שהאור פוגע בפני הלוח באלכסון — לא משתנה פס האור העובר דרך הזכוכית, אך משני צידיו מתוספים פסים צבעוניים דקים.

הסבר את שלושת התופעות הנ"ל.

7. א) אדם מסויים אינו מסוגל לקרוא בספר אם הספר אינו במרחק 50 ס"מ לפחות מעיניו. מה עוצמת המשקפיים (בדיאפטריות) הדרושות לאדם זה כדי שיוכל לקרוא בספר שהוא מחזיקו במרחק 25 ס"מ מעיניו?

ב) כשמצלמים ילד על רקע גוף ומכוונים את המצלמה לצלום במרחק 50 ס"מ שהוא מרחק הילד מן המצלמה — מתקבלת תמונת הילד חדה ותמונת הרקע מטושטשת. הסבר את סיבת הדבר.

ג) כיצד מסוגלת עין אדם לראות בבירור הן גופים קרובים אליו והן גופים מרוחקים ממנו?

8. אמבט גלים מחולק לשני חלקים — מחציתו עמוקה יותר ובה מהירות התקדמות גלי השטח היא 15 ס"מ לשניה ומחציתו רדודה יותר ובה מהירות התקדמות גלי השטח 10 ס"מ לשניה. אם יוצרים בחלק העמוק של אמבט הגלים, בעזרת סרגל הנטבל במים בקצב קבוע, גלים שרכסיהם יוצרים זווית בת 45° עם קו ההפרדה בין החלק העמוק והחלק הרדוד של אמבט הגלים, עוברים הגלים לחלק הרדוד כך שרכסיהם יוצרים זווית α עם קו ההפרדה בין שני חלקי האמבט. חשב את הזווית α והסבר את התופעה בעזרת שרטוט מתאים.

9. ליסוד מימן שלושה איזוטופים. הסבר במה שונים שלושת האיזוטופים זה מזה ובמה הם שווים ותאר שיטה בעזרתה אפשר להפריד ביניהם ולקבוע את היחס הכמותי ביניהם בגז מימן.

10. שלושת רמות האנרגיה הראשונות של אטום מימן הן (באלקטרון־וולט): 13.6— (הרמה היסודית); 3.4—; 1.51—.
א) מה צריך להיות אורך הגל של אור לכל היותר, על מנת שיוכל לגרום לעירור אטומי מימן ברמת היסוד עד לרמת האנרגיה השלישית?
ב) מה אורכי הגלים של האור הנפלט מאטומי המימן המעוררים המצויים במיכל שהוקרן באור בעל אורכי גל הגדולים מ־2.6 אנגסטרום.

11. א) מה היו הנחותיו של נילס בוהר שעל פיהם בנה את מודל האטום של המימן?
ב) ציין שתי הנחות של הפיסיקה הקלסית שנסתרו ע"י העובדות שגרמו ליצירת מודל האטום של בוהר?

12. כאשר זורקים גוף כבד אנכית כלפי מעלה בריק הוא חוזר לנקודת המוצא במהירות השווה למהירות זריקתו כלפי מעלה.
א) הסבר מדוע גוף הנזרק כלפי מעלה באוויר חוזר לנקודת המוצא במהירות הקטנה מהמהירות בה נזרק כלפי מעלה.
ב) הוכח כי כאשר זורקים גוף אנכית כלפי מעלה — זמן העליה עד לשיא מסלולו קטן מזמן ירידתו משיא הגובה עד לנקודת המוצא.

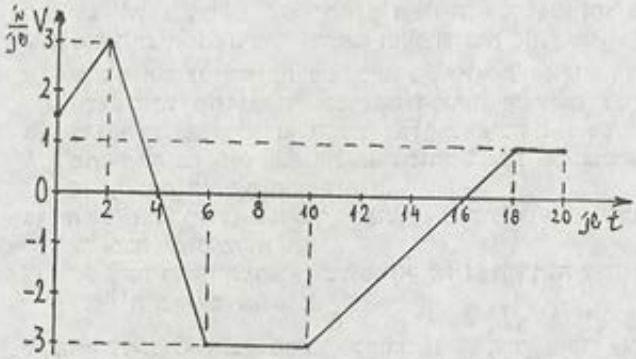
13. כאשר מנוע חשמלי של מאוורר מסתובב — כמות החום הנוצרת בו בכל שניה קטנה מאוד, אך אם מנסים לעצור את סיבוב המנוע ע"י חיכוך רב בצירו — המנוע פולט חום רב בכל שניה. הסבר את הסיבה לתופעה זו.

תשובות: 1. ב) 20 מ'; 8 שנ' ג) 4 מ'; 16 שנ' ד) צפונה
2. א) בכביש במרחק 3 מ' ב) בבנין בגובה 6.25 מ'
3. א) 1.056 ק"ג ב) 1.515 ק"ג ג) לא; 1.21 מ'/שנ²
4. ב) 0.47 שנ' ג) 83.7 ס"מ
5. א) $v_0 = \sqrt{gR(R+2h)/R+h}$ ב) 8764 מ'/שנ'
7. א) +2 8. 28.13°
10. א) 1026 אנגסטרום
ב) 1026; 1216; 6567 אנגסטרום

## מבחן מספר 3 (תשמ"ח)
(5 יחידות לימוד)

חלק ראשון — מכניקה (33 נקודות — שעה וחצי) ענה על שלוש מהשאלות 1—5:

1. גוף החל לנוע על קו ישר ימינה החל מהנקודה 0. מהירותו v בזמן התנועה על הישר ניתנת על ידי הגרף המצורף




א) שרטט גרף של תאוצת הגוף במשך 20 השניות של תנועתו כפונקציה של הזמן t.

ב) כעבור כמה שניות מתחילת תנועתו ימצא הגוף במרחק המירבי (מכסימלי) מימין לנקודת המוצא 0 וכמה שניות אחר תחילת תנועתו נמצא הגוף במרחק המירבי משמאל לנקודת המוצא 0.

ג) חשב את המרחק בין שתי הנקודות הקיצוניות על הישר ביניהן נע הגוף במשך 20 השניות של תנועתו.

ד) באיזה מרחק מנקודת המוצא נמצא הגוף אחר 20 שניות?

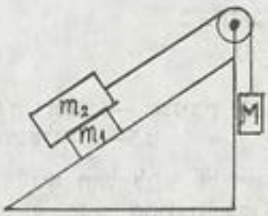
2. בראש מוט תקוע אנכית בקרקע, בגובה 1.25 מ' מעל הקרקע הושם כדור חמר (בלתי שרוף) שמסתו 300 גרם. כדור אקדח שמסתו 20 גרם פגע בכדור החמר כשמהירותו אופקית ושעורה 100 מ'/שנ', חדר דרך מרכזו ויצא מכדור החמר כשמהירותו אופקית ושעורה 40 מ'/שנ'.

א) מה היתה מהירות כדור החמר מיד אחר שכדור הרובה חדר דרכו?

ב) באיזה מרחק מתחתית המוט פגע כדור החמר בקרקע האפקית)?

ג) מה היתה מהירות כדור החמר ברגע שפגע בקרקע (גודל וכיוון)?

3. על מישור משופע חלק היוצר זווית בת 30° עם המישור האופקי הונחה תיבה קטנה שמסתה 2 ק"ג = $m_1$ ועליה הונחה תיבה גדולה יותר שמס־תה 3 ק"ג = $m_2$. התיבה הג־דולה נקשרה באמצעות חוט בעל מסה זניחה, המקביל למישור ועובר מעל גלגל חסר חיכוך בראש המישור המשופע אל משקולת שמסתה M התלויה על חוט זה. בין שני הארגזים קיים חיכוך (מקדם החיכוך הוא k).




א) שרטט את כל הכוחות הפועלים על שלושת הגופים הנ"ל (שרטט כל גוף בנפרד וסמן את הכוחות הפועלים עליו).

ב) בהנחה שהמשקולת M יורדת מבלי שהתיבה $m_1$ נשמטת מתחת לתיבה $m_2$, הבע את תאוצת המשקולת M באמצעות M ותאוצת הנפילה החופשית g.

ג) חשב את מקדם החיכוך המזערי (מינימלי) k הדרוש על מנת שתנועה זו תתכן.

ד) חשב את המסה המזערית של המשקולת M הדרושה שתנועה כנ"ל תתכן אם k = 0.4.

4. לקצהו של מוט אנכי מחובר בעזרת ציר חסר חיכוך מוט בלזה בעל מסה זניחה שאורכו 0.5 מ' ובקצהו התחתון משקולת עופרת קטנה שמסתה 50 גרם.

א) מזיזים את משקולת העופרת הצידה למרחק 5 ס"מ ועוזבים אותה. כעבור כמה זמן תגיע בפעם הראשונה למקום הרחוק ביותר מהמקום בו נעזבה?

ב) כשמסובבים את המוט האנכי בקצב של סיבוב אחד בשניה מתרוממת המשקולת ונעה במעגל. חשב את מהירות המש־קולת בתנועה זו.

ג) כשהגדילו את קצב הסיבוב של המוט העליון הסתובבה המשקולת במעגל הגבוה ממעגל התנועה הקודם ב־14.1 ס"מ. מהו קצב הסיבוב החדש?

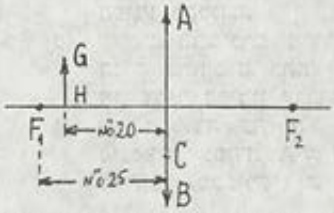
5. רוצים לשלח לווין שמסתו 500 ק"ג מעל פני כדור הארץ כך שיקיף את כדור הארץ במסלול קוטבי מעגלי בגובה 3 מחוגים (רדיוסים) של כדור הארץ מעל פני כדור הארץ.

א) איזו אנרגיה מזערית צריך להקנות ללווין זה (הזנח את התנגדות האוויר) כדי שיוכל להגיע אל מסלולו ולנוע בו. השתמש בנתונים הבאים בלבד: g = 10 מ'/שנ'$^2$; בחוג כדור הארץ = 6400 ק"מ.

ב) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ חייב להמצא לווין תקשורת כדי שישאר במשך כל זמן תנועתו מעל אותה נקודה על קו המשווה.

חלק שני — פרקי בחירה (34 נקודות; שעה וחצי) ענה על שתי שאלות משני פרקים שונים מהשאלות 6—15:

פרק ראשון — תורת האור והגלים




6. נתונה עדשה דקה מרכזת AB בעלת מרחק מוקד של 25 ס"מ. קוטר העדשה AB = 40 ס"מ. עצם מואר GH שגובהו 10 ס"מ עומד במרחק 20 ס"מ מהעדשה משמאל לעדשה כך שהנ־קודה H על הציר האופטי של העדשה. C היא נקודה על העדשה הנמצאת 10 ס"מ מתחת למרכז העדשה.

א) חשב את עוצמת העדשה בדיאופטריות, את מרחק הדמות הנוצרת מן העצם מהעדשה ואת ההגדלה הקוית של עדשה זו במקרה זה.

ב) העבר את הציור למחברתך (כל משבצת מסמנת 5 ס"מ ומצא את מקום דמות העצם ע"י שרטוט קרניים מתאימות.

ג) הוסף בשרטוטך את מהלך הקרן היוצאת מ־G בכיוון ל־C ונשברת בעדשה.

ד) הוסף קרניים נוספות בשרטוטך בעזרתן אפשר לקבוע את התחום בו חייבת להמצא עין המסתכל על מנת שיראה את מלוא הדמות של העצם. קווקוו תחום זה בשרטוטך.

7. שני מוטות תלויים על קפיצים מעל אמבט גלים ונוגעים בפני המים בזמן שהם מתנודדים בהשפעת הקפיצים, ויוצרים שתי מערכות של גלים סביב נקודות המגע של המוטות עם המים. שתי מערכות אלה מתאבכות.

א) באיזה מקרה יווצרו קווי צומת קבועים במקומם בתמונת התאבכות הגלים?

ב) או אמנם נוצרים קוי צומת קבועים באמבט הגלים — באיזה מקרה יתלכד אחד מקווי הצומת עם האנך האמצעי של הקטע המקשר את שתי נקודות המגע של המוטות עם המים.

ג) בנסוי היה המרחק בין שתי נקודות המגע בפני המים 20 ס"מ והמרחק בין רכסי הגלים העגולים שנוצרו תחילה היה 10 ס"מ. במרחק 2 מ' מנקודות המגע סטה קו הצומת הקרוב לאנך האמצעי של הקטע המקשר את נקודות המגע מן האנך ב־4 ס"מ, חשב את הבדל המופע בין שני מקורות הגלים.

ד) חשב את מספר קוי הצומת שיווצרו בנסוי הנ"ל.

פרק שני — פיסיקה מודרנית

8. כאשר מקרינים אור בעל תדירות f מתאימה על הקטודה של תא פוטואלקטרי נפלטים מהקטודה אלקטרונים ונעים לצד בו

נמצאת האנודה. אלקטרונים אלה ניתנים לעצירה ע״י הפעלת מתח עוצר $V_0$ מזערי (מינימלי) מסויים.

א) רשום פונקציות המתארות את תלות המתח העוצר $V_0$ I) בתדירות האור הפוגע f. II) באורך הגל γ של האור הפוגע בקטודה.

ב) שרטט תרשימים מקורבים של הגרפים של הפונקציות הנ״ל בתחומים בהם יש לפונקציות משמעות פיסיקלית. אין צורך בסימון ערכים מספריים על הצירים.

ג) אם הקטודה של תא פוטואלקטרי מצופה בחומר בעל פונקצית עבודה A = 2.7 אלקטרון־וולט, מהו אורך הגל המירבי (מכסימלי) שיגרום לפליטת אלקטרונים מקטודה זו?

ד) כשהקרינו אור בעל אורך גל 3100 אנגסטרום על הקטודה של התא נפלטו ממנה אלקטרונים. חשב את מהירותם המירבית של האלקטרונים.

9. א) חשב את חמשת רמות האנרגיה הראשונות של אטום מימן באלקטרון־וולט לפי המודל של בוהר, אם ידוע כי אנרגית היינון של אטום המימן היא 13.6 אלקטרון־וולט.

ב) אלומת אלקטרונים בעלי אנרגיה של 12.25 אלקטרון־וולט כוונה אל כמות גז מימן בלתי מעורר. עד איזו רמת אנרגיה יעוררו אלקטרונים אלה אטומים בגז זה לכל היותר?

ג) כמה קווי ספקטרום יתקבלו בבדיקה ספקטרוסקופית של האור הנפלט מהגז הנ״ל? חשב את אורכי הגל של קווים אלה.

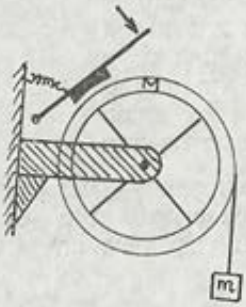
## פרק שלישי — מכניקה של גוף קשיח

10. גליל הונח על מישור משופע בגובה 50 ס״מ מעל תחתית המישור. המישור המשופע יוצר זווית בת 25° עם המישור האופקי.

א) מה צריך להיות מקדם החיכוך המזערי (מינימלי) בין המישור המשופע ובין הגליל על מנת שהגליל יתגלגל על המישור המשופע ללא החלקה?

ב) באיזו מהירות יגיע הגליל לתחתית המישור אם מקדם החיכוך הוא כפי שחישבת בסעיף הקודם?

11. גלגל תנופה עשוי ברזל שמסתו 50 ק״ג הוא בעל צורת טבעת שעוביה אחיד ומחוגיה (רדיוסיה) החיצוני 60 ס״מ והפנימי 50 ס״מ. מסת המוטות הדקים המחברים את הטבעת לציר, והציר הם בעלי מסה זניחה והחיכוך בציר אפסי. סביב היקף הגלגל כרוך חוט בעל מסה זניחה מספר כריכות ובקצה החבל תלויה משקולת שמסתה 5 ק״ג. אחר שעוזבים



משקולת זו היא יורדת לעומק 5 מ׳ ואז ניתק המגע בין החבל ובין גלגל התנופה.

א) חשב את המהירות הסיבובית המירבית של גלגל התנופה.

ב) אם מפעילים בלם על גלגל התנופה אחר שהחבל ניתק מעליו ועוצרים את גלגל התנופה — כמה חום נוצר בשעת הבלימה?

## פרק רביעי — זרם חילופין

12. משפחה קיבלה מחו״ל תנור אפיה המיועד לזרם חילופין במתח 110 וולט והספקו, כאשר הוא מופעל בצורה תקנית, 1500 ווט. ניתן להפעיל תנור זה ע״י חיבורו לזרם חילופין שמתחו 220 ותדירותו 50 הרץ בתנאי שיחברו לו בטור

א) נגד שהתנגדותו R — או

ב) קבל שקיבולו C — או

ג) סליל השראה שהשראתו L והתנגדותו זניחה.

חשב את הגדלים R, C ו־L הדרושים לבצוע החיבור והסבר איזו משלושת האפשרויות היא הבלתי רצויה ביותר.

13. במעגל זרם מחוברים בטור ספק מתח של 480 וולט בתדירות זוויתית של 800 רדיאן לשניה, נגד שהתנגדותו 8 אוהם, קבל שקיבולו 25 מיקרופרד וסליל השראה שהתנגדותו זניחה והשראתו ניתנת לשינוי בין 50 מיליהנרי ובין 100 מיליהנרי. הקבל מסוגל לעמוד במתח של 2400 וולט לכל היותר.

א) מהי עוצמת הזרם המירבית שעלולה לזרום במעגל זה ולאיזה ערך יש לכוון את השראות הסליל במקרה זה?

ב) לאיזה תחום יש להגביל את השראות הסליל על מנת שהמבדד בקבל לא יפרץ?

## פרק חמישי — תורת הנוזלים והגזים

14. מקצהו של צנור פלדה נפלט סילון מים אנכית כלפי מעלה במהירות v קוטר סילון המים כשהוא עוזב את הצנור הוא d, אך בגובה H מעל פי הצנור (בתנאי ש־ $(H < v^2/(2g)$), קוטר סילון המים הוא D.

א) הסבר מדוע קוטר סילון המים מוכרח לגדול ככל שמודדים אותו בגובה רב יותר מעל קצה הצנור, ומצא נוסחה המביעה את D באמצעות H, d, v ו־g.

ב) חשב את מהירות יציאת סילון המים מקצה הצנור אם בגובה 1 מ׳ מעל קצה הצנור קוטר סילון המים גדול פי 1.1 מקוטר פי הצנור.

15. לתיבת זכוכית בצורת קוביה שאורך צלעה 10 ס״מ ועובי דפנותיה זניח אין תחתית ומסתה 400 גרם. תיבה זו הונחה על גבי כספית הנמצאת

בקערה גדולה. אחר שמשקולת הונחה על פיאתה העליונה שקעה התיבה עד שתחתיתה 2 ס"מ מתחת לפני הכספית בקערה, וכספית חדרה לתוכה עד לגובה x מתחתיתה. לחץ האוויר החיצוני היה 10 ניוטון/סמ"ר, טמפרטורת האוויר 17° צלזיוס, וצפיפות הכספית 13.6 גרם/סמ"ק.

א) חשב את x.

ב) חשב את מסת המשקולת.

ג) עד לאיזו טמפרטורה צריך לחמם את האוויר הכלוא בין פני התיבה והכספית על מנת לגרש את כל הכספית שחדרה לתוך התיבה?

**חלק שלישי — חשמל** (33 נקודות; שעה וחצי). ענה על שלוש מהשאלות 16—20:

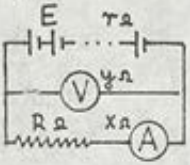
16. מקור זרם בעל כח אלקטרומניע E והתנגדות פנימית r מחובר לנגד שהתנגדותו R ואמפרמטר שהתנגדותו x. וולטמטר שהתנגדותו y מחובר להדקי מקור הזרם (ראה ציור).

א) הבע את עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר באמצעות האותיות הנתונות.

ב) הבע את המתח שיראה הוולמטר באמצעות האותיות הנתונות.

ג) כאשר יחליפו את האמפרמטר באמפרמטר אחר בעל התנגדות קטנה יותר — האם עוצמת הזרם שהוא ימדוד תעלה, תשאר כמקודם, או תרד? נמק את תשובתך.

ד) כאשר יחליפו את הוולטמטר בוולטמטר אחר בעל התנגדות גדולה יותר — האם עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר תעלה, תשאר כמו קודם, או תרד? נמק את תשובתך.

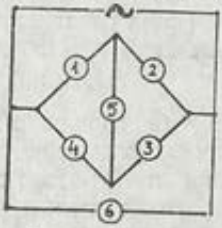


17. א) טיפות מים שקוטרם 2 מ"מ טעונות מטען 0.0025 מיקרוקולון נופלות מקצה ברז המחובר לקוטב החיובי של מכונה אלקטרוסטטית ליצירת מטענים ישר לתוך החלל בין שני לוחות קבל אנכיים, באמצע בין הלוחות. הפרש הפוטנציאלים בין לוחות הקבל הוא 10 וולט והמרחק בין הלוחות 3 ס"מ. אורך הלוחות 10 ס"מ.
הוכח כי מסלול הטיפות הוא קו ישר ובדוק אם הטיפות תפגענה באחד מלוחות הקבל או תעבורנה את כל הקבל בלי לפגוע בדפנות.

ב) קבל שקיבולו 0.2 מיקרופרד חובר למקור מתח קבוע של 48 וולט. אחר כך חובר הקבל לקבל אחר אשר

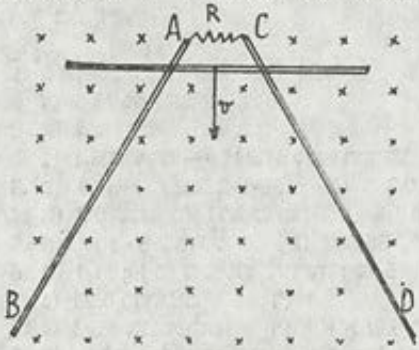
קבולו 0.6 מיקרופרד שלא היה טעון. חשב כמה מטען עבר מהקבל הראשון לשני אם החיבור בין הקבלים בוצע אחר ניתוק הקבל הראשון ממקור המתח, וחשב את אנרגיות הטעינה של שני הקבלים לפני החיבור ואחריו.

18. א) 6 נורות שעל כל אחת מהן רשום "240V60W" חוברו למקור זרם המספק מתח של 240 וולט כמתואר בציור. מהו ההספק למעשה של כל אחת מן הנורות בחבור זה.




ב) במעגל זרם ביתי הנועד למתח של 240 וולט מחובר מבטח ("פקק בטחון") המסוגל לעמוד בזרם של 12 אמפר לכל היותר. האם אפשר להפעיל במעגל זרם זה בעת ובעונה אחת דוד חמום למים הצורך 1500 ווט, מזגן הצורך 1000 ווט, ושלוש נורות הצורכות 100 ווט כל אחת? שרטט את אופן החיבור של המבטח ושל כל המכשירים הנ"ל במעגל הזרם.

19. בשדה מגנטי בעל אינדוקציה ש ל0.3 טסלה (ובר המ"ר) המכוון מלמעלה כלפי מטה מונחים שני מוטות נחושת עבים AB ו־CD היוצרים זווית בת 60° זה עם זה על לוח זכוכית אופקי. בין הנקודות A ו־C מחובר נגד שהתנגדותו 2 אוהם. מוט נחושת עבה




שלישי, MN, שאורכו 30 ס"מ ומסתו 100 גרם מונח על שני המוטות הראשונים ומסוגל להחליק עליהם ללא חכוך, אך תוך יצירת התנגדות זניחה לזרם חשמלי. תחילה היה

המרחק בין נקודות המגע של המוט השלישי עם שני הראשונים 10 ס"מ. הפעילו כח בשעור כזה שהמוט MN נע כל הזמן במהירות $v = 5$ ס"מ/שנ' כשהוא מתרחק מהנקודות A ו־C ונשאר כל הזמן מקביל למצבו ההתחלתי.

א) האם עוצמת הזרם דרך הנגד R קבועה בזמן התנועה? נמק.

ב) האם הכח הדרוש להנעת המוט כנ"ל קבוע בזמן התנועה? נמק.

ג) מהו הכח הדרוש להנעת המוט MN בדיוק לפני שהוא מנתק מגע עם שני המוטות הראשונים ומה עוצמת הזרם דרך הנגד ברגע זה?

20. אלקטרונים נכנסים במהירות $5 \times 10^7$ מ'/שנ' לתוך החלל בין הלוחות של קבל לוחות שהם אופקיים ונעים במקביל ללוחות בדיוק באמצע בין שני הלוחות. הקבל טעון כך שהמתח בין לוחותיו 200 וולט (הלוח העליון הוא החיובי). המרחק בין הלוחות הוא 10 ס"מ ואורך הלוחות 30 ס"מ. תנועה זו מתאפשרת הודות לקיום שדה מגנטי בין לוחות הקבל.

א) חשב את עוצמת השדה המגנטי (הסבר מהו כיוון השדה המגנטי בעזרת ציור מתאים).

ב) האם יונים שליליים חד־ערכיים של כלור יוכלו לעבור באותו מסלול אם יגיע באותה מהירות כמו האלקטרונים? נמק.

ג) באיזה מרחק מהלוח העליון יצאו אלקטרונים מתחום הקבל אם בגלל תקלה יעלם השדה המגנטי ויוותר השדה האלקטרו־סטטי בלבד?

ד) באיזה מרחק מהלוח העליון יצאו האלקטרונים מתחום הקבל אם בגלל תקלה יעלם השדה האלקטרוסטטי ויוותר השדה המגנטי בלבד?

תשובות: 1. ב) 4 שנ' ; 16 שנ' ג) 24 מ'
ד) 13.5 מ' משמאל ל־0
2. א) 4 מ'/שנ' ב) 2 מ'
ג) 6.4 מ'/שנ' — 51.34° לגבי הקרקע
3. ב) $(M+5)g / (M-2.5)$ ג) 0.385 ד) 2.5 ק"ג
4. א) 0.7 שנ' ב) 2.71 מ'/שנ' ג) 1.5 סיבובים לשניה
5. א) $2.8 \cdot 10^{10}$ ג'אול ב) 36,200 ק"מ
6. א) 4 ד' ; 1 מ' משמאל לעדשה ; פי 5
7. ג) 0.25 רדיאנים ד) 4
ג) 4593 אנגסטרום ד) $6.76 \times 10^5$ מ'/שנ'
8. א) $V_0 = hc/(e\lambda) - A/e$ ; $V_0 = (hf - A)/e$
9. א) —13.6 ; —3.4 ; —1.51 ; —0.85 ; —0.544
ב) עד לרמה השלישית
ג) 3 קווים: 1027 ; 1217 ; 6567 אנגסטרום

(המשך התשובות נמצא בעמוד 120)

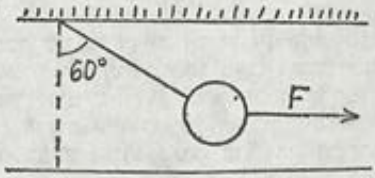
## בחינת בגרות מס׳ 8 (פברואר 1969)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. תיבה בעלת מסה של 25 ק״ג נמשכת לאורך מדרון על ידי כוח של 200 ניוטון הפועל כלפי מעלה בכיוון מקביל למדרון. שיפוע המדרון 30°, אורכו 8 מטר ומקדם החיכוך בין התיבה לבין המדרון $\sqrt{3}/15$ חשב את:
   א) כלל העבודה שנעשתה ע״י הכוח;
   ב) העבודה שנעשתה ע״י כוח הכובד;
   ג) העבודה שנעשתה ע״י כוח החיכוך;
   ד) תוספת האנרגיה הקינטית שקיבלה התיבה.

2. כדור שמסתו 500 ק״ג קשור לחבל שאורכו 6 מטר ויוצר עם האנך זווית של 60° (ראה ציור).



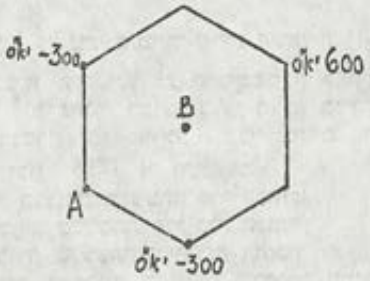

   א) חשב את הכוח האופקי F הדרוש כדי להחזיק את הכדור בזווית זו?
   ב) חשב את המתיחות בחבל במצב זה.
   ג) הכוח F מפסיק לפעול והכדור מתחיל לנוע. חשב את המתיחות בחבל כאשר הכדור עובר את הנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו.
   הערה: הזנח את מסת החבל.

3. גוף שמסתו 10 גרם תלוי בקצה קפיץ ומתנודד בקו אנכי. תקופת המחזור $\pi$ שניות. חשב את:
   א) קבוע הכוח של הקפיץ;
   ב) משרעת התנודה (אמפליטודה), אם האנרגיה הקינטית באמצע מסילת התנועה היא $4.5 \times 10^{-4}$ ז׳אול.
   ג) התאוצה במצב, בו ההעתק מאמצע התנודה 4 ס״מ.
   הערה: הזנח את מסת הקפיץ.

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):

4. שלושה מטענים חשמליים של 600 יא״ס ($2 \times 10^{-7}$ קולון), של 300 — יא״ס ($10^{-7}$ קולון) ושל 300 — יא״ס נמצאים בקדקודי

משושה משוכלל אשר אורך צלעו 10 ס"מ (ראה שרטוט).
חשב את:




א) עוצמת השדה וכיוונו במרכז המשושה B ובקדקוד A.
ב) העבודה הדרושה להעברת 3 יא"ס ($10^{-9}$ קולון) מ־B ל־A.

5. בגלוונומטר טנגנטי רדיוס הסליל 10 ס"מ, מספר הכריכות 30. מישור הסליל של הגלוונומטר מקביל למרידיאן המגנטי. כאשר זורם בסליל זרם של 0.7 אמפר תסטה המחט המגנטית ב־$30°$. חשב את הרכיב האופקי של האינדוקציה אשר לשדה המגנטי של כדור הארץ באותו מקום. פתח את הנוסחה בה השתמשת.

6. מוט נחושת באורך 150 ס"מ המכוון אופקית ממזרח למערב צונח במהירות קבועה של 30 מ'/שנ' במקום בו האינדוקציה של השדה המגנטי של כדור הארץ $6 \times 10^{-5}$ ובר/מ"ר וזווית ההרכנה (אינקלינציה) $60°$. חשב את המתח המושרה בין קצות המוט. ערוך שרטוט לפני שתשיב.

**פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):**

7. רשום את המשוואה של גל רוהב מתקדם חד־ממדי, כאשר נתונים המשרעה (אמפליטודה) $2 \times 10^{-3}$ ס"מ, התדירות 540 הרץ ומהירות התקדמות הגל 330 מ'/שנ'. כמו כן נתון שבזמן $t = 0$ במקום $x = 0$ יהיה ההעתק הרוחבי מכסימלי.
הסבר את המשמעות של כל הגדלים המופיעים במשוואה.

8. מקור גלים בתדירות 544 הרץ נע במהירות 10 מ'/שנ' לקראת קיר. מהירות ההתפשטות של הגלים 330 מ'/שנ'.
א) מה היא תדירות הגלים לגבי צופה נח כשהמקור מתרחק ממנו?
ב) מה היא תדירות הגלים המוחזרים על ידי הקיר לגבי אותו צופה נח?

9. קרני רנטגן באורך גל 2 אנגסטרם משחררות פוטו־אלקטרון מהפנים של צזיום. עבודת השחרור מצזיום היא 1.38 אלקטרון־וולט.

א) באיזו מהירות עוזב האלקטרון את פני הצזיום?

ב) איזה מתח דרוש כדי לעצור את האלקטרון הנ"ל?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. גוף בעל מסה m נופל מגובה h נפילה חופשית ופוגע בקרקע. האם אפשר לחשב לפי נתונים אלה את הכוח בו יפגע בקרקע? נמק.

11. מה צובר מצבר (אקומולטור): מטען חשמלי, פוטנציאל או אנרגיה? נמק.

12. מדוע משתמשים בשנאי להעברת אנרגיה חשמלית? הדגם את הסברך ע"י דוגמה מספרית כרצונך.

13. מדוע משווים לפעמים השראות של סליל להתמדה של מסה?

14. חשב באלקטרון־וולט את האנרגיה הדרושה להפוך גרעין הליום לשני פרוטונים ושני ניוטרונים בודדים. היעזר בלוח הקבועים הפיסיקליים.

15. בתוך קופסת ברזל מונח חומר רדיואקטיבי. אתה מגלה קרינה מחוץ לקופסה. כיצד תדע, באם זאת קרינת $\alpha$, $\beta$ או $\gamma$?

16. את הגיל של סלע המכיל אורניום מעריכים לפי יחס כמויות האורניום והעופרת בו. מה מצדיק שיטת הערכה זו?

17. מה הם ההבדלים בין גל מתקדם לבין גל עומד?

תשובות: 1. א) 1600 ג'אול ב) 1000 ג'אול ג) 200 ג'אול ד) 400 ג'אול

2. א) 866 קג"כ ב) 1000 קג"כ ג) 1000 קג"כ

3. א) 40 דין לס"מ ב) 15 ס"מ ג) 16 ס"מ/שנ²

4. א) A: $4.5\times10^4$ נ' לקולון; B: $2.7\times10^5$ נ' לקולון בכיוון מ־B ל־A ב) 90— ארג

5. 0.75 גאוס 6. 1.35 מיליוולט

7. $y = 2\times10^{-5}\cos 1080\pi\left(\frac{x}{30}-t\right)$ מטר

8. א) 528 הרץ ב) 561 הרץ

9. א) $4.7\times10^7$ מטר לשניה ב) 6200 וולט

14. $2.7\times10^7$ אלקטרון־וולט

## בחינת בגרות מס׳ 9 (אפריל 1969)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

1. קטר רכבת שמסתו 20 טון מתחיל לנוע במישור אופקי בתנועה שוות תאוצה ומגיע תוך 20 שניות למהירות של 18 ק״מ/ש׳. אז הוא מתנגש בקטר שני התנגשות אלסטית. חשב:
   א) את הכוח שמפעיל מנוע הקטר ב־20 השניות הנ״ל.
   ב) את המהירות ההתחלתית של הקטר השני אחרי ההתנגשות, אם לפני ההתנגשות הוא היה במצב מנוחה ומסתו 30 טון.
   ג) את המהירות ההתחלתית של הקטר השני אחרי ההתנגשות, אם לפני ההתנגשות היה נע בכיוון אחד עם הקרון הראשון במהירות 9 ק״מ/ש׳ ומסתו 5 טון.

2. א) פתח את נוסחת התאוצה הרדיאלית בתנועה מעגלית.
   ב) בכביש רטוב מקדם החיכוך בין המכונית לבין הכביש הוא 0.3. מה היא המהירות המכסימלית בה יכולה מכונית זו לנסוע בסיבוב בעל רדיוס 12 מטר בלי שתתחלק?

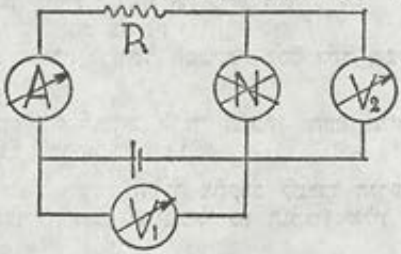
3. א) מה הוא המרחק ממרכז כדור הארץ אל הנקודה בה שווים כוח משיכת כדור הארץ וכוח משיכת הירח? בטא את המרחק הנ״ל בעזרת רדיוס כדור הארץ.
   ב) איזו אנרגיה יש להקנות לטיל בעל מסה m הנשלח מעל פני כדור הארץ, כדי שיגיע לנקודה זו?
   הערה: השתמש ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

4. כיצד משתנים קיבול, מטען, מתח ועוצמת השדה בקבל לוחות, אם ימלאו את הרווח שבין הלוחות בחומר בעל מקדם דיאלקטרי יחסי 2, בשעה שהלוחות —
   א) מחוברים למקור מתח?
   ב) טעונים ומנותקים ממקור המתח?

5. מטען של 1 קולון מפריש מתוך תמיסה של מלח בו הכספית דו־ערכית 1.04 מיליגרם כספית. המשקל האטומי של כספית הוא 200, מספר אבוגדרו הוא $6 \times 10^{23}$ גרם למול. חשב ע״פ הנתונים הנ״ל את:
   א) הקבוע של פרדי.
   ב) המטען החשמלי האלמנטרי.
   ג) מספר המטענים האלמנטריים הדרושים להפרשת גרם־אטום אחד של כספית.

6. במעגל הזרם החשמלי כמתואר בשרטוט הכא"מ של מקור המתח 25.3 וולט והתנגדותו של האמפרמטר 0.5 אום. הוולטמטר $V_1$ מראה 25 וולט, הוולטמטר $V_2$ — 22 וולט והאמפרמטר 0.5 אמפר, חשב את:




א) התנגדותו של הנגד R.
ב) התנגדותו הפנימית של מקור המתח.
ג) התנגדותה של הנורה N.
הערה: ההתנגדויות של הוולטמטרים גדולות מאוד.

פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. א) פתח את משוואת המצב של גז אידיאלי.
ב) חשב את המשקל של 5 ליטר חמצן ב־27° צלסיוס ובלחץ של 2 אטמוספירות. היעזר ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

8. א) באר בעזרת שרטוט את מהלך הקרניים בזכוכית מגדלת.
ב) חשב את מידת ההגדלה של זכוכית מגדלת בעלת רחק מוקד 5 ס"מ בשביל אדם בעל מרחק קריאה נורמלי של 25 ס"מ.
ג) כיצד תשתנה מידת ההגדלה לגבי אדם קצר רואי?

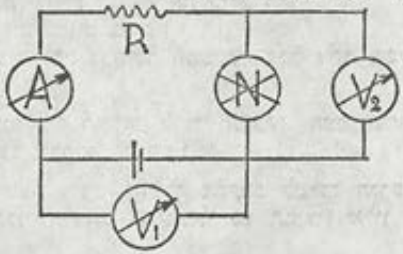
9. א) תאר בעזרת שרטוט סכמטי את ניסוי פרנק־הרץ ובאר את תוצאותיו.
ב) בתיאור גרפי של עוצמת הזרם כפונקציה של המתח בניסוי הנ"ל עם אדי כספית נמצא מפל תלול של עוצמת הזרם במתחים של 4.9; 9.8; 14.7 וולט. אורך הגל של הקרינה הנפלטת הוא $0.254 \times 10^{-6}$ מ'. חשב מתוך כך את הקבוע של פלנק.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. השווה את המתיחות בחבל, אם
א) שני תלמידים מושכים בו בשני קצותיו בכוחות שווים ומנוגדים F.

6. במעגל הזרם החשמלי כמתואר בשרטוט הכא"מ של מקור המתח 25.3 וולט והתנגדותו של האמפרמטר 0.5 אום. הוולטמטר $V_1$ מראה 25 וולט, הוולטמטר $V_2$ — 22 וולט והאמפרמטר 0.5 אמפר, חשב את:




א) התנגדותו של הנגד R.
ב) התנגדותו הפנימית של מקור המתח.
ג) התנגדותה של הנורה N.
הערה: ההתנגדויות של הוולטמטרים גדולות מאוד.

פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. א) פתח את משוואת המצב של גז אידיאלי.
ב) חשב את המשקל של 5 ליטר חמצן ב־27°C צלסיוס ובלחץ של 2 אטמוספירות. היעזר ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

8. א) באר בעזרת שרטוט את מהלך הקרניים בזכוכית מגדלת.
ב) חשב את מידת ההגדלה של זכוכית מגדלת בעלת רחק מוקד 5 ס"מ בשביל אדם בעל מרחק קריאה נורמלי של 25 ס"מ.
ג) כיצד תשתנה מידת ההגדלה לגבי אדם קצר רואי?

9. א) תאר בעזרת שרטוט סכמטי את ניסוי פרנק־הרץ ובאר את תוצאותיו.
ב) בתיאור גרפי של עוצמת הזרם כפונקציה של המתח בניסוי הנ"ל עם אדי כספית נמצא מפל תלול של עוצמת הזרם במתחים של 4.9; 9.8; 14.7 וולט. אורך הגל של הקרינה הנפלטת הוא $0.254 \times 10^{-6}$ מ'. חשב מתוך כך את הקבוע של פלנק.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. השווה את המתיחות בחבל, אם
א) שני תלמידים מושכים בו בשני קצותיו בכוחות שווים ומנוגדים F.

ב) תלמיד אחד מושך בקצה אחד בכוח 2F, כאשר הקצה השני קשור לקיר.

11. גוף נמצא ב„חוסר משקל"
א) במרכז כדור הארץ
ב) בתוך לוויין המקיף את כדור הארץ
ג) במקום מסוים בטיסה לירח.
מה היא הסיבה ל„חוסר המשקל" בכל אחד משלושת המקרים הנ"ל ?

12. אור נכנס מן האוויר לתוך זכוכית. האם תשתנה תדירותו, אורך הגל שלו או שניהם ?

13. חלקיק טעון חשמל חיובי מתקרב למרכז הגרעין של אטום. כיצד תלוי המרחק המינימלי מן הגרעין אליו יוכל החלקיק להגיע
א) במהירותו של החלקיק
ב) במסת החלקיק
ג) במטען הגרעין ?
הסבר בלוויית נוסחה.

14. האם עקרונית אפשר לבנות מטוס הטס בלי דלק ומוציא את האנרגיה הדרושה לטיסתו מחומו של האוויר בסביבה שיתקרר ע"י כך ? הרי תהליך זה אינו סותר את חוק שימור האנרגיה. האם הוא סותר חוק טבע אחר ?

15. כיצד אפשר לקבל זרם חשמלי ע"י חימום באורה ישיר ?

16. תאר שיטה למדידת מהירות האור.

17. קבע שתי שיטות אשר על פיהן אפשר להבחין בין קרני α לבין קרני β.

תשובות: 1. א) 5000 נ' ב) 4 מ'/שנ' ג) 6.5 מ'/שנ'
2. ב) 6 מ'/שנ' 3. א) 54 רדיוסים ב) $\frac{53}{54}mgR$
4. א) עצמת שדה ומתח קבועים ; קיבול ומטען עולים
ב) מטען קבוע ; קיבול עולה ; מתח ועצמת שדה יורדים
5. א) 96160 קולון ב) $1.6\times10^{-19}$ קולון ג) $1.2\times10^{24}$
6. א) 5.5 אוהם ב) 0.6 אוהם ג) 44 אוהם
7. ב) 13 גרם 8. ב) פי 6 ג) תקטן
9. ב) $6.6\times10^{-34}$ ג'אול×שניה

## בחינת בגרות מס׳ 10 (יוני 1969)

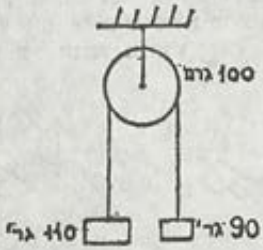
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. א) חשב את תקופת המחזור של לוויין המקיף את כדור הארץ סמוך לפניו במסלול מעגלי. הנח שאין התנגדות אוויר ושרדיוס המסלול הוא רדיוס כדור הארץ.
   ב) חשב את תקופת המחזור של לוויין המקיף את הירח סמוך לפניו במסלול מעגלי. היעזר ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

2. כדור פלדה אלסטי נופל מגובה 20 ס״מ על מדרון אלסטי ששיפועו 45°, מוחזר ופוגע שנית באותו המדרון.
   א) הכן ציור סכימטי של מסלול הכדור.
   ב) חשב את המרחק בין שתי נקודות הפגיעה במדרון.
   ג) חשב את המהירות בה פוגע הכדור במדרון בפעם השנייה.

3. במכונת אטוד מסת הגלגל בעל עובי אחיד — $m = 100$ גרם ורדיוסו $r = 10$ ס״מ. בקצות החוט תלויות מסות של $m_1 = 90$ גרם ו־$m_2 = 110$ גרם (ראה ציור).

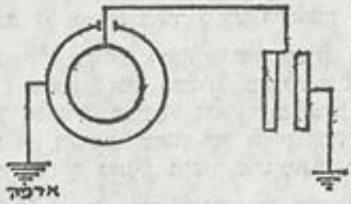



חשב את תאוצת המערכת ואת המתיחות בכל צד של החוט. אם
   א) החוט מחליק על גבי הגלגל בלי חיכוך והגלגל אינו מסתובב;
   ב) החוט אינו מחליק על גבי הגלגל והגלגל מסתובב.
הזנח את מסת החוט ואת החיכוך בציר הגלגל כשהוא מסתובב, פתח תחילה את הנוסחות הדרושות באותיות והצב אחרי־כן את המספרים.

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—8):

4. א) קבל כדורי מורכב משני כדורי מתכת חלולים בעלי מרכז משותף ובעלי רדיוסים 4 ו־6 ס״מ (ראה ציור). הכדור החיצוני מוארק. הכדור הפנימי היה טעון במיקרוקולון אחד

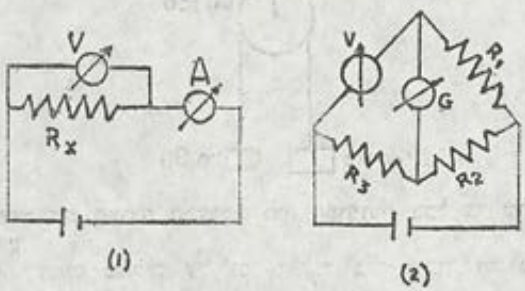
ואחרי כן חובר לקבל לוחות עיגולי בלתי טעון שרדיוס לוחותיו 6 ס"מ והמרחק בין הלוחות 3 ס"מ.




חשב את הפוטנציאל המשותף ואת המטענים על כל אחד מן הקבלים.

ב) חשב את האנרגיה החשמלית העצורה במערכת לפני החיבור של שני הקבלים ואחריו.

5. א) לשם מדידת התנגדות נגד חיברו את הנגד למעגל זרם שיש בו מקור מתח ישר. מד־זרם ומד־מתח כמתואר בשרטוט. מד־המתח מראה 50 וולט ומד הזרם — 11 מיליאמפר. חילוק המתח הנמדד בעוצמת הזרם הנמדדת נותן 4545 אום, אולם שיקול נוסף מראה שאין זו ההתנגדות האמיתית של הנגד. מדוע?




ב) התנגדות מד־המתח הנזכר ב־א' נמדדת בגשר ויטסטון כמתואר בשרטוט (2). נתונים $R_1/R_2 = 100$, $R_3 = 500$ אום. מה התנגדות מד־המתח?
הוכח את הנוסחות בהן הנך משתמש.

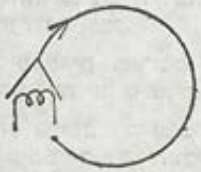
ג) חשב את התנגדות הנגד על פי תוצאות כל המדידות.

6. בציור המצורף מסלול מעגלי של אלומת אלקטרונים בשדה מגנטי אחיד בתוך שפופרת ריק.

א) מניין מקבלים האלקטרונים את מהירותם?

ב) סמן את כיוון הכוח הפועל על האלקטרונים.

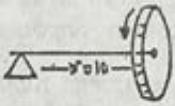
ג) סמן את כיוון האינדוקציה המגנטית.
ד) כיצד ישתנה המסלול, אם האינדוקציה המגנטית תגדל?
ה) כיצד ישתנה המסלול, אם כיוון האינדוקציה המגנטית יתהפך?



ו) כיצד ישתנה המסלול, אם מהירות האלקטרונים תגדל?
ז) חשב את האינדוקציה המגנטית, אם המתח החשמלי הוא 100 וולט ורדיוס המסלול 5 ס"מ.

2. א) חשב את מומנט ההתמדה של מוט אחיד בעל אורך l ומסה m שציר סיבובו מאונך למוט באחד מקצותיו.
ב) מוט אחיד באורך 1 מטר מתנודד סביב ציר דרך אחד מקצותיו. חשב את תקופת מחזור תנודותיו.
ג) השווה את תקופת המחזור הנ"ל לתקופת מחזורה של מטוטלת מתמטית אשר אורכה 1 מטר.

3. א) באר את התהוות הנקיפה (פרצסיה) של גירוסקופ.
ב) גלגל אחיד אשר מסתו 100 גרם ורדיוסו 5 ס"מ מסתובב במהירות זוויתית של 100 רדיאנים בשנייה סביב ציר אופקי דרך מרכזו. ציר זה נתמך במרחק 10 ס"מ ממרכזו (ראה ציור). חשב את המהירות הזוויתית של הנקיפה הנוצרת וסמן את כיוונה. הזנח את מסת הציר.




4. למקור מתח חילופין בעל 100 וולט מתח אפקטיבי ותדירות של 60 הרץ מחוברים בטור סליל בעל התנגדות אומית של 3 אום ומקדם השראה עצמית של $\frac{1}{20\pi}$ הנרי וקבל בעל $\frac{1}{240\pi}$ פרד.
א) חשב את המתח האפקטיבי בין קצות הסליל.
ב) חשב את המתח האפקטיבי בין קצות הקבל.
ג) באיזו תדירות היה צריך להשתמש במעגל הנ"ל, כדי לקבל עוצמת זרם מכסימלית?

## חלק שני (שעה וחצי השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. אדם ישב על כסא מסתובב ומחזיק בידיו בזרועות מושטות שתי משקלות שוות. כיצד תשתנה מהירותו הזוויתית, אם יפלו המשקלות מידיו? נמק.

11. האם אפשר להשיט סירת מפרשים בעזרת הרוח הנוצר ע"י מניפה חשמלית הנמצאת על סיפון הסירה? נמק.

12. כיצד ישתנה רוחק המוקד $f = 20$ ס"מ של עדשה, אם נעביר אותה אל תוך מים? מקדם השבירה של מים $4/3$ ושל זכוכית $3/2$.

13. מעל לשני מישורים משופעים בעלי אורך שונה וגובה שווה הסמוכים זה לזה (ראה ציור) מחובר חבל שקצותיו חוברו זה לזה. אין חכוך בין החבל לבין המישורים. היסתובב החבל? הוכח את טענתך.

14. שנאי המחובר לרשת חשמלית כמעט שאינו צורך זרם, כל עוד לא חובר אליו מכשיר? הסבר את הסיבה לכך.

15. חשב את שינוי התדירות או אורך הגל של אור בעל תדירות $6.10^{14}$ הרץ הנכנס מן האוויר למים. מהירות האור באוויר $3.10^8$ מ'/שנ' ומקדם השבירה אוויר־מים — $4/3$.

16. האם תנועת כדור אלסטי הנופל אל הארץ ושוב עולה ושוב נופל הלוך וחזור הינה תנועה הרמונית? נמק את תשובתך.

17. בטבלה המצורפת משפחת חומרים רדיואקטיביים (A הופך ל־B, B ל־C וכו').

א) מלא את המקומות הריקים (רק קרינה אחת)

ב) מה לפי כך המסה האטומית והמספר האטומי של קרינת $\alpha$.

| יסוד | מספר אטומי | מסה אטומית | קרינה נפלטת |
|---|---|---|---|
| A | 90 | 232 | — $\alpha$ |
| B | 88 | 228 | — $\beta$ |
| C | 89 | 228 | — |
| D | 90 | 228 | — |
| E | 88 | 224 | — $\alpha$ |
| F | | | — $\gamma$ |

ג) מה סימן המטען של קרינת $\beta$ ע"פ הלוח?
ד) בטבלה מופיעים שני זוגות של יסודות שאינם ניתנים להפרדה באמצעים כימיים. אילו הם?

**תשובות:** 1. א) 5024 שנ' ב) 6405 שנ'
2. ב) 1.13 מ' ג) 4.47 מטר לשניה
3. א) 1 מ'/שנ$^2$ ; 0.99 נ'
ב) 0.8 מ'/שנ$^2$ ; 1.012 נ' ; 0.972 נ'
4. א) 60,000 וולט ; $2\times10^{-7}$ קולון ; $8\times10^{-7}$ קולון
ב) 0.0375 ג'אול ; 0.03 ג'אול
5. ב) 50,000 אוהם ג) 5000 אוהם
6. ז) $6.7\times10^{-4}$ ובר למ"ר
7. ב) 1.63 שנ' ג) $\sqrt{2/3}$
8. ב) 8 רדיאנים לשניה
9. א) 134 וולט ב) 40 וולט ג) 35 הרץ
12. 80 ס"מ 15. אין שנוי בתדירות ; 125 אונגסטרם

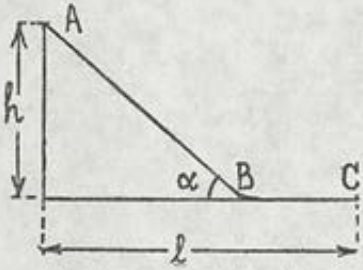
## בחינת בגרות מס׳ 11 (אוקטובר 1969)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

1. כדור פלדה נופל נפילה חופשית מגובה מסוים על מדרון אשר שיפועו 15°, מתנגש בו התנגשות אלסטית ומוחזר. לאחר ההחזרה, ברגע שתנועתו אופקית, הוא פוגע בקיר הנמצא במרחק אופקי של 20 ס״מ ממקום פגיעתו של הכדור במדרון.
   א) ערוך שרטוט סכמטי של מסלול הכדור.
   ב) חשב את גובה הנקודה שממנה נפל הכדור (המרחק בינה ובין נקודת הפגיעה במדרון).

2. גוף יורד ממצב מנוחה בנקודה A לאורך מדרון אשר גובהו h ונכנס למישור אופקי בנקודה B. הכדור ממשיך להתקדם בכיוון אופקי במהירות בה הגיע ל־B ונעצר בנקודה C. מקדם החיכוך μ לאורך כל מסלול תנועתו ABC הוא קבוע.
   אורך המסלול האופקי יחד עם בסיס המדרון הוא l (ראה ציור).

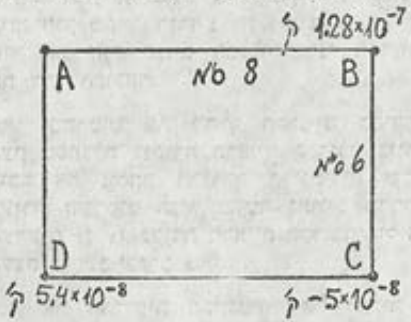



   א) הבע את מקדם החיכוך בעזרת הנתונים שבציור.
   ב) הראה שמקדם החיכוך אינו תלוי בשיפוע המדרון, כלומר במקום של הנקודה B על הקטע l.
   ג) תאר מה יתרחש כאשר הנקודות B ו־C תתלכדנה.

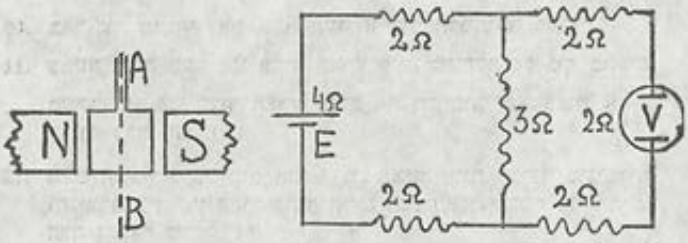
3. כדור חמר בעל מסה 1 ק״ג ומהירות בת 3 מ׳/שנ׳ מתנגש בכדור חמר שני בעל מסה 4 ק״ג ומהירות בת 1 מ׳/שנ׳, פעם כאשר שניהם נעים באותו כיוון ופעם כאשר הם נעים בכיוונים מנוגדים.
   א) חשב את מהירותם הסופית בכל אחד משני המקרים.
   ב) חשב את הפסד האנרגיה הקינטית בכל אחד משני המקרים.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

**4.** בשלושה קדקודי מלבן D; C; B נמצאים מטענים חשמליים של $5.4 \times 10^{-8}$; $-5 \times 10^{-8}$; $1.28 \times 10^{-7}$ קולון בהתאמה.
אורכי צלעות המלבן הם: 8 ס״מ = AB, 6 ס״מ = BC.
חשב את:
א) עוצמת השדה החשמלי בקדקוד A של המלבן (גודלו וכיוונו).
ב) הפוטנציאל האלקטרוסטטי בקדקוד A של המלבן.




**5.** א) גסח את חוקי קירכהוף לגבי מעגלים חשמליים.
ב) ברשת חשמלית (ראה שרטוט) V הוא וולטאמטר נחרשת בו נפרשים בזמן של 16 דקות ו־5 שניות 0.32 גרם נחרשת.
E הוא מקור מתח בעל התנגדות פנימית של 4 אום.
התנגדות הוולטאמטר היא 2 אום.
חשב את הכא״מ של E.




**6.** א) רשום את נוסחת המתח המושרה בין קצות תיל הנע בשדה מגנטי. באר את משמעות האותיות בנוסחה.
ב) תיל מלבני מסתובב בשדה מגנטי אחיד בעל אינדוקציה 2 ובר/מ״ר סביב הציר AB 240 סיבובים בדקה.
אורך המלבן 80 ס״מ ורוחבו 50 ס״מ (ראה שרטוט).
חשב את המתח המקסימלי המושרה בין קצות התיל.

**פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):**

7. א) גז נתון בכלי סגור שנפחו $V_1 = 1$ ליטר, לחצו $P_1 = 1$ אטמ' והטמפרטורה שלו $t = 0°C$ ($T=273°K$).
דוחסים את הגז בטמפרטורה קבועה עד ל: $P_2 = 16$ אטמ'.
צייר גרף: P כפונקציה של V. איזה חוק מתאר הגרף? תן נוסחה.

ב) מחממים את כמות הגז הנ"ל בלחץ קבוע מ־ $t = 0°C$ ($T=546°K$) צייר גרף: V כפונקציה של T.
איזה חוק מתאר הגרף? תן נוסחה.

ג) גזור את חוק הגזים הכללי משני החוקים הנ"ל. באר את דרך ההוכחה.

8. א) תאר בשרטוט את מהלך הקרניים במיקרוסקופ כאשר העין מסתגלת לנקודת הראייה הקרובה ביותר.

ב) הוכח את נוסחת ההגדלה הליניארית של המיקרוסקופ בעזרת השרטוט הנ"ל כאשר נתונים מרחקי המוקד של העדשות $f_1$, $f_2$, נקודת הראייה הקרובה של העין d ומרחק העצם מהאובייקטיב a.

9. א) נסח את הדרישות הקוונטיות של תבנית אטום המימן של בוהר.

ב) אנרגיית היוניזציה של מימן היא 13.6 אלקטרון־וולט. חשב באמצעות נתון זה את אנרגיית היוניזציה של יון הליום.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):**

10. באר את מבנהו ואת אופן פעולתו של תרמומטר רפואי.

11. באיזה גובה מעל פני כדור הארץ יהיה משקלו של גוף מחצית משקלו על פני כדור הארץ (בטא את תשובתך באמצעות R — רדיוס כדור הארץ)?

12. גורם השבירה של מים הוא 1.33. באיזו זווית פגיעה מינימלית (הנוצרת בין קרן האור בתוך המים ובין האנך לשטח פני המים) חלה החזרה מוחלטת?

13. כיצד מוכיחים שקרני קתוד הן אלקטרונים?

14. מנה דרכים שונות לשחרור אלקטרונים מפני מתכת.

15. איזה רכיב במעגל זרם חשמלי מעביר זרם ישר, אבל כמעט אינו מעביר זרם חילופים ואיזה רכיב מעביר זרם חילופים ואינו מעביר זרם ישר?

16. באר את הקשר בין חוק לנץ לבין חוק שימור האנרגיה.

17. א) שרטט את מהלכה של קרן אור דרך לוח זכוכית בעל דפנות מקבילים.

ב) שרטט את מהלכה של קרן אור דרך מנסרה אופטית.

ג) באר מדוע מבחינים בנפיצה הצבעונית של האור במנסרה ולא בלוח בעל דפנות מקבילים.

**תשובות:** 1. ב) 23.1 ס"מ 2. א) $h/l$ ג) התנועה קצובה

3. א) 1.4 או 0.2 מ'/שנ' ב) 1.6 או 6.4 ג'אול

4. א) $1.8\times10^5$ ג' לקולון בכיוון מ־C ל־A. ב) 18,000 וולט

5. ב) 30 וולט 6. ב) 20.1 וולט

7. א) בויל־מריוט: $pV = 1$

ב) גי־לוסק: $V = V_0T/273$

8. ב) $\frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{d + f_2}{a - f_1}$

9. ב) 54.4 אלקטרון־וולט

11. $0.414R$ 12. $48^\circ 35'$

## בחינת בגרות מס׳ 12 (פברואר 1970)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

1. טיל נע במאונך כלפי מעלה בתאוצה קבועה ומגיע בגובה של 40 ק״מ למהירות של 1,600 מ׳/שנ׳.
   א) מה היא תאוצתו של הטיל?
   ב) בגובה 40 ק״מ מפסיק המנוע של הטיל לפעול. עד איזה גובה ימשיך הטיל להתרומם?
   ג) כמה זמן אחרי השילוח יחזור הטיל לאדמה? הזנח את התנגדות האוויר.

2. שני כדורים בני מסה של 40 גרם ו־80 גרם תלויים בשני חוטים דקים סמוכים זה לזה. אורך כל אחד מהם 72 ס״מ. מרימים את הכדור בעל מסה 40 גרם עד שהחוט מתוח בכיוון אופקי. אחרי כן מרפים ממנו.
   א) באיזו מהירות יגיע הכדור למצב ההתחלתי?
   ב) מה היא המתיחות בחוט כשיגיע למצב ההתחלתי?
   ג) ברגע שמגיע הכדור למצב ההתחלתי יגע בכדור השני וימסור לו 6/7 מהאנרגיה הקינטית שלו. לאיזה גובה יתרומם הכדור השני?

3. א) בקפיץ תלויה משקולת של 40 גרם. מושכים את המשקולת במקצת כלפי מטה, מרפים ממנה והיא מבצעת תנודה הרמונית בעלת זמן מחזור של 2 שניות. מה היה זמן המחזור, אילו היתה מסת המשקולת 80 גרם?
   ב) הוכח את הנוסחה המקשרת את זמן המחזור עם מסת המשקולת בהסתמך על נוסחת הכוח והדרך בתנועה הרמונית.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

4. בקבל לוחות שטח כל לוח 0.04 מ״ר, המרחק ביניהם 5 מ״מ, המתח ביניהם 1,000 וולט והמטען עליהם $0.7 \times 10^{7}$ קולון. חשב את:
   א) הקיבול של הקבל
   ב) המקדם הדיאלקטרי היחסי של החומר שבין הלוחות
   ג) עוצמת השדה בין הלוחות.

5. א) פתח את הקשר שבין ההספק של זרם חשמלי לבין ההתנגדות שדרכה זורם הזרם והמתח שבין קצותיה בהסתמך על הגדרת המושגים שהוזכרו.

ב) אל מקור מתח בעל כא"מ של E וולט והתנגדות של r אום חובר נגד בעל התנגדות R אום הניתנת לשינוי. חשב את היחס בין R ל־r אם ההספק המתקבל בנגד R הוא מכסימלי.

6. א) נסח את חוק ההשראה האלקטרומגנטית.
ב) סליל מעגלי דק בעל 40 כריכות ורדיוס ממוצע של 12 ס"מ מסתובב 30 סיבובים בשנייה סביב ציר העובר דרך קוטר הכריכות בשדה המגנטי של כדור הארץ במקום בו האינדוקציה (צפיפות השטף) היא בת $5 \times 10^{-5}$ ובר/מ"ר, ציר הסיבוב מאונך לשדה המגנטי. חשב את הכא"מ המכסימלי המושרה בסליל.
ג) חשב את המתח האפקטיבי בתנאים הנ"ל.

**פרק ב' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):**

7. גליל מלא אחיד וגליל חלול בעלי מסה שווה מתחילים יחד להתגלגל במורד מדרון בעל שיפוע $30°$ ואורך 12.5 מ'. חשב את:
א) יחס תאוצות ההתקדמות (טרנסלציה) של הגלילים
ב) יחס זמני הירידה של שני הגלילים במדרון.

8. א) חשב את מומנט ההתמדה של מוט אחיד בעל מסה 2 ק"ג ואורך 1 מטר אשר מתנודד סביב אחד מקצותיו.
ב) מה הוא זמן המחזור של התנודה שמוט זה יבצע בהשפעת הכובד סביב ציר אופקי דרך אחד מקצותיו?

9. דרך סליל בעל התנגדות אומית 10 אום עובר זרם חילופין של 4 אמפרים. המתח בין קצותיו הוא 50 וולט. תדירות הזרם היא 50 הרץ.
א) חשב את העכבה Z של הסליל, את ההגב ההשראי (ריאקטנסה השראית) $x_L$, את ההשראות העצמית L ואת הפרש המופע (פזה) φ בין הזרם והמתח.
ב) חשב את כמות החום הנוצר בסליל בשנייה אחת.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):**

10. פרוטון ודויטרון בעלי אנרגיה קינטית שווה נכנסים לתוך שדה מגנטי אחיד בכיוון מאונך לקווי האינדוקציה. מה יחס הרדיוסים של מסלוליהם?

11. תאר ניסוי המאשר את האופי הגלי של האור.

12. תאר ניסוי המאשר שגלי האור הם גלי רוחב.

13. א) הגדר את המושג דמות מדומה בתורת האור הגיאומטרית.
ב) בעזרת ציור תן דוגמה של דמות מדומה הנוצרת ע"י עדשה.

14. שרטט את מהלך הקרניים במראה קעורה המשמשת כמראה לגילוח.

15. הנוסחות לתנועה סיבובית של גוף קשיח סביב ציר קבוע דומות לנוסחות התנועה של גוף הנע בקו ישר. מה הם הגדלים בנוסחות של התנועה הסיבובית המקבילים לגדלים הבאים המופיעים בנוסחות התנועה בקו ישר:
(1) מסה, (2) כוח, (3) מהירות, (4) אנרגיה קינטית?

16. כידוע סלילי מנוע לזרם חילופים הם בעלי הגב השראי (ריאק־טנסה השראית) $x_L$ והם גורמים להפרש מופע בין עוצמת הזרם למתח.
כיצד אפשר להגדיל את גורם ההספק $\cos\varphi$ במקרה זה?
באר את תשובתך באמצעות דיאגרמת וקטורים.

17. א) האם פליטת קרינה אלקטרומגנטית ע"י מטען נע תלויה במהירות המטען או בתאוצתו?
איזו תופעה ידועה לך המוכיחה את טענתך?
ב) תאר ניסוי בו משתחררים אלקטרונים מתוך קרינה אלקטרו־מגנטית.

**תשובות:** 1. א) 32 מ'/שנ'$^2$ ב) 168 ק"מ ג) 394 שניות
2. א) 3.8 מ'/שנ' ב) 1.2 ג' ג) 31 ס"מ
3. א) 2.83 שנ' 4. א) $7\times10^{-5}$ מיקרופרד ב) 0.99
ג) $2\times10^{5}$ וולט למטר
5. ב) 1 6. ב) 17.3 מיליוולט ג) 12.23 מיליוולט
7. א) 4 : 3 ב) $\sqrt[\frac{1}{2}]{3}$ 8. $\frac{3}{4}$ ק"ג×מ"ר ב) 1.64 שנ'
9. א) 12.5 אוהם ; 7.5 אוהם ; 0.0237 הנרי ; $37^\circ$
ב) 38.4 ק' 10. 0.707

## בחינת בגרות מס׳ 13 (אפריל 1970)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

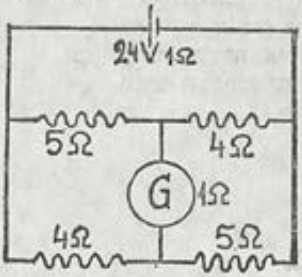
1. תיבה שמסתה 8 ק״ג מונחת על משטח אופקי. מושכים את התיבה בכוח קבוע באמצעות חוט הפונה למעלה ויוצר זווית של 60° עם הכיוון האופקי. מקדם החיכוך בין התיבה לבין המשטח הוא 0.2.
   א) חשב את הכוח המינימלי בו יש למשוך בחוט, כדי שהתיבה תגוע בתנועה קצובה.
   ב) חשב את הדרך שתעבור התיבה במשך 6 שניות, אם החוט יימשך בכוח של 40 ניוטון.

2. א) רשום את נוסחת האנרגיה הפוטנציאלית של גוף בעל מסה הנמצא בשדה הכובד של כדור הארץ.
   ב) תאר באופן גרפי את תלותה של האנרגיה הזאת במרחק ממרכז כדור הארץ.
   ג) חשב את העבודה הדרושה כדי להרחיק יחידת מסה מפני כדור הארץ עד לאין־סוף.

3. מסה בת 2 ק״ג תלויה בקפיץ. כאשר תולים בו 1 ק״ג נוסף מתארך הקפיץ ב־5 ס״מ.
   א) חשב את העבודה הדרושה להארכת הקפיץ ב־12 ס״מ, כאשר תלויים בו 2 ק״ג.
   ב) מושכים את הקפיץ עם המשקולת של 2 ק״ג כדי 12 ס״מ ומרפים ממנו. חשב את מחזור התנודות שמבצעת המשקולת.
   ג) חשב את המהירות המכסימלית של המשקולת.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

4. כדור מתכת בלתי טעון בעל רדיוס 6 ס״מ נוגע באלקטרומטר טעון ל־3000 וולט. הפוטנציאל יורד ע״י מגע הכדור ל־1800 וולט. חשב את:
   א) המטען העובר לכדור.
   ב) האנרגיה החשמלית של הכדור.
   ג) קיבול האלקטרומטר.

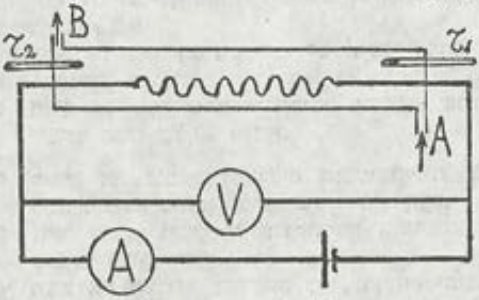



5. א) באר בעזרת שרטוט את שיטת גשר ויטסטון להשוואת התנגדויות והוכח את נוסחת הגשר.

ב) נתון חיבור נגדים בגשר ויטסטון למקור מתח בעל כא"מ של 24 וולט והתנגדות פנימית של 1 אום עפ"י הנתונים בציור.

חשב את עוצמת הזרם הזורם דרך הגלוונומטר G.

6. מים זורמים דרך שפופרת בקצב של 5 גרם בשנייה. הם נכנסים ב־A בטמרטורה $\tau_1 = 18°$ צלסיוס ויוצאים ב־B אחרי חימום ע"י תיל נושא זרם חשמלי בטמפרטורה $\tau_2 = 24°$ צלסיוס (ראה ציור).




האמפרמטר מראה 4 אמפר.

א) חשב את הספק החום הנוצר בתיל שבשפופרת.

ב) חשב את המתח שהוולטמטר מראה.

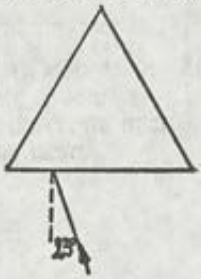
**פרק ג'** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. בתוך גליל פלדה אשר נפחו 10 ליטר נמצאים 0.180 ק"ג מימן. ע"י חימום בשמש גדל לחץ הגז ב־2 אטמוספירות. כמה קילו־קלוריות נוספו לגז?

נתונים: צפיפות המימן בתנאים נורמליים (לחץ של 1 אטמוספירה וטמפרטורה של 0° צלסיוס) — 0.09 ק"ג/מ"ק, חום סגולי של מימן בנפח קבוע — $c_v = 2.411$ קק"ג/מעלה־ק"ג.

8. א) באר את המושג „זווית הגבול" לגבי שבירת האור וחשב את זווית הגבול לגבי זכוכית בעלת גורם שבירה $n=1.5$.

ב) נתונה מנסרה אופטית אשר חתכה משולש שווה צלעות וגורם השבירה של זכוכית המנסרה 1.5 (ראה ציור).



קרן אור פוגעת באחת הפאות כמתואר בציור בזווית פגיעת של 23°. הראה כי במקרה זה תחול ההזרה פנימית בתוך המנסרה בפאה השמאלית.

ג) שרטט את מהלך הקרן עד צאתה מן המנסרה.

9. א) חשב את המהירות המינימלית של האלקטרונים בשפופרת רנטגן, אשר בה נוצרות קרניים בעלות אורך גל של $10^{-10}$ מ׳.

ב) חשב את המתח הדרוש להאצת האלקטרונים למהירות הדרושה הנ״ל.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. תאר שתי דרכים לשחרור אלקטרונים מפני מוליך.

11. מה ההסבר להיווצרות הספקטרום הקווי של אטום מימן עפ״י תבנית האטום של בוהר?

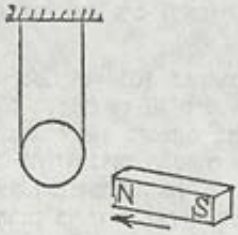
12. באר את ההבדל בין המושגים משקלו של גוף ומסתו של גוף.

13. חשב את מידת ההגדלה הקווית המתקבלת, ע״י זכוכית מגדלת שהינה עדשה מרכזת בעלת רוחק מוקד של 12.5 ס״מ.

14. שרטט את מהלך הקרניים במיקרוסקופ. הסבר.

15. באר, מדוע אפשר להפוך גזים מסוימים (כגון כלור) לנוזלים ע״י לחץ מתאים בטמפרטורת החדר ואילו גזים „תמידיים״ (כגון חמצן) אינם הופכים לנוזל בתנאים הנ״ל.

16. טבעת נחושת תלויה מן התקרה על שני חוטים כמתואר בשרטוט.




מקרבים אליה במהירות מגנט־מוט חזק. הטבעת נדחית מן המגנט. מדוע?

17. קבל לוחות מחובר בקביעות אל מקור בעל מתח קבוע. מרחיקים את הלוחות זה מזה. הישתנה מטען הקבל?

תשובות בעמוד 157

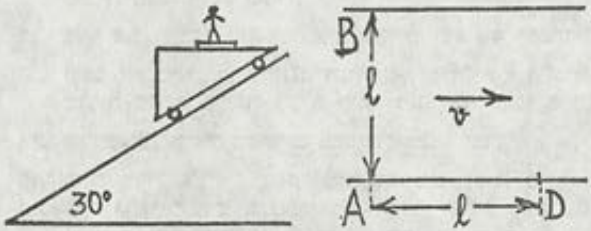
# בחינת בגרות מס׳ 14 (יוני 1970)

## חלק ראשון (שלוש שעות)

עליך לענות על שש מתוך תשע השאלות שבשלושת הפרקים הבאים א׳—ג׳, שתזם מתוך כל פרק, בהתאם להוראות שבראש כל פרק.

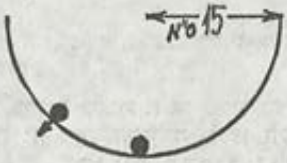
**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):**

1. בנהר שרוחבו $l$ זורמים המים במהירות $v$. סירת מנוע אשר מהירותה במים עומדים $c$ חוצה את הנהר מנקודה A לנקודה B בכיוון מאונך לזרם הנהר וחוזרת ל־A. אחרי כן היא שטה לאורך הנהר לנקודה D, הנמצאת במרחק $l$ מ־A, וחוזרת באותה הדרך ל־A.
   א) חשב את יחס הזמנים בהם עוברת הסירה את הדרכים ABA ו־ADA.
   ב) נתח את המשמעות הפיסיקלית של המקרים $v > c$, $v < c$ ו־$v = c$.




2. עגלה יורדת בלי חיכוך במדרון אשר שיפועו 30°. מותקנים עליה מאזני קפיץ המוצבים על שטח אופקי, ועליהם עומד אדם בעל מסה של 80 ק״ג (ראה שרטוט). חשב מה יורו המאזניים.

3. כדור קטן בעל מסה של 100 גרם נמצא בתוך קערה אשר צורתה חצי כדור בעל רדיוס 15 ס״מ. הקערה מסתובבת סביב ציר הסימטריה האנכי 180 סיבובים בדקה.
   א) בכמה ס״מ יעלה הכדור הקטן המסתובב יחד עם הקערה עקב התנועה הסיבובית הזאת?
   ב) חשב את הכוח בו לוחץ הכדור על הקערה בזמן הסיבוב.



**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

4. ענן בעל שטח אופקי של $10^6$ מ״ר מרחף בגובה של 800 מ׳ מעל פני האדמה, בינו לבין הארץ קיים שדה חשמלי אחיד שעוצמתו היא 2000 וולט/מטר.
   א) חשב את המתח בין הענן לבין האדמה.
   ב) חשב את המטען החשמלי הנמצא בענן.
   ג) חשב את האנרגיה החשמלית הטמונה בשדה בין הענן לאדמה.

5. א) לפנינו 80 תאים חשמליים של כל אחד כא״מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 0.1 אום. יש לחבר אותם לנגד בעל התנגדות של 0.5 אום כך, שעוצמת הזרם דרך הנגד תהיה מכסימלית. כיצד תחבר את התאים ביניהם, כאשר הם ערוכים בצורה מלבנית? הוכח את הנוסחה בה השתמשת.
   ב) מה יהיה החיבור, אם הכא״מ של כל תא הוא 1.8 וולט?
   ג) מה יהיה החיבור, אם התנגדות הנגד היא 2 אום?

6. דיסקית נחושת ברדיוס 10 ס״מ מסתובבת בתדירות קבועה של 100 הרץ בשדה מגנטי אחיד שכיוונו מאונך למשטח הדסקית והאינדוקציה המגנטית שלו $B = 0.1$ ובר/מ². הדיסקית נוגעת במשערות נחושת קבועות. אחת בציר הדיסקית והשנייה בהיקפה. המשערות קשורות ביניהן קשר מוליך דרך נגד בעל התנגדות 4 אום ואמפרמטר בעל התנגדות 1 אום. חשב את עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר.

**פרק ג׳ — ענה על שתיים מתוך ארבע השאלות הבאות (7—10):**

7. א) גזור את נוסחאות התקצרות האורך והתארכות הזמן מן הניסוי של מייכלסון.
   ב) ציין במפורש באילו הנחות הנך משתמש בכל שלב של הפיתוח.
   ג) נסח במילים את התוצאות שקיבלת.

8. א) רשום את הנוסחה לאנרגיה קינטית לפי תורת היחסות והראה שלגבי מהירויות הקטנות בהרבה ממהירות האור נוסחה זו מתקרבת לנוסחת האנרגיה הקינטית לפי הפיסיקה הקלסית.
   ב) הראה, שמסת המנוחה של פוטון היא אפס.
   ג) חשב את האנרגיה המשתחררת במיזוג 1 ק״ג הליום $^4_2He$ מתוך פרוטונים וניוטרונים. השתמש ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

9. דרך סליל המחובר למקור מתח ישר בן 24 וולט זורם זרם בעל עוצמה של 2 אמפר. כאשר מחברים אותו הסליל למקור

מתח חילופין בעל מתח אפקטיבי של 24 וולט ותדירות של 50 הרץ, מראה האמפרמטר עוצמת זרם אפקטיבי של 0.25 אמפר. בהזנחת התנגדות תילי ההולכה, האמפרמטר ומקור המתח חשב את —

א) ההתנגדות האומית וההשראות L של הסליל.

ב) הספק הזרם הישר והספק זרם החילופים.

10. א) כיצד אפשר להבטיח בעזרת טריודה, כי תנודות חשמליות תהיינה בלתי מרוסנות? ערוך שרטוט.

ב) בעזרת מקלט ניתן לקלוט גלים אלקטרומגנטים בתחום אורך גל 180—600 מטר. במעגל התנודתי משרן בעל השראות $L = 0.8mH$ (מיליהנרי). מה הוא התחום שבו משתנה קיבול הקבל?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18):

11. השווה את התנודות במעגל תנודה חשמלי לתנודות משקולת התלויה בקפיץ. אילו גדלים בתנודה של משקולת התלויה בקפיץ קובעים את התדירות? אילו גדלים בתנודות חשמליות מקבילים לגדלים המכניים בתנודות המשקולת?

12. קורה אחידה וחלקה שאורכה 10 מטר ומסתה 70 ק"ג מונחת על קרח. אדם שמסתו 70 ק"ג עובר על פני הקורה מקצה לקצה. מה הוא המרחק שהוא עבר ביחס לנקודה קבועה שעל פני הקרח?

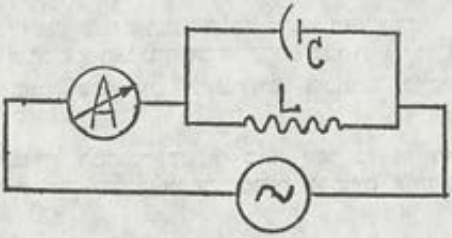
13. שרטט שרטוט סכמטי של גנרטור תלת־מופעי ובאר את יתרון השימוש בזרם תלת־מופעי.

14. טוענים אלקטרוסקופ. תאר בשרטוט את מצב העלים באלקטרוסקופ בשלושת המצבים הבאים:

א) אחרי הטענה.

ב) בשעה שמקרבים לוח מתכת מאורק לגולת האלקטרוסקופ הטעון.

ג) במצב ב' לאחר שהוכנס לוח מחומר מבודד בין האלקטרוסקופ לבין לוח המתכת המוארק.



15. גנרטור למתח חילופים קבע—מתח משנה את תדירות הזרם מ־1 הרץ ל־10 קילוהרץ. תאר את השינוי החל בעוצמת הזרם כשגדלה התדירות בענף ההשראי, בענף הקבלי ודרך האמפר־מטר A. נתון שתדירות המעגל L—C הוא 5 קילוהרץ.

16. באר, כיצד משתנה מסתו של גוף עם שינוי מהירותו ע"פ עקרונותיה של תורת היחסות.

17. חלקיק טעון חיובית נע כלפי מרכזו של גרעין זהב. האם יגדל או יפחת מרחק התקרבותו הקטן ביותר, אם —
א) המהירות ההתחלתית של החלקיק תגדל ?
ב) מסתו תקטן (בלי שינוי המטען החיובי) ?
ג) גרעין הזהב יוחלף בגרעין כסף ?

18. א) תאר שני ניסויים המאשרים, כי האור הוא תופעה גלית.
ב) תאר ניסוי המאשר שגלי האור הם גלי רוחב.

**תשובות:** 1. א) $\sqrt{1-v^2/c^2}$ 2. 60 ק"ג
3. א) 12.2 ס"מ ב) 5.4 ג'
4. א) $1.6\times10^{6}$ וולט ב) $1.8\times10^{-3}$ קולון ג) 1440 ג'אול
5. א) 4 קבוצות מקבילות בנות 20 תאים מחוברים בטור
ב) כנ"ל ג) 2 קבוצות מקבילות בנות 40 תאים מחוברים בטור.
6. 62.8 מיליאמפר 8. ג) $7.2\times10^{14}$ ג'אול
9. א) 12 אוהם ; 0.3 הנרי ב) 48 וט ; $\frac{1}{4}$ וט
10. ב) בין $1.125\times10^{-11}$ ובין $1.25\times10^{-10}$ פרד
12. 5 מ'

---

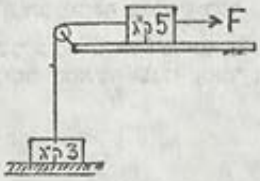
תשובות למבחן מס' 13

1. א) 23.8 ג' ב) 24.4 מ'
2. א) $\gamma m M/r$ — או $mghR/(R+h)$ ג) $\gamma M/R$
3. א) 1.44 ג'אול ב) 0.63 שנ' ג) 1.2 מ'/שנ'
4. א) $1.2\times10^{-8}$ קולון ב) 108 ארג ג) $10^{-11}$ פרד
5. ב) 0.4 אמפר כלפי מעלה
6. א) 125 וט ב) 31.25 וולט
7. 1.2 קל' גדולות 8. א) $41^{\circ}49'$
9. א) $6.6\times10^{7}$ מ'/שנ' ב) 12,420 וולט
13. 3 17. יקטן

## בחינת בגרות מס׳ 15 (אוקטובר 1970)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):

1. גוף בעל מסה של 5 ק״ג מונח על שולחן אופקי חלק. גוף שני בעל מסה של 3 ק״ג מונח על הרצפה. שניהם קשורים זה לזה ע״י חבל מתוח העובר על גלגל קבוע כשהוא מקביל לשולחן ומאונך לרצפה (ראה ציור). כוח אופקי F פועל על הגוף העליון כמתואר בציור לאורך דרך של 10 ס״מ. הוא הביא את המערכת למהירות של 2 מ׳/שנ׳. אחר כך פסק מלפעול. השולחן והגלגל נטולי חיכוך. מסת הגלגל והחבל ניתנת להזנחה.




א) חשב את גודל הכוח F.

ב) חשב את מתיחות החוט בזמן פעולת הכוח.

ג) חשב את מתיחות החוט לאחר שהכוח פסק מלפעול.

2. שני כוחות שווים של 25 ניוטון כל אחד פועלים בנפרד על שני גופים בני 5 ו־20 ק״ג מסה הנמצאים במצב מנוחה.

א) שני הגופים הגיעו לתנע שווה. מצא את היחס בין זמני הפעולה של הכוחות על הגופים.

ב) שני הגופים הגיעו לאנרגיה קינטית שווה. חשב את היחס בין זמני הפעולה של הכוחות על הגופים.

3. קפיץ שמסתו ניתנת להזנחה הוא בעל אורך a. תולים בו גוף בעל מסה m ואורכו החדש הוא b.

א) חשב את אורך המטוטלת המתימטית אשר מחזורה שווה למחזור תנודות הקפיץ בו תלוי הגוף על מסה m.

ב) בקפיץ זה נתלה גוף נוסף וכתוצאה מזה גדל מחזורו פי שניים. מה מסת. של הגוף?

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):

4. שלושה קבלים זהים מחוברים בחיבור מקביל למקור מתח בעל 2 וולט. מנתקים את מקור המתח ומפרקים את הקבלים דרך גלוונומטר. 18 מיקרוקולון עברו את הגלוונומטר.

א) חשב את הקיבול של כל קבל.

ב) שלושת הקבלים חוברו למקור המתח הנ"ל בטור. גם הפעם ניתק הקשר למקור המתח והמטען פורק דרך הגלוונומטר. מה היה שיעור המטען?

5. 150 נורות בעלות התנגדות של 120 אום כל אחת (במצב חם) מחוברות במקביל למקור בעל כא"מ קבוע. בתנאים אלה המתח על הנורות הוא 90 וולט.

א) חשב את הספק המקור בהנחה כי בתנאים הנ"ל הנצילות היא 90%.

ב) חשב את ההתנגדות הפנימית של המקור.

ג) לנורות הנ"ל נוספו 30 שוות להן, גם כן בחיבור מקביל. הכא"מ וההתנגדות הפנימית של מקור המתח לא נשתנו. חשב את הספק המקור.

6. שני תאים חשמליים — האחד בעל כא"מ של 2 וולט והתנגדות פנימית של 1 אום והשני — בעל כא"מ של 1.5 וולט והתנגדות פנימית של 0.5 אום — מחוברים במקביל אל נגד בעל התנגדות R.

א) חשב את עוצמת הזרם I בנגד ואת המתח V בין קצותיו.

ב) חשב את הגבול אליו ישאף המתח V, כאשר ההתנגדות החיצונית R שואפת לאין־סוף.

ג) כיצד קוראים ל־V במקרה הנ"ל (ב')?

פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. 10 גרם קרח ב־°(5—) צלסיוס הוכנסו לתערובת של מים ונפט ב־°20 צלסיוס. אחרי שכל הקרח נמס, היתה טמפרטורת התערובת °0 צלסיוס ומסת כל הנוזל 60 גרם.
חשב את מסת הנפט בתערובת. השתמש ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

8. א) לרשותך שתי עדשות מרכזות בנות 5 ו־20 דיופטריות. כיצד השתמש בהן להרכבת משקפת? תאר בשרטוט את מהלך הקרניים וחשב את מידת הגדלתה של המשקפת.

ב) איזה אמצעי יש להוסיף על שתי העדשות כדי שהדמות במשקפת תתקבל ישרה? הכן שרטוט.

9. א) מנה את הנחותיו של בוהר — המנוגדות לפיסיקה הקלסית — לגבי תבנית אטום המימן.

ב) מהו פוטנציאל היוניזציה של אטום?

ג) נתון פוטנציאל היוניזציה של אטום המימן — 13.6 אלקטרון־וולט. חשב את רדיוס המסלול הראשון של אטום המימן.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. כאשר מרים אדם גוף פועל עליו הגוף באותו שיעור כוח שהוא מפעיל על הגוף. כיצד בכל זאת הוא מצליח להרימו?

11. בלוויין המסובב את כדור הארץ שורר „חוסר משקל". מה הסיבה לכך?

12. זרם חשמלי מתחיל להיות מסוכן לאדם החל מעוצמה של 20 מיליאמפר. למקור מתח של פנס־כיס בעל 3 וולט מחובר נגד של 1 אום ולכן זורם בו זרם של 3 אמפר. מדוע אין סכנה נשקפת לאדם אם הוא נוגע בשני קצות הנגד הבלתי מבודד בשעת זרימת הזרם?

13. מה יתרונו של קבל לוחות על מוליך רגיל בעל אותם הממדים לגבי צבירת מטען חשמלי? באר את פעולת הקבל בתפקיד זה.

14. א) חומר רדיואקטיבי פולט קרני $\alpha$, $\beta$ ו־$\gamma$. מה טיבם של סוגי הקרינה הנ"ל?

ב) כיצד משתנה המשקל האטומי וכיצד משתנה המספר האטומי של האטום המקרין ע"י הקרינה הנ"ל?

15. באר את האפקט הפוטואלקטרי על יסוד ההנחה כי אור מורכב מפוטונים (קוואנטים של אנרגיית האור).

16. א) מה ההבדל בין דמות ממשית לבין דמות מדומה של עצם במכשירים האופטיים?

ב) הראה בעזרת שרטוט של מהלך הקרניים כי אדם יכול לראות את דמותו השלמה במראה שטוחה אם גובה המראה הוא מחצית מגובהו שלו.

17. תאר שיטה למדידת צפיפויות של מוצקים ונוזלים ע"פ חוק ארכימדס (שקילה באוויר ובנוזל).

**תשובות:** 1. א) 190 ג' ב) 90 ג' ג) 18.75 ג'

2. א) 1:1 ב) 1:2 3. א) $b-a$ ב) 3m

4. א) 3 מיקרופרד ב) 2 מיקרוקולון

5. א) 11.25 ק"ל ב) 0.09 אוהם ג) 13.24 ק"ל

6. א) $5/(3R+1)$ אמפר; $5R/(3R+1)$ וולט

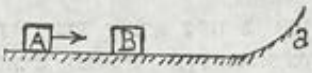
ב) $1\frac{2}{3}$ וולט ג) כא"מ

7. 17.84 גרם 9. ג) $5.3\times10^{-9}$ ס"מ = 0.53 אנגסטרום

## בחינת בגרות מס׳ 16 (פברואר 1971)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. גוף A הנע במהירות קבועה v במסלול חלק אופקי מתנגש בגוף נח B התנגשות אלסטית ודוחף אותו במדרון חלק a כלפי מעלה. לאיזה גובה יעלה B אחרי ההתנגשות, אם מסתו של B —




א) שווה למסתו של A?
ב) היא מחצית מסתו של A?
ג) גדולה פי שניים ממסתו של A?

2. גוף בעל מסה m נע במסלול מעגלי בעל רדיוס R סביב גוף נח בעל מסה M (M גדולה בהרבה מ־m) בהשפעת כוח הגרביטציה הפועל ביניהם.
א) חשב בעזרת הנתונים הנ״ל והקבוע של הגרביטציה את האנרגיה המכנית של m (פוטנציאלית וקינטית) שבתנועה זו.
ב) חשב בעזרת אותם הנתונים את העבודה הדרושה להעברת הגוף בעל מסה m ממסלולו למסלול מעגלי חדש בעל רדיוס 2R (פי שניים גדול מהקודם) ולהקניית המהירות הדרושה לתנועתו במסלול החדש.

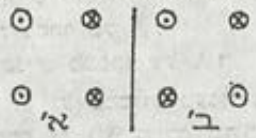
3. תולים משקולת בת 2 ק״ג מסה בקצהו של קפיץ. הקפיץ נמתח ב־1 ס״מ ומגיע לשיווי משקל. מושכים את המשקולת כלפי מטה 5 ס״מ נוספים ומרפים ממנה.
חשב את
א) זמן מחזור התנודות.
ב) מהירותה המקסימלית של המשקולת.
ג) העבודה הדרושה להוצאתה ממצב שיווי המשקל.

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):

4. 1,000 טיפות מים כדוריות זעירות שוות מרחפות באוויר וטעונות מטען חשמלי שווה. הן מתחברות לטיפת גשם גדולה אחת שצורתה גם כן כדורית.
חשב את היחס בין הפוטנציאל של טיפת הגשם הגדולה לפוטנציאל של כל אחת מטיפות המים הקטנות.

5. למקור מתח בעל כא"מ של 24 וולט (ההתנגדות הפנימית ניתנת להזנחה) חוברו בטור שני נגדים של 2,500 ו־1,500 אום.
א) חשב את המתח בין קצותיו של כל אחד מהנגדים.
ב) מה יורה וולטמטר בעל התנגדות פנימית של 1,500 אום המחובר במקביל לנגד של 1,500 אום?
דייק עד שתי ספרות אחרי הנקודה העשרונית.
ג) ומה יורה וולטמטר בעל התנגדות פנימית של 300,000 אום?

6. דרך קדקודי ריבוע שאורך צלעו $10\sqrt{2}$ ס"מ עוברים תילים ישרים ארוכים (במאונך לדף, ראה ציור) ובכל אחד מהם זורם זרם חשמלי בעל עוצמה של 1 אמפר.




חשב את הגודל והכיוון של האינדוקציה המגנטית (צפיפות השטף המגנטי) במרכז הריבוע במקרה א' ובמקרה ב'.
(כיוון הזרם מסומן ⊙ כשהוא מכוון אלינו ו־⊗ אם כיוונו מאתנו).

פרק ג' — ענה על שתיים מתוך ארבע השאלות הבאות (7—10):

7. א) נסח את עקרון היחסות הקלסית.
ב) במה מרחיבה תורת היחסות הפרטית את עקרון היחסות הקלסי?
ג) רשום את נוסחאות הטרנספורמציה של לורנץ ובאר אותן.
ד) מערכת ייחוס א' נעה במהירות של $2 \times 10^8$ ק"מ/שנ' יחסית למערכת ייחוס ב'. במערכת ייחוס ב' התחוללו שני מאורעות באותו המקום ברווח זמן של שעה אחת.
מה הוא רווח הזמן בין שני מאורעות אלו במערכת ייחוס א'? הראה שהנוסחה שתשתמש בה היא מסקנה מנוסחאות לורנץ.

8. א) רשום ובאר את נוסחת הקשר בין אנרגיה למסה לפי תורת היחסות הפרטית.
ב) הבא שלוש עובדות ניסיוניות המדגימות את נכונותה של הנוסחה הזאת. בדוגמה הראשונה צריכה להופיע אנרגיה קינטית, בשנייה אנרגיה גרעינית ובשלישית מסת מנוחה.

9. אל מקור מתח חילופין של 220 וולט (ערך אפקטיבי) חוברו בטור: נגד של 50 אום, סליל בעל השראות $L = 0.1$ הנרי וקבל בעל קיבול $C = 10\mu F$ (מיקרופרד). התדירות היא 50 הרץ.

א) חשב את עוצמת הזרם (ערך אפקטיבי).

ב) חשב את הפרש המופע בין מתח ההדקים של המקור לבין עוצמת הזרם.

ג) חשב את המתח האפקטיבי בקצות כל אחד משלושת רכיבי המעגל.

10. א) תאר ובאר מעגל תנודה חשמלי והסבר את חילופי האנרגיה בו.

ב) קבל של מקלט רדיו משתנה בין $5 \times 10^{-10}$ ל־$5 \times 10^{-9}$ פרד. ב־$5 \times 10^{-9}$ פרד תדירות תנודותיו היא 500 קילוהרץ. חשב את ההשראות L של המעגל.

ג) האם אפשר לקלוט במכשיר זה גלים באורך גל של 200 מ׳? הסבר.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18):

11. נסח את החוק השני של ניוטון. הגדר את הגדלים הפיסיקליים המופיעים בו.

12. תאר בעזרת שרטוט סכמטי ניסוי להשוואת מסות, שלא בדרך השקילה.

13. תאר בעזרת שרטוט סכמטי ניסוי המאפשר לבדוק, אם שני אירועים התרחשו באותה המערכת האינרציאלית באותו הזמן (הגדרתו של איינשטיין לגבי חד־זמניות).

14. כשמדליקים נורה בדירה בזמן שמקלט הרדיו פועל נשמעת בו הפרעה. מדוע?

15. נסח את חוקי פרדיי לגבי האלקטרוליזה. כיצד הובילו חוקים אלה להשערה שקיים מטען חשמלי אלמנטרי?

16. הסבר את התופעות הבאות:

א) כדי לסובב גנרטור המחובר לצרכנים ומכפק להם זרם דרוש כוח גדול יותר מאשר לסיבוב גנרטור שאינו מחובר לצרכנים ולכן אינו מספק זרם.

ב) מנוע חשמלי יתחמם יותר, כאשר העומס גורם להאטתו.

17. א) מה היא דמות מדומה הנוצרת במכשיר אופטי, למשל עדשה?

ב) בנה את הדמות המדומה של עצם מאיר הנוצרת בזכוכית מגדלת.

ג) להלכה נוכל להגדיל את זווית הראייה של עצם כרצוננו ע"י כך שנקרב אותו לעין בשיעור הדרוש. מדוע אפוא אנו משתמשים בזכוכית מגדלת?

18. א) תאר את תא הערפל של וילסון.

ב) בתא ערפל נמצא גז הליום. בגרעין של ההליום פוגע חלקיק $\alpha$. מסתו של החלקיק $\alpha$ שווה למסת גרעין ההליום. כיצד אפשר ללמוד זאת מתוך העקבות?
והנח שההתנגשות היא דו־ממדית.

תשובות: 1. א) $v^2/(2g)$ ב) $8v^2/(9g)$ ג) $2v^2/(9g)$
2. א) $-kmM/(2R)$ ב) $kmM/(4R)$
3. א) 0.2 שנ' ב) 1.6 מ' לשנ' ג) 2.5 ג'אול 4. 100
5. א) 15 וולט ; 9 וולט ב) 5.54 וולט ג) 8.97 וולט
6. א) $5.66\times10^{-6}$ ובר למ"ר כלפי תחתית הז"ף ב) 0
7. ד) 1.34 שעות 9. א) $\frac{1}{4}$ אמפר ב) $80^\circ$
ג) 37.5 ; 23.6 ; 235.6 וולט
10. ב) $2\times10^{-5}$ הנרי ג) כן

---

תשובות לבחינת בגרות מס' 17

1. א) $v^2 \sin 2\alpha/g$
2. א) 1.035 מ'/שנ'$^2$ ; 6.035 M נ'
ב) $5(M-m)/(M+m)$ מ'/שנ' ; $10Mm/(M+m)$ נ
3. 320 4. א) $5.65\times10^{-11}$ נ'/קולון
ב) $9.4\times10^{-19}$ ובר/מ"ר
5. 0.577 $R_\odot$ 6. $2.13\times10^{-8}$ וולט
7. 4.2 ס"מ ; פי 6 — 5 ס"מ ; פי $\infty$
8. א) 0.098 גרם ; 0.134 גרם ב) 143 ס"מ כספית
9. א) $3.8\times10^{-14}$ מ'

## בחינת בגרות מס׳ 17 (אפריל 1971)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):

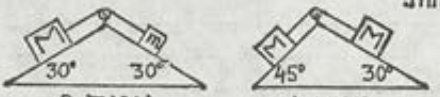
**1.** א) פגז נורה בזווית $\alpha$ לגבי המישור האופקי במהירות התחל־תית $V$.

א) חשב את טווח הירייה הנ״ל במישור בו עומדת המרגמת כפונקציה של $\alpha$ ו־$v$.

ב) הוכח שטווח הירייה בזווית $\alpha$ שווה לטווח הירייה בזווית $90° - \alpha$, אם המהירות ההתחלתית שווה בשתי היריות.

ג) הראה שהטווח יהיה מכסימלי, כאשר זווית הירייה לגבי האופק היא $45°$.

**2.** א) שני מדרונים בעלי שיפוע של $45°$ ו־$30°$ נפגשים במקצוע שעליו מותקן גלגל. על הגלגל עובר חבל ולקצותיו קשורים שני גופים בעלי מסות שוות $M$ (ראה ציור 1). הזנח את החיכוך ואת מסת החבל. חשב את התאוצה ואת המתיחות.



ציור 1 ציור 2

ב) כנ״ל, כאשר מסות הגופים $M$ ו־$m$ שונות ($M > m$), והשיפועים שווים שניהם ל־$\alpha = 30°$ (ראה ציור 2).

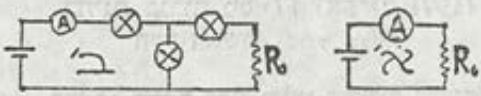
**3.** זמן מחזורו של אחד הירחים של הכוכב צדק במסלול מעגלי סביבו הוא $1\frac{3}{4}$ יממות ורדיוס מסלולו 420,000 ק״מ. חשב את היחס בין מסת הכוכב צדק למסת כדור הארץ. השתמש ברשימת הקבועים הפיסיקליים המצורפת.

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):

**4.** א) אלקטרון נמצא בשדה חשמלי. מה עוצמת השדה, אשר בה מאזן הכוח החשמלי את משקל האלקטרון?

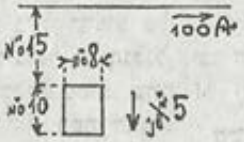
ב) במקרה אחר אלקטרון נכנס לשדה מגנטי במהירות אופקית של $6 \times 10^7$ מ׳/שנ׳. מה כיוונה ומה עוצמתה של האינ־דוקציה המגנטית המבטלת את השפעת השדה הגרביטציוני על האלקטרון?

**5.** נגד בעל התנגדות $R_0$ חובר דרך אמפרמטר למקור מתח כמתואר בשרטוט א׳. האמפרמטר הראה סטייה מסוימת.




אחרי כן חוברו שלוש נורות זהות בהתאם לשרטוט ב'. הסטייה של מחוג האמפרמטר לא השתנתה. בטא את התנגדותה של אחת מהנורות על פי $R_0$. הזנח את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח.

6. תיל ישר וארוך אשר בו זורם זרם בעל עוצמה של 100 אמפר נמצא במישור אחד עם תיל מלבני. מרחיקים את המלבן מן התיל במהירות 5 מ'/שנ' (ראה ציור). חשב את המתח המושרה הרגעי במצב המתואר בשרטוט.




פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. עין נורמלית מסוגלת לראות בבהירות עצמים שמרחקם ממנה בין 25 ס"מ ועד לאין־סוף. שמים זכוכית מגדלת בת 20 דיואופטריות סמוך לעין. בין אילו גבולות נראה עצם בבהירות דרך הזכוכית המגדלת? מה מידת ההגדלה בשתי נקודות הגבול?

8. שני מיכלי מתכת A ו־B, שנפח כל אחד מהם הוא 200 סמ"ק, מחוברים ע"י צינור דק שאינו מוליך חום. כאשר שניהם בטמפרטורה 27° צלסיוס שווה לחץ האוויר בתוכם 76 ס"מ כספית. טובלים את המיכל A באמבט קרח ב־0° צלסיוס ואת המיכל B במים רותחים ב־100° צלסיוס.

א) מה תהיה מסת האוויר בכל אחד מהם כשישתווה מחדש הלחץ בתוכם.

ב) בתנאים הנ"ל מה יהיה לחץ האוויר במיכלים? הזנח את השינוי בנפח המיכלים הבא כתוצאה משינוי הטמפר־טורה. היעזר ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

9. א) חלקיק α בעל אנרגיה קינטית של 6 MeV מכוון למרכז גרעין זהב $^{197}_{79}Au$. חשב את המרחק הקטן ביותר בהתקרבות של החלקיק לגרעין. הזנח את רתיעת הגרעין.

ב) תאר את תנועת החלקיק α אחרי ההתקרבות.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

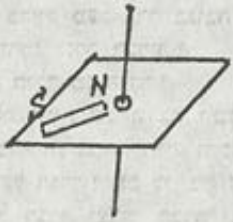
10. תיל מלבני נע בשדה מגנטי אחיד ותוך תנועתו הוא חותך את קווי האינדוקציה. על אף זאת הכא"מ המושרה בתיל הוא אפס. איך נעה המסגרת המלבנית?

11. כיצד תסביר ע"פ התורה הקינטית של הגז את התקררותו של גוזל בשעת התנדפותו?

12. א) מה היא טמפרטורה קריטית של גז?
ב) מה חשיבות הטמפרטורה הקריטית בבחירת גז המשמש במקרר חשמלי?

13. מדוע לילות בהירים קרים יותר מאשר לילות מעוננים באותה תקופת השנה?

14. א) שדה אלקטרוסטטי נוצר ע"י שני מטענים נקודתיים שווים בגודלם ושונים בסימנם. שרטט את מפת קווי השדה ואת המשטחים שווי הפוטנציאל.
ב) באיזו זווית חותכים קווי השדה את המשטחים שווי הפוטנציאל?




15. תיל מבודד נושא זרם חשמלי עובר במאונך דרך חור של לוח הצף על פני נוזל. מוט מגנטי מונח על הלוח באופן שהקו המחבר את קטביו מכוון אל התיל. הינוע הלוח? נמק.

16. כיצד אפשר להעריך את גילו של סלע אשר מצויים בו אורניום ועופרת?

17. א) באילו תנאים יעבור זרם חשמלי דרך גז?
ב) במה נבדל זרם חשמלי העובר דרך גז מזרם חשמלי העובר דרך תיל מתכת?

תשובות בעמוד 164

## בחינת בגרות מס׳ 18 (יוני 1971)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. לתוך מכרה הנמצא באיזור קו המשווה ואשר עומקו 320 מ׳ הפילו כדור עופרת. מצאו כי הכדור פגע בקרקעית המכרה 12.4 ס״מ מזרחה מהאנך המודד ממקום שחרורו.
   א) הסבר, כיצד תוכל סטייה זאת לשמש הוכחה לסיבוב כדור הארץ סביב צירו.
   ב) חשב את זמן סיבוב כדור הארץ סביב צירו, ע״פ הסטייה הנ״ל, הזנח את התנגדות האויר.

2. טיל עלה זקופות בתאוצה קבועה של 20 מ׳/שנ׳² במשך 5 דקות ואחרי כן הפסיק מנועו לפעול.
   א) לאיזה גובה מעל פני כדור הארץ ולאיזו מהירות הגיע הטיל בתום 5 הדקות?
   ב) לאיזה גובה מכסימלי מעל פני כדור הארץ הגיע הטיל?
   ג) איזו תוצאה היית מקבל ב־ב), לו הנחת שתאוצת הכובד g היא קבועה?

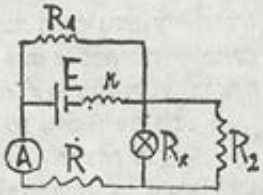
3. ילד זורק כדור מן הקרקע בזווית 30° לגבי הקרקע. הכדור עובר אופקית בדיוק מעל גדר בגובה 5 מ׳ מעל הקרקע.
   א) באיזו מהירות נזרק הכדור?
   ב) מה מרחק הילד מן הגדר?
   ג) האם קיימת זווית שנייה בה יוכל הילד לזרוק את הכדור באותה המהירות ההתחלתית, והכדור ינוע בתנועה אופקית בהיותו מעל הגדר? אם כן, מה היא זווית הזריקה ובאיזה גובה מעל הגדר יעבור הכדור במקרה זה?

**קבוצה ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):

4. שני לוחות מתכת עגולים ומקבילים זה לזה בילי קוטר 10 ס״מ מוחזקים על כנים מחומר מבודד וניצבים במרחק 3 מ״מ זה מזה (ראה שרטוט). כל אחד מן הלוחות מחובר לאחד מהדקיו של מקור מתח בעל 200 וולט.
   חשב את קיבול הקבל שנוצר על ידי שני הלוחות, את המטענים על הלוחות ואת עצמת השדה בין הלוחות במצבים הבאים:
   א) במצב המתואר לעיל.
   ב) אם יורחקו הלוחות זה מזה עד למרחק 9 מ״מ מ ב ל י לנתקם ממקור המתח.

ג) אם יורחקו הלוחות זה מזה עד למרחק 9 מ"מ אחר שנותקו ממקור המתח.

ד) חשב את המתח בין שני הלוחות לאחר ההרחקה.




5. בשרטוט שלפניך מתוארת רשת חשמלית, נתונים: התנגדות מקור המתח $r = 1$ אום, $R_1 = 60$ אום, $R_2 = 100$ אום, התנגדות האמפרמטר היא 0.5 אמפר, המתח על $R_1$ הוא 24 וולט והמתח על $R_2$ 16 וולט.

חשב את הכא"מ E, את התנגדות הנגד R ואת התנגדות הנורה $R_x$.

6. מוט מתכת באורך $l = 50$ ס"מ ובכיוון מאונך לקווי האינדוקציה של שדה מגנטי אופקי חזק בעל אינדוקציה של $B = 25$ ווברים/מ"ר, בנגד בעל התנגדות $R = 2$ אום (ראה שרטוט), המוט שמסתו 100 גרם נופל נפילה חופשית בלי להנתק מן התיילים.

א) בהנחה שהתיילים האנכיים ארוכים מאוד ובהזנחת החכוך וההתנגדות של התיילים האלה חשב את המהירות המכסימלית אשר אליה יוכל המוט להגיע.

ב) חשב את המתח המושרה המכסימלי.

**קבוצה ג'** — ענה על שתיים מתוך ארבע השאלות (7—10):

7. א) גוף נע יחסית למערכת ייחוס S במהירות קבועה u בכיוון ציר ה־x. מערכת ייחוס שנייה $S'$ אשר ציריה מקבילים לצירי המערכת הראשונה נעה יחסית לה במהירות v בכיוון ציר ה־x, השתמש בטרנספורמציה של לורנץ, על מנת לגזור את נוסחת המהירות $u_1$ של הגוף יחסית למערכת $S'$.

ב) חשב לפי נוסחה זו את המהירות כאשר

$$c \cdot 10^{-4} = u(1) \quad , \frac{c}{2} = u(2) \quad , c = u(3)$$

אם $v = c \cdot 10^{-4}$ (c מהירות האור בריק).

8. גל רוחב נוצר ע"י תנודה הרמונית המתחילה להתפשט במקום $x = 0$ במהירות 5 מ'/שנ'. האמפליטודה היא 12 ס"מ, ברגע $t = 0$ ההעתק y בנקודה $x = 0$ הוא אפס. אורך הגל הוא 50 ס"מ, חשב את:

א) תדירות הגל

ב) הזמן עד שיגיע למקום $x = 15$ מטר

ג) משוואת הגל

ד) ההעתק y במקום $x = 8$ מטר בזמנים $t = 5$ ; $5\frac{1}{4}$ ; $5\frac{1}{2}$ שניות.

9. א) באיזו מהירות חולפת מכונית צופרת על פני צופה נח, אם תדירות צליל הצפירה תרד לגבי הצופה ביחס 2:3? מהירות התפשטות הקול היא 350 מ'/שנ'.

ב) באיזו מהירות חולפת מכונית על יד מקור קול נח, אם תדירות הצליל יורדת ביחס 2:3 לגבי הנוסע במכונית.

ג) חשב על אותן השאלות, כאשר מדובר על מקור אור בריק במקום מקור קול.

10. חלקיק נע בהשפעת כוח מאונך למסלולו.

א) הוכח כי בתנאים אלה נכונה המשוואה $\vec{F} = m\vec{a}$ גם לפי תורת היחסות.

ב) גרעין הליום נע בתוך שדה מגנטי אחיד כך שמסלולו מאונך לקווי האינדוקציה המגנטית. הוכח כי גם לפי תורת היחסות הוא ינוע במסלול מעגלי.

ג) האם רדיוס המסלול המעגלי הנ"ל, כפי שהוא מתקבל מחישוב רלטיביסטי, שווה לרדיוס המתקבל על פי המכניקה הניו־טונית? נמק.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

יליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18):

11. איזו עובדה ניסיונית ידועה מאשרת לנו שהמסה הכבדית (הגרביטציונית) פרופורציונית למסה ההתחלתית (האינרציאלית)?

12. גזור מהחוק השלישי של קפלר לגבי מסלול מעגלי את החוק שכוח המשיכה העולמית נמצא ביחס הפוך לריבוע המרחק.

13. גזור את חוקי פרדי באלקטרוליזה מתוך תורת היונים.

14. כיצד אפשר למדוד את האינדוקציה המגנטית של שדה מגנטי ע"י המתח המכסימלי המושרה בכריכת תיל המסתובבת במהירות זויתית קבועה בתוך השדה?

15. מה הוא החסרון של הלשכה האפלה כמצלמה? וכיצד תוקן חסרון זה במצלמה בעלת עדשה?

16. שרטט את מהלך הקרנים הגורמות להיווצרות הדמות הישרה במשקפת ההולנדית המורכבת מעדשה מרכזת ועדשה מפזרת.

17. תאר בתרשים סכמטי מעגל חשמלי להדגמת האפקט הפוטו־אלקטרי ובאר כיצד מצאו שתדירות הקרינה משפיעה על מהירות האלקטרונים המשוחררים ועוצמת הקרינה משפיעה על כמות האלקטרונים המשוחררים.

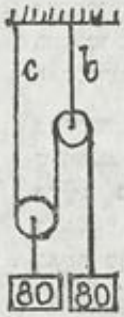
18. בשלושה ניסויים מעבירים אלומת אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו הוא $\lambda$ דרך סדק צר. בניסוי הראשון רוחב הסדק הוא כ־$\frac{\lambda}{4}$; בניסוי השני רוחב הסדק הוא $10\lambda$; בשלישי רוחבו כ־$1{,}000\lambda$.
באיזה מן הניסויים תראה פסי עקיפה? נמק.

תשובות: 1. א) 86,200 שנ'
2. א) 900 ק"מ; 6 ק"מ/שנ' ב) 4320 ק"מ ג) 2700 ק"מ
3. א) 20 מ'/שנ' ב) 17.32 מ' ג) $60^\circ$; 10 מ'
4. א) $6.67\times10^{4}$ וולט/מ'; $4.63\times10^{-9}$ קולון; $2.315\times10^{-11}$ פרד
ב) כל הגדלים קטנים פי 3 מאשר ב־(א)
ג) הקיבול קטן פי 3, עצמת השדה והמטען כמו ב־(א)
ד) 600 וולט
5. 24.9 וולט; 15.5 אוהם; 47 אוהם
6. א) 1.28 ס"מ/שנ' ב) 0.16 וולט
7. ב) (1) 0 (2) $\frac{1}{2}c(1-1.5\times10^{-4})$ (3) $c$
8. א) 10 הרץ ב) 3 שנ' ג) $= 0.12 \sin 4\pi (x-5t)$
ד) 0; 0; 0
9. א) 70 מ'/שנ' ב) 70 מ'/שנ' ג) $c/5$

## בחינת בגרות מס׳ 19 (אוקטובר 1971)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):

1. בשלוש נקודות נסתרות על־יד כביש עומדים שוטרים עם שעוני־עצר. המרחק בין נקודה לנקודה הוא 160 מטר. נהג שאינו מבחין בשוטרים עובר את הנקודה הראשונה בתנועה שוואת תאוצה וממשיך בתנועה כזאת. על־יד הנקודה השנייה הוא חולף אחרי 16 שניות ועל־יד הנקודה השלישית אחרי 8 שניות נוספות. המהירות המותרת בקטע הנ״ל היא 80 ק״מ לשעה. האם עבר הנהג את המהירות הזאת?




2. בקורה a תלויה גלגלת בה קשורות שתי משקלות בגות 80 ק״ג מסה כל אחת. החיכוך ומסות הגלגלים והחבלים ניתנים להזנחה. חשב את המתיחות בחבלים b ו־c (ראה שרטוט).

3. א) כדור בעל מסה של 50 גרם נורה אופקית לתוך בול עץ בעל מסה 450 גרם התלוי בחוט בעל אורך 2.5 מטר. הכדור ננעץ בתוך הבול ושניהם מתרוממים עד שהחוט יוצר זווית בת 60° עם האנך. חשב את המהירות בה פגע הכדור בבול.

ב) הנח שאותו הכדור היה מתנגש באותה המהירות שחישבת לעיל (חלק א׳) התנגשות מצח אלסטית בכדור פלדה בעל מסה 450 גרם התלוי בחוט בעל אותו האורך. האם יתרומם כדור הפלדה לגובה גדול יותר מאשר בול העץ בחלק א׳? נמק.

**פרק ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):

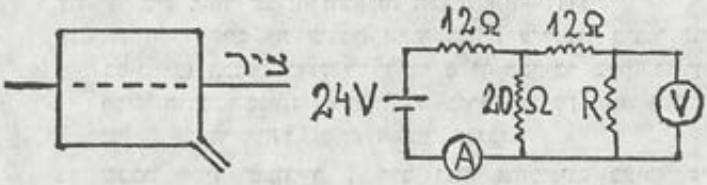
4. א) חשב את הפוטנציאל החשמלי של כדור הארץ בהנחה כי הוא מוליך וטען במטען של 10 קולון.

ב) משקלו של גוף בעל מסה של 1 ק״ג מתאזן ע״י כוח הדחייה החשמלי בתנאים הנתונים בחלק א׳. מה מטענו של הגוף אם הוא נמצא 1) על פני כדור הארץ; 2) בגובה של 1000 ק״מ מעל פני כדור הארץ?

5. ברשת חשמלית המתוארת בשרטוט שלפניך התנגדויות של מקור המתח ושל האמפרמטר ניתנות להזנחה. התנגדות הוולט־מטר גדולה מאד. האמפרמטר מראה 1 אמפר.

א) חשב את התנגדות הנגד R.

ב) איזה מתח יורה הוולטמטר?




6. סליל מלבני אשר ממדיו 40 × 60 ס"מ ומספר כריכותיו 500 מסתובב סביב ציר אופקי המאונך לכיוון קווי האינדוקציה המגנטית של השדה המגנטי של כדור הארץ. עצמת השדה במקום הסליל שווה ל־$4 \times 10^{-5}$ ובר/מ"ר. באיזו תדירות יש לסובב את הסליל, על מנת שהמתח המכסימלי המושרה בו יהיה 0.6 וולט?

**פרק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):**

7. חוממו 50 גרם הליום ב־0° צלסיוס ובנפח קבוע ונמצא כי כדי להגדיל את הלחץ פי שלושה דרושות 30 קילוקלוריות.

א) חשב את הטמפרטורה הסופית.

ב) חשב את החום הסגולי של הליום בנפח קבוע.

ג) לו היו מחממים את ההליום בלחץ קבוע לאותה הטמפר־טורה שחישבת בחלק א' של השאלה, האם היתה דרושת כמות חום גדולה או קטנה יותר? נמק.

8. רוחק המוקד של עדשת מצלמה הוא 4 ס"מ. יש לצלם עצם שגובהו 1 מטר והנמצא במרחק 8 מ' מן המצלמה.

א) חשב באיזה מרחק מן העדשה צריך להימצא סרט הצילום על מנת שתתקבל תמונה חדה?

ב) מחליפים את עדשת המצלמה בנקב קטן (לשכה אפלה). באיזה מרחק מן הנקב צריך להימצא פרט צילום, על מנת שתתקבל עליו תמונה חדה באותו הגובה כמו בחלק א' של השאלה?

9. א) חשב את האנרגיה המשתחררת בשעה שנוצר גרעין הליום על ידי התחברות שני פרוטונים ושני נויטרונים. היעזר ברשימת הקבועים הפיסיקליים.

ב) נניח שכל האנרגיה שחישבת בחלק א׳ הופכת לקרני $\gamma$ באורך גל $9 \times 10^{-14}$ מ׳. כמה פוטונים מסוג זה ישתחררו בשעת ההתחברות הנ״ל?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. אפשר להחליש את עוצמת האור בנורה ע״י (1) חיבור נגד בטור (2) הכנסת ברזל רך לתוך סליל המחובר בטור לנורה. מדוע הדרך השנייה אפשרית רק בזרם חילופין, ומה יתרונה של הדרך השנייה? (מתח המקור קבוע).

11. שכבת אוויר שעובייה 1 ס״מ ולח אלומיניום בעובי של $5 \times 10^{-4}$ ס״מ בולעים קרני $\gamma$ באותו השיעור. איך תוכל להסביר עובדה זאת?

12. תן דוגמה של העברת אנרגיה על ידי תנועת גלים. ציין את מקור הגלים ואת התווך המעביר אותם ותן דוגמה למתקן המסוגל לקלוט את האנרגיה.

13. מטוס סילון מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי בתוך האס־מוספירה. לוויין מקיף אותו במסלול מעגלי בגובה של 1,000 ק״מ מפני כדור הארץ. מה הם הצדדים השווים והשונים בשתי התנועות?

14. באר את תופעות הפטה־מורגנה וההולנדי המעופף. באילו תנאים מטאורולוגיים עשויות תופעות אלו להתרחש?

15. א) באר בקיצור, כיצד הופכים אמפרמטר רגיש לוולטמטר.
ב) כיצד אפשר להגדיל את תחום המדידה של האמפרמטר הנ״ל?

16. הגדר את המושג „לחות יחסית״ של אוויר ותאר בקיצור שיטה למדידתה.

17. באר את התופעה של התקררות נוזל בשעת התנדפות על פי התורה הקינטית של הגזים.

**תשובות:** 1. כן; 84 ק״מ לשעה 960 ג׳; 480 ג׳
3. א) 50 מ׳/שנ׳ ב) כ
4. א) 14,000 וולט ב) 4551 קולון בשני המקרים
5. א) 10 אוהם ב) 4 וולט 6. 20 הרץ
7. א) 546° ב) 1.1 קל״ק לגרם־מעלה ג) יותר
8. א) 4.02 ס״מ ב) 4.02 ס״מ
9. א) $4.5 \times 10^{-13}$ ג׳אול ב) 2

## בחינת בגרו מס׳ 20 (פברואר 1972)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

1. משאית חולפת במהירות קבועה של 36 ק״מ לשעה על־יד מונית המתחילה לנוע באותו הרגע בתאוצה קבועה של 2 מ׳/שנ׳².
   א) תאר באופן גרפי את המהירויות של שתי המכוניות כפונקציות של הזמן.
   ב) איך משתמשים בגרפים של מהירות לצורך חישוב דרכים?
   ג) קרא מתוך הגרפים אחרי כמה זמן ובאיזה מרחק ממקום חנייתה תשיג המונית את המשאית. הסבר!
   ד) בדוק את התוצאות בדרך אלגבראית.

2. רכבת נוסעת במהירות 72 ק״מ לשעה על גשר אופקי. נוסע זורק אבן מתוך החלון בכיוון אופקי ומאונך לכיוון הנסיעה במהירות אופקית של 10 מ׳/שנ׳. האבן נופלת לתוך המים. פני המים נמצאים 20 מטר מתחת לחלון.
   א) מה המרחק של נקודת הפגיעה מן הפסים?
   ב) בכמה התקדמה האבן בכיוון מקביל לפסים?
   ג) באיזו מהירות פוגעת האבן בפני המים?

3. אבן נופלת בנפילה חופשית מגובה רב מאוד h.
   א) בטא את מהירות פגיעת האבן בקרקע כפונקציה של הגובה h. הסבר כל צעד במציאת הנוסחה.
   ב) חשב את מהירות הפגיעה בשלושה מקרים

$$h = 2R\ (3) \quad ; \quad h = R\ (2) \quad ; \quad h = \frac{R}{2}\ (1)$$

   (R רדיוס כדור הארץ).
   ג) הראה כי הנוסחה אליה הגעת ב א) הופכת לנוסחת $v = \sqrt{2gh}$ עבור גבהים h שהנם קטנים מאוד ביחס ל־R.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

4. נתון קבל לוחות עגולים בעלי רדיוס 30 ס״מ. המרחק בין הלוחות 1 ס״מ. מחברים את הלוחות למקור מתח של 10,000 וולט. אחרי כן מנתקים את המגע עם מקור המתח.

א) חשב את הקיבול, את המטען ואת האנרגיה החשמלית של הקבל הטעון.

ב) חשב את הקיבול, המתח והאנרגיה של הקבל במצב החדש.

5. גוף החימום של תנור חשמלי מכיל 12 חוטים בחיבור מקביל. אורך כל אחד 100 מ׳. שטח חתך הרוחב 0.5 מ״מ² והתנגדות הסגולית 0.42 אום מ״מ²/מ׳. לשם מדידת עוצמת הזרם חיברו אמפרמטר הבנוי ממכשיר מדידה שהתנגדותו 5 אום בצירוף מיצד. חיברו את התנור אל מקור מתח של 222 וולט. מצאו כי הזרם דרך מכשיר המדידה הוא 1 אמפר. יתר החשמל זרם דרך המיצד.

א) שרטט את מעגל הזרם.

ב) חשב את המתח בקצות התנור.

ג) חשב את התנגדות המיצד.

ד) חשב את כמות החום הנוצרת בתנור במשך שעה אחת.

6. א) נסח את חוק ההשראה האלקטרומגנטית ותאר את הקשר בינו לבין חוק שימור האנרגיה.

ב) מטוס טס אופקית ממזרח למערב במהירות של 1080 ק״מ לשעה. המרחק בין קצות הכנפיים הוא 20 מ׳ והרכיב האנכי של האינדוקציה המגנטית של כדור הארץ הוא $4 \times 10^{-5}$ ובר למ״². חשב את המתח המושרה בין קצות הכנפיים.

**פרק ג׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. א) תאר, כיצד אפשר לקבוע ששני אירועים בשתי נקודות שונות A ו־B הם חד־זמניים במערכת אינרציאלית נתונה S.

ב) מערכת אינרציאלית שנייה S′ נעה יחסית ל־S במהירות שגודלה v וכיוונה מקביל ל־AB. מדוע לא יהיו שני האירועים הנ״ל חד־זמניים במערכת האינרציאלית S′?

ג) חשב את רווח הזמן בין האירועים כפי שהוא נמדד במערכת S′, אם המרחק בין שתי הנקודות (כפי שהוא נמדד במערכת הראשונה S) הוא 600 ק״מ ומהירות תנועת המערכת השנייה לגבי הראשונה $v = 0.8c$ (c מהירות האור).

8. א) נתונה עדשה מרכזת בת 5 דיאופטריות. על הציר האופטי של העדשה עומד גוף מאיר. מתקבלת דמות מוגדלת פי 4. באיזה מרחק מן העדשה עומד הגוף אם הדמות היא 1) ממשית 2) מדומה? שרטט את מהלך הקרניים בכל מקרה.

ב) חשב את מידת ההגדלה הלינארית של העדשה הנ"ל כשהיא משמשת כזכוכית מגדלת לעין הרואה בבהירות במרחק 25 ס"מ. העדשה נמצאת סמוך לעין.

9. אלקטרון הואץ על ידי מתח של 100 וולט. האלקטרון נכנס לשדה מגנטי אחיד בעל אינדוקציה של $10^{-3}$ ובר ל־מ$^2$ במאונך לקווי האינדוקציה.
   א) חשב את מהירות האלקטרון.
   ב) חשב את הכוח הפועל בשדה המגנטי על האלקטרון. כיצד תקבע את כיוון הכוח?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. מכוניות עם מיכל דלק גוררות שרשרת ברזל הנוגעת בקרקע. למטוס אין שרשרת כזאת, אך בצמיגי גלגליו יש פחם. מה הקשר בין שתי העובדות?

11. תאר בקיצור ניסוי אשר הסברת תוצאותיו מסתמכת על ההנחה בדבר קיום קוואנטים של אור (פוטונים).

12. מדוע נוהגים לעתים להתקין במכונית מראה קמורה במקום מראה מישורית, על מנת לאפשר לנהג לראות מה מאחוריה?

13. מדוע נוצר „חוסר משקל" בלוויין המקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי קבוע?

14. הסבר את המושג קיטוב לגבי גלים.

15. סוס מושך עגלה. לפי החוק השלישי של ניוטון מושכת העגלה את הסוס באותו הכוח אחורה. כיצד בכל זאת מתקדמים הסוס והעגלה?

16. בדירתך דולקות נורות מספר המחוברות חיבור מקביל למקור מתח קבוע. אם מדליקים נורות נוספות כמעט שלא תשתנה עוצמת האור של הראשונות. מה סיבת הדבר? מאין נלקחת האנרגיה הנוספת?

17. איך תסביר את תופעת השבירה על פי המודל הגלי של האור?

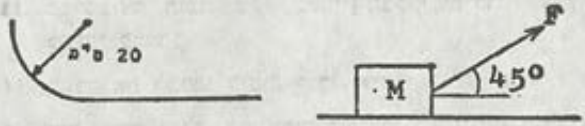
תשובות בעמוד 181

# בחינת בגרות מס׳ 21 (אפריל 1972)
## חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (1—3):**

1. מפציץ טס אופקית במהירות 540 ק״מ/שעה בגובה 2000 מ׳. הטייס מבחין במשחתת הנמצאת במרחק אופקי של 5.67 ק״מ לפניו ושטה באותו הכיוון במהירות 54 ק״מ/שעה.
   א) אחרי כמה זמן על הטייס לשחרר פצצה על־מנת שתפגע במשחתת? (הזנח את התנגדות האוויר).
   ב) איזה מרחק עברה המשחתת מהרגע בו הבחין בה הטייס עד לפגיעת הפצצה?

2. א) על מישור אופקי נמצאת תיבה בעלת מסה $M = 3.5$ ק״ג. מקדם החיכוך של המישור לגבי התיבה הוא 0.02. התיבה נמשכת ע״י חבל הנטוי ב־45° לגבי האופק (ראה שרטוט).
   מה הוא הכוח בו היא נמשכת, אם התאוצה היא 2 מ׳/שנ״ר? קח $\sin 45° = 0.7$.
   ב) באיזו זווית לגבי האופק צריך למשוך את התיבה, כדי שהכוח F יהיה מינימלי בלי לשנות את תאוצתה הנ״ל? (מקדם החיכוך כמו ב־א׳).




3. גוף בעל מסה של 0.5 ק״ג מתחיל לרדת במסלול חלק (ללא חיכוך) בצורת רבע מעגל ונכנס למסלול אופקי שיש בו חיכוך (ראה שרטוט). רדיוס המעגל 20 ס״מ. הגוף ממשיך במסלול האופקי לאורך 4 מ׳ עד שנעצר.
   חשב את מקדם החיכוך לאורך המסלול האופקי.

**פרק ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (4—6):**

4. מחברים כדור מתכת טעון שרדיוסו 5 ס״מ באמצעות חיל דק אל אלקטרומטר. האלקטרומטר מראה 900 וולט. מנתקים את האלקטרומטר מן הכדור ומחברים אותו אל גוף מוליך בלתי טעון. האלקטרומטר מראה 300 וולט. מנתקים גם חיבור זה ומחברים שוב את האלקטרומטר אל הכדור הראשון. הפעם

הוא מראה 700 וולט. הנח כי לא עבר מטען לסביבת.
חשב את:
א) קיבול הגוף המוליך.
ב) קיבול האלקטרומטר.

5. מטען של קולון אחד מפריש 1.04 מיליגרם כספית דו־ערכית מתמיסת מלחת כספית. המשקל האטומי של כספית הוא 200.
א) הגדר את הקבוע של פרדי וחשב אותו על־פי הנתונים הנ"ל.
ב) חשב על־פי התוצאה הנ"ל את המטען האלמנטרי (של אלקטרון אחד), אם ידוע כי מספר אבוגדרו (מספר הפרודות בק"ג־מול) הוא $6 \times 10^{26}$.

6. אל מקור מתח בעל כא"מ של 12 וולט והתנגדות פנימית של אום אחד מחברים נגד של 10 אום. יש למדוד את עוצמת הזרם. לרשותך מד־זרם בעל התנגדות פנימית של 100 אום שהטייתו המלאה מיליאמפר אחד.
א) כיצד תהפוך מכשיר זל למד־זרם מתאים למדידת הזרם הצפוי? ציין, איזה זרם מכסימלי יוכל להראות המכשיר שהכינות, אילו חלקים הוספת למד־הזרם לצורך הכנתו? שרטט וחשב.
ב) השתמש במכשיר ההתחלתי לשם הכנת מד־מתח שיוכל למדוד את המתח על הנגד. כיצד תכין אותו? שרטט וחשב.

חלק ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות הבאות (7—9):

7. כמה מ"מ גשם לפחות בטמפרטורה של 6° צלסיוס דרושים, כדי להפשיר שכבת שלג בעובי 5 ס"מ ובטמפרטורה של 2°— צלסיוס?
צפיפות השלג היא 0.2 גרם/סמ"ק והחום הסגולי של השלג הוא 0.5 קלוריה/גרם־מעלה.

8. א) אדם רחק־רואי רואה עצמים בבהירות רק במרחק 50 ס"מ ומעלה. לאילו משקפיים (בני כמה דיאופטריות) ייזקק, כדי לראות בבהירות במרחק 25 ס"מ ומעלה? (המרחק של הראייה הקרובה ביותר 25 ס"מ).
ב) אדם קצר־רואי רואה עצמים בבהירות במרחק 10 ס"מ. לאילו משקפיים( בני כמה דיאופטריות) ייזקק, כדי לראות בבהירות במרחק עד 25 ס"מ? (המרחק של הראייה הקרובה ביותר 25 ס"מ).

9. א) פרש את נוסחת ביקוע האורניום:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{144}_{54}X + ^{90}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n + 200\ MeV$$

(U: אורניום, n: נויטרון, X: קסנון, Sn: סטרונטיום).

ב) אילו חוקי שימור קיימים בריאקציה זו?

ג) חשב את האנרגיה (בקילו־וואט־שעה) המשתחררת בביקוע 1 ק"ג אורניום 235.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. תאר שני תהליכים פיסיקליים הפיכים ושני תהליכים בלתי־הפיכים.

11. באר את כוח הבריחה (צנטריפוגלי) ככוח התמדתי.

12. מדוע מאשרים חוקי הנפילה החופשית שהמסה הכובדית והמסה ההתמדתית פרופורציונליות באופן ישר?

13. א) הגדר את הטמפרטורה הקריטית של גז.

ב) כיצד משפיעה הטמפרטורה הקריטית על בחירת גז המשמש גז עובד במקרר חשמלי?

14. א) תאר גל עומד כתופעת התאבכות.

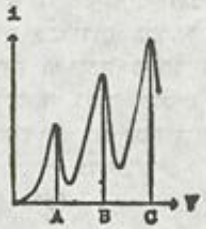
ב) תן דוגמה של שימוש בגלים עומדים.

15. מדוע מדידת התנגדות נגד על־פי שיטת גשר ויטסטון מדויקת יותר מאשר מדידה ישירה לפי חוק אום בעזרת וולטמטר ואמפרמטר?

16. תאר את קווי האינדוקציה סביב תיל ישר ארוך נושא זרם חשמלי ובאר על ידם את הכוח הפועל בין שני תיילים מקבילים נושאי זרם.

17. הגרף המצויר מתאר עקום שנתקבל בניסוי פרנק־הרץ.

א) הסבר בקיצור את משמעות הגרף.



ב) באילו מתחים יש התנגשויות אלסטיות בלבד בין אלקס־רונים וגרעינים ובאילו מתחים יש גם התנגשויות פלסטיות וגם אלסטיות?

ג) מה הייחוד של הנקודות A, B, C וכו׳ לגבי סוגי ההתנגשויות?

**תשובות:** 1. א) 22 שנ׳ ב) 630 מ׳ 2. א) 10.8 נ׳ ב) $1^{\circ}$ 3. 0.05 4. א) 2.5 ס״מ ב) $1\frac{3}{4}$ ס״מ 5. א) 96,160 קולון ב) $1.6\times10^{-19}$ קולון 7. 135 מ״מ 8. א) 2 דיאופטריות ב) 6— דיאופטריות 9. ג) $1.4\times10^{7}$ קו״ש

---

## תשובות לבחינת בגרות מס׳ 20

1. א) 10 שנ׳ ; 100 מ׳
2. א) 20 מ׳ ב) 40 מ׳ ג) 30 מ׳/שנ׳
3. א) $\sqrt{2gh\,R/(R+h)}$

ב) (1) 6.4 ק״מ/שנ׳ (2) 8 ק״מ/שנ׳ (3) 9.24 ק״מ/שנ׳

4. א) $2.5\times10^{-10}$ פרד ; $2.5\times10^{-6}$ קולון ; 0.0125 ג׳אול

ב) $7.5\times10^{-10}$ פרד ; 3333 וולט ; 0.00417 ג׳אול

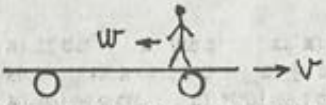
5. ב) 217 וולט ג) $\frac{1}{4}$ אוהם ד) 5810 קל״ג
6. ב) 0.24 וולט 7. ג) $2.67\times10^{-8}$ שנ׳
8. א) (1) 25 ס״מ (2) 15 ס״מ ב) 2.25
9. א) $5.9\times10^{6}$ מ׳/שנ׳ ב) $9.5\times10^{-16}$ נ׳

## בחינת בגרות מס׳ 22 (יוני 1972)
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. מכונית מתחילה לנוע ממצב מנוחה בתאוצה של 3 מ׳/שנ׳². התאוצה פוחתת במידה שווה ותהיה אחרי 10 שניות אפס, ואחרי כן תמשיך המכונית במהירות קבועה.
   א) תאר גרפית את התאוצה כפונקציית הזמן ומצא מתוך הגרף או ע״י חישוב את המהירות הסופית. מצא מתוך הגרף הנ״ל את המהירות בזמנים 0, 2, 4, 6, 8, 10 שניות אחרי תחילת התנועה ושרטט גרף של המהירות כפונקציית הזמן. מצא מתוך הגרף הזה את הדרך שעברה המכונית ב־10 השניות הראשונות.
   ב) מצא ע״י חישוב את המהירות הסופית ואת הדרך ב־10 השניות הראשונות.

2. אדם בעל מסה m עומד על עגלה שטוחה בת מסה M הנעה במהירות v לגבי הקרקע. האדם מתחיל לנוע על העגלה במהירות w לגבי העגלה בכיוון הפוך למהירות v (ראה שרטוט).



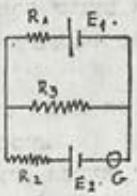

   א) חשב את מהירות העגלה לגבי הקרקע בשעת הליכת האדם.
   ב) חשב את מהירות האדם לגבי הקרקע בשעת הליכתו.
   ג) האם האנרגיה הקינטית של האדם והעגלה בשעה שהאדם עומד על העגלה שווה לאנרגיה הקינטית שלהם בשעת הליכתו? נמק.

3. לוויין משמש טל־סטר, כלומר נשאר באותו המקום לגבי נקודה מסוימת על פני כדור הארץ לשם החזרת גלי טלוויזיה.
   א) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ נמצא המסלול המעגלי של הטל־סטר?
   ב) איזו אנרגיה קינטית דרושה, כדי להעלות את הטל־סטר בעל מסה m טון מפני כדור הארץ בעל מסה M למסלולו ולהקנות לו את המהירות הדרושה לו במסלול זה? (רדיוס כדור הארץ R).

תן את הפתרון לסעיף ב׳ באותיות בלבד.

**קבוצה ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):

4. נתונים שלושה נגדים בעלי התנגדות $R_1$, $R_2$, $R_3$ וכא״מ $E_1$ ו־$E_2$ במעגל המשורטט בזה. איזה קשר מתימטי מתקיים בין הנתונים הנ״ל אם הגלוונומטר מראה אפס?

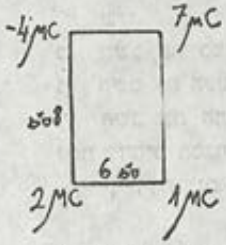



5. א) נתון סליל חלול באורך 50 ס״מ ובעל 150 כריכות ובו זורם זרם בעל עוצמה 2.5 אמפר. חשב את האינדוקציה המגנטית (צפיפות השטף המגנטי) בפנים הסליל (רחוק מן הקצוות).

ב) חשב את שינוי האינדוקציה בשנייה אחת, אם העוצמה הנ״ל יורדת ב־0.25 אמפר בשנ׳.

ג) בתוך הסליל הזה נמצא סליל קצר בעל רדיוס 5 ס״מ ו־20 כריכות כך שצירי שני הסלילים מתלכדים. חשב את המתח המושרה בין קצות הסליל הקצר בשעת ירידת עוצמת הזרם בסליל הארוך כנזכר בסעיפים א, ו־ב.

6. בקדקודי מלבן אשר ממדיו 8 ו־6 ס״מ נמצאים מטענים חשמליים של 1, 2, 4—, 7 מיקרוקולון בהתאם לשרטוט שלפניך.




א) חשב את עוצמת השדה החשמלי בצומת אלכסוניו של המלבן.

ב) חשב את העבודה הדרושה כדי להביא מטען של 1 מיקרוקולון ממקום רחוק מאוד למרכז המלבן.

**קבוצה ג׳** — ענה על שתיים מתוך ארבע השאלות (7—10):

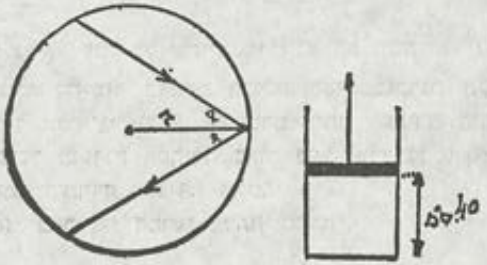
7. בניסוי לאשור האפקט הפוטואלקטרי מוקרנת הקתודה באור בעל אורך־גל 5000 אנגסטרם. מתח העצירה הוא 1.7 וולט. כאשר מוקרנת הקתודה באור בעל אורך־גל 6000 אנגסטרום, מתח העצירה הוא 1.3 וולט.

א) באר את המושג „מתח־עצירה".

ב) חשב ע"פ הנתונים הנ"ל את הקבוע של פלנק.
ג) חשב (באלקטרון־וולט) את אנרגיית השחרור של החומר הפוטואלקטרי ממנו עשויה הקתודה.

8. א) באר בקיצור בעזרת שרטוט את פעולת הציקלוטרון.
ב) בציקלוטרון בעל אינדוקציה מגנטית של 1 ובר/מ² מואצים פרוטונים.
חשב את תדירות תנועת הפרוטונים. אין צורך להשתמש בנוסחה רלטיביסטית.
ג) חשב את האנרגיה הסופית של הפרוטונים, אם הרדיוס של המסלול האחרון 40 ס"מ.
ד) בהסתמך על סעיף ג' חשב את מספר ההקפות של הפרוטונים.
נתון: שיא המתח השורר בין שני חצאי הגלילים (דיסקיות) של הציקלוטרון הוא 10,000 וולט.

9. בגליל נמצא גז אידיאלי (אוויר) מתחת לבוכנה שחתך הרוחב שלה 500 סמ"ר ומשקלה 100 ניוטון. לחץ האטמוספירה $10^5$ ניוטון למ"ר. הבוכנה נעה בלי חיכוך בתוך הגליל. במצב ההתחלתי גובהה מעל התחתית 40 ס"מ (ראה שרטוט), צפיפות האוויר 1.3 ק"ג למ"ק והטמפרטורה 27° צלסיוס.
מחממים את האוויר בתוך הגליל, ואז מתרוממת הבוכנה עד לגובה 50 ס"מ מעל התחתית.
א) חשב את מסת האוויר בגליל ואת הטמפרטורה הסופית שלו.
ב) חשב את כמות החום הדרושה לתהליך החימום הנ"ל.
ג) חשב את העבודה שעבד האוויר בגליל לשם הרמת הבוכנה.
ד) חשב את החום הסגולי של האוויר בנפח קבוע $C_v$.
נתון: החום הסגולי של האוויר בלחץ קבוע $C_p = 0.24$ קילוקלוריות לק"ג־מעלה.



10. בתוך כדור בעל רדיוס r נעה פרודה אשר מסתה m במהירות v ופוגעת פגיעה אלסטית בדפנות הכדור בזווית α ומוחזרת (ראה שרטוט בעמוד הקודם).

א) חשב את השינוי ברכיב האנכי למשטח של תנע הפרודה בשעת הפגיעה.

ב) חשב את אורך המסלול בין שתי פגיעות ואת מספר הפגיעות של הפרודה בשניה אחת.

ג) חשב את שנוי רכיבי התנע הנ"ל בשניה אחת, כלומר את הכוח על הדפנות ע"י הפגיעות.

ד) חשב את הלחץ על הדפנות, כאשר N, פרודות נעות בכדור באותה המהירות v.

ה) חשב את N, כאשר נפח הכדור 22.4 ליטר, הפרודות הן פרודות מימן דואטומי, הלחץ הוא אטמוספירה אחת והמהירות היא 1.8 ק"מ/שניה.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

שליש לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18):

11. לפניך שני מכשירי מיליאמפרמטר, בעלי התנגדות פנימית של אום אחד. לראשון תחום מדידה של 10 מיליאמפר ולשני תחום מדידה של 1 מיליאמפר.

א) כיצד תהפוך כל אחד מהם לוולטמטר בעל תחום מדידה של 10 וולט?

ב) איזה משניהם תעדיף למדידת המתח בין קצות נגד? נמק.

12. שני כדורים פורחים בעלי נפח, לחץ, טמפרטורה ושסתומי יציאה שווים נפתחים בזמן אחד. האחד ממולא אוויר והשני — מימן. איזה מהם יתרוקן מהר יותר? נמק.

13. בטיל המתרומם בכיוון מאונך כלפי מעלה משמשת משקולת תלויה בקפיץ בתור מד־תאוצה. תאר כיצד פועל מד־התאוצה הזה. כיצד תתאים אותו למדידת תאוצה במכונית הנוסעת אופקית?

14. הסבר, מדוע מניחים בתורה הקינטית של הגזים שההתנגשויות בין הפרודות הן אלסטיות?

15. א) הגדר את המושג „תקופת מחצית החיים" של יסוד רדיו־אקטיבי. תאר ניסוי למדידת תקופת מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי בעל תקופת חיים קצרה.

ב) אם תקופת מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי מסוים 48 שעות, איזה חלק ממנו יישאר אחרי שבועיים?

16. א) דרך תיל זורם זרם ישר וזרם חילופין בעת ובעונה אחת. הצע ושרטט מתקן „מסנן" המעביר
(1) רק את הזרם הישר;
(2) רק את זרם החילופין.

ב) באילו גורמים תלויה עוצמת הזרם שיעבור דרך המתקנים שביצעת?

17. א) באר את מקור האנרגיה הגרעינית המתהווה בביקוע גרעין האטום.

ב) תן דוגמה לביקוע.

18. באר בקיצור נמרץ את המושגים הבאים בספקטרוסקופיה: ספקטרום קווי, ספקטרום רציף, ספקטרום פסים, קווי פראונהופר. באילו נסיבות נוצר כל אחד מהם?

תשובות: 1. $v_{10}$=15 מ'/שנ'; $v_8$=14.4 מ'/שנ'; $v_6$=12.6 מ'/שנ'; $v_4$=9.6 מ'/שנ'; $v_2$=5.4 מ'/שנ'; $v_0$=0; $s_{10}$=100 מ'

2. א) $v+mw/(M+m)$ ב) $v-Mw/(M+m)$

ג) האנרגיה גדלה

3. א) 35,800 ק"מ ב) $\frac{1}{2}mgR(R+2h)/(R+h)$

4. $E_1R_3=E_2(R_1+R_3)$

5. א) $9.4\times10^{-4}$ ובר למ"ר ב) $9.4\times10^{-8}$ ובר למ"ר לשניה

ג) $1.5\times10^{-6}$ וולט

6. א) $2.16\times10^{7}$ ג'/קולון ב) 1.08 ג'אול

7. ב) $6.4\times10^{-24}$ ג'אול×שניה ג) 0.7 אלקטרון־וולט

8. ב) $1.56\times10^{7}$ הרץ ג) $1.28\times10^{-12}$ ג'אול ד) 380

9. א) 26 גרם; 102°C ב) 468 קל"ק

ג) 510 ג'אול ד) 0.177 קל"ג לק"ג×מעלה

10. א) $2mv\cos\alpha$ ב) $2R\cos\alpha$; $v/(2R\cos\alpha)$

ג) $mv^2/R$ ד) $\frac{1}{3}Nmv^2/V$ ה) $6.2\times10^{24}$

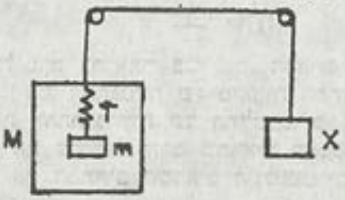
15. ג) $\frac{1}{128}$

## בחינת בגרות מס׳ 23 (אוקטובר 1972)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):**

1. לתקרה של תיבה שמסתה M קשורה משקולת בת מסה m עם דינמומטר המראה כוח T ($T>mg$). התיבה קשורה לשקולת בת מסה x באמצעות שני גלגלים קטנים (ראה שרטוט). הזנח את החיכוך ואת מסות החבל, הגלגלים והקפיץ, וחשב את:
   א) תאוצת המערכת.
   ב) מסת המשקולת x.




בטא את תשובותיך בעזרת M, m, T, g.

2. חללית שמילאה את משימתה על פני הירח מתרחקת ממנו בכיוון רדיאלי. בשעה שהחללית נמצאה במרחק 400 ק״מ מפני הירח ומהירותה הרגעית כלפי הירח היתה אפס, שיחררו את רכב הנחיתה.
   א) באיזו מהירות יפגע הרכב בפני הירח?
   ב) לו היו משלחים את רכב הנחיתה בכיוון מאונך לרדיאלי, איזו מהירות היה צריך להקנות לו, על מנת שיקיף את הירח במסלול מעגלי?

3. תולים על קפיץ משקולת שמסתה 1 ק״ג והוא מתארך ב־5 ס״מ. מושכים את המשקולת ב־5 ס״מ נוספים ומרפים ממנה. היא מתחילה להתנודד.
   א) חשב את תדירות התנודות (הזנח את מסת הקפיץ ואת התנגדות האוויר).
   ב) חשב את העבודה הנעשית נגד הכוח האלסטי, כאשר מותחים את הקפיץ בחמשת הסנטימטרים הנוספים.
   ג) חשב את מהירות המשקולת בזמן שהיא עוברת דרך מרכז התנודות.
   ד) חשב את תאוצת המשקולת במקום הנמוך ביותר.

**קבוצה ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

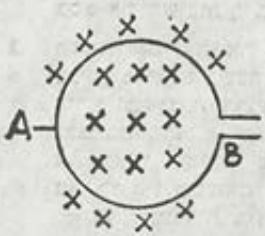
4. א) בתרשים שלפניך מתואר קבל כדורי המורכב משני כדורים קונצנטריים שרדיוסיהם r ו־R. הכדור החיצוני בנוי משני חצאים הניתנים להפרדה ולהארקה. חשב את קיבולו של הקבל הכדורי, כאשר הכדור הפנימי טעון והחיצוני מוארק.

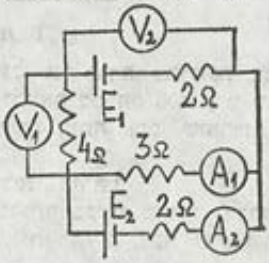
ב) מנתקים את ההארקה ומרחיקים את הכדור החיצוני לאין־סוף. חשב את העבודה נגד השדה האלקטרוסטטי הדרושה לכך, כאשר הכדור הפנימי טעון במטען q.

5. נתון מעגל זרם כמתואר בשרטוט. הכא"מ הם: $E_1 = 9$ וולט ו־$E_2 = 6$ וולט. ההתנגדות של מקורות המתח ושל האמפרמטרים זניחות, וההתנגדויות של הוולטמטרים גדולות מאוד.

א) חשב את עוצמות הזרם שמראים האמפרמטרים $A_1$ ו־$A_2$.

ב) חשב את המתחים שמראים הוולטמטרים $V_1$ ו־$V_2$.




6. סליל שטוח בן 100 כריכות עגולות שקוטרו 0.2 מ' מסתובב סביב הקוטר AB בתדירות של 10 סיבובים בשנייה. הסליל מסתובב בתוך שדה מגנטי אחיד המאונך לציר הסיבוב. האינדוקציה של השדה המגנטי היא 0.2 ובר/מ².

א) חשב את המתח המושרה המכסימלי.

ב) חשב את ההספק הממוצע הדרוש לסיבוב הנ"ל:

1) כאשר המעגל אינו סגור.

2) כאשר מחוברת אליו נורה שהתנגדותה 10 אום.

הזנח את התנגדות הכריכות ואת החיכוך המכני.

**קבוצה ג' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):**

7. בקבוק שנפחו 2 ליטר מכיל אוויר בטמפרטורה של 27° צלסיוס ובלחץ של אטמוספירה אחת. מחממים את הבקבוק עם האוויר עד 127° צלסיוס, כאשר הבקבוק פתוח, אחרי כן סוגרים את הבקבוק ומקררים אותו עד לטמפרטורה ההתחלתית.

א) חשב את הלחץ הסופי של האוויר.

ב) חשב את מסת האוויר שיצא מן הבקבוק בשעת החימום. מסת ליטר אחד אוויר בתנאים נורמליים היא 1.3 גרם.

8. במיקרוסקופ רוחק מוקד עדשת העצם (אוביקטיב) הוא 1 ס"מ ושל עדשת העין (אוקולר) 5 ס"מ. עצם נמצא במרחק 1.1 ס"מ לפני האוביקטיב. אדם בעל עין נורמלית (הנקודה הקרובה של ראייה ברורה — 25 ס"מ) מסתכל דרך המיקרוסקופ. חשב את הגדלת המיקרוסקופ בתנאים הנ"ל.

9. אלקטרון נכנס לשדה אלקטרוסטטי אחיד בין לוחות קבל מקביל ללוחות וסוטה בעוברו את השדה ב־0.5 ס"מ בכיוון אנכי למהירותו ההתחלתית. אורך הלוחות 5 ס"מ, המרחק ביניהם 2 ס"מ והמתח ביניהם 500 וולט.
א) חשב את מהירותו ההתחלתית של האלקטרון.
ב) תאר את הכיוון וחשב את האינדוקציה של שדה מגנטי שיבטל את הסטייה הנ"ל.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. מנה שני הבדלים בין גלי אור לבין גלי קול.

11. כדור עופרת קטן וכדור זכוכית חלול גדול מונחים על שתי הכפות של מאזניים הנמצאים בשיווי־משקל בתוך מים. המאזניים הוצאו מתוך המים. האם יופרע שיווי המשקל? אם כן, כיצד?

12. א) מה היא דמות מדומה?
ב) שרטט את מהלך הקרניים היוצרות דמות מדומה במראה קעורה.

13. במה מתבטאת הקוואנטיזציה של האור בתופעה הפוטואלקטרית?

14. כתוב ביטוי למתח שיש להשתמש בו בשפופרת קרני — X לקבלת קרינה שאורך הגל המינימלי שלה $\lambda$.

15. זמן מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי 3 יממות. כעבור כמה יממות תחלש קרינתו פי 8?

16. באילו אמצעים תוכל לקלוט קרניים אינפראדומות ואולטר־סגולות ולהוכיח ע"י כך את קיומן?

17. באר את התהליך הגרעיני הבא:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H - 1.2Mev$$

אילו חוקי שימור חלים בתהליך זה? מה משמעות האנרגיה המופיעה במשוואה?

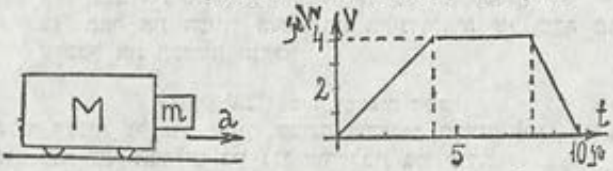
**תשובות:** 1. א) $T/m - g$ ב) $(M+m)T / (2mg - T)$
2. א) 1 ק"מ/שנ' ב) 1.5 ק"מ/שנ'
3. א) 2.23 לשניה ב) 0.25 ג'אול
ג) 0.707 מ'/שניה ד) 10 מ'/שנ²
4. א) $Rr / k(R - r)$ ב) $kq^2/R$
5. א) 1.5 אמפר ; 0.75 אמפר ב) 3 וולט ; 7.5 וולט
6. א) 40 וולט ב) (1) 0 (2) 80 ווט
7. א) 0.75 אטמ' ב) 0.59 גרם 8. 60
9. א) $3.3\times10^7$ מ'/שנ'
ב) $7.5\times10^{-4}$ ווברב למ"ר ; לתוך הדף
14. $hc/(\lambda e)$ 15. 9 יממות

## בחינת בגרות מס׳ 24 (פברואר 1973)

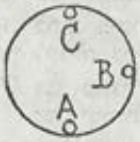
### חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):**

1. בשרטוט שלפניך גרף המתאר את תלותה של מהירות גוף בזמן.
   א) קרא מתוך התיאור הגרפי את הדרך שעבר הגוף ב־10 שניות.
   ב) שרטט את גרף הדרך כפונקציית הזמן בעזרת הנתונים בגרף של המהירות כפונקציית הזמן.

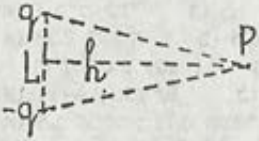



2. קרון בעל מסה M נע בתאוצה a ובאותו הזמן מחליק גוף בעל מסה m על הדופן הקדמית של הקרון כלפי מטה (ראה שרטוט). מקדם החיכוך בין הקרון לבין הגוף הוא μ מה היא התאוצה המינימלית בה תיפסק החלקתו של הגוף כלפי מטה?
3. כדור נע בפנים מסלול עגול אנכי בלי חיכוך. מהירותו בנקודה הנמוכה ביותר A גדולה פי 1.5 ממהירותו בנקודה הגבוהה ביותר C. המהירות בנקודה C היא v. חשב
   א) את רדיוס המסלול כפונקציה של v.
   ב) את המהירות בנקודה B (בגובה רדיוס המסלול) כפונקציה של v.
   ג. את יחס הכוחות בהם לוחץ הכדור בנקודות A ו־B על המסלול.



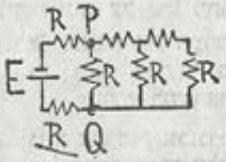

**קבוצה ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

4. א) שני מטענים חשמליים שווים ושוני שם המרוחקים מרחק L זה מזה נקראים דיפול חשמלי. הנקודה P נמצאת על האנך האמצעי של הדיפול. מרחקה h מן הדיפול גדול בהרבה מאורך הדיפול. הראה כי בתנאים אלה עוצמת השדה החשמלי ב־P נמצאת בקירוב ביחס הפוך לחזקת השלישית של h.




   ב) חשב את הפוטנציאל בנקודה P.
   ג) ציין אם יש על הקטע המקשר את המטענים נקודות בהן: (1) עוצמת השדה שווה לאפס; (2) הפוטנציאל שווה לאפס.

5. נתונה רשת חשמלית כמתואר בשרטוט שלפניך. הזנח את ההתנגדות הפנימית של מקור המתח E = 14 וולט.
כל ההתנגדויות של הנגדים הן R = 2 אום.




א) חשב את עוצמת הזרם דרך האמפרמטר (הזנח את התנגדותו).
ב) חשב את הבדל הפוטנציאלים בין הנקודות P ו־Q.

6. סליל עגול קצר שרדיוסו 20 ס"מ ומספר כריכותיו 1250 מישורו מאונך לרכיב האופקי של השדה המגנטי של כדור הארץ. ניתן לסובבו סביב ציר אופקי שהוא קוטר הסליל. הסליל מחובר לגלוונומטר, התנגדות הסליל והגלוונומטר יחד היא 500 אום. הרכיב האופקי של האינדוקציה המגנטית הוא $B = 2\times10^{-5}$ ובר/מ². מסובבים את הסליל ב־90°. חשב את המטען החשמלי העובר דרך הגלוונומטר בשעת הסיבוב.

**פרק ג' — ענה על שתיים מתוך ארבע השאלות (7—10):**

7. גליל הנסגר ע"י בוכנה ניידת מכיל 20 ליטר חמצן בטמפרטורת של 27° צלסיוס ובלחץ של 200 אטמוספירות. מגדילים את הנפח ע"י הוצאת הבוכנה. הנפח החדש הוא 30 ליטר והלחץ החדש 140 אטמוספירות.
א) חשב את הטמפרטורה החדשה של הגז.
ב) חשב בעזרת הנתונים ברשימת הקבועים הפיסיקליים את מסת החמצן בגליל.

8. א) פתח את הנוסחה היסודית לגבי לחץ של גז אידיאלי בתורה הקינטית של הגזים.
ב) חשב בעזרת הנוסחה הנ"ל את המהירות הממוצעת של פרודות הליום בתנאים נורמליים.

9. בתא פוטואלקטרי מוקרנת שכבת ניקל באור אולטראסגולי באורך גל של 2000 אנגסטרם. לשם עצירת האלקטרונים המשתחררים משכבת הניקל דרוש מתח נגדי של 1.2 וולט.
א) הכן שרטוט סכמטי של המתואר בנתון הנ"ל.
ב) חשב את האנרגיה הדרושה לשחרור אלקטרון משכבת הגבול של הניקל (באלקטרון־וולט).

10. א) יש להאיץ פרוטונים בעזרת ציקלוטרון אשר קוטרו 2 מ' ושדהו המגנטי בעל אינדוקציה של 0.5 ובר/מ². חשב את האנרגיה הסופית של הפרוטונים (במגאלקטרון־וולט).
ב) חשב את המתח בין חצאי קופסת ההאצה של הציקלוטרון, אם הפרוטונים מבצעים 200 סיבובים לפני יציאתם מן המכשיר.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18):

11. א) הגדר את המושג השראה עצמית.
ב) תאר בקיצור בעזרת שרטוט סכימטי ניסוי המדגים את תופעת ההשראה העצמית.

12. גזור את חוק אבוגדרו מהמשוואה היסודית של התורה הקינטית של הגזים לגבי הלחץ.

13. תאר את ניסוי מיליקן לקביעת מטען אלמנטרי חשמלי ובאר, כיצד מאשר ניסוי זה את קיומו של מטען אלמנטרי.

14. ציין את היתרונות שיש לתחנת חלל על לוויין בהשוואה לתחנה דומה על פני כדור הארץ.
א) לתצפיות אסטרונומיות.
ב) לשילוח חלליות (כגון „אפולו").

15. א) הייתכן שגוף קר יתקרר עוד יותר כשיבוא במגע עם גוף חם יותר?
תן דוגמה ממשית שבה מתחולל תהליך כזה.
ב) באיזה חוק טבע קשורה תופעה זו?

16. מדוע, לדעתך, מתאימים מים במיוחד לכיבוי אש?

17. שתי כוסות שוות, אחת מלאה חלב והשנייה מלאה דיו שחורה הועמדו בשמש. איזו מהן תתחמם מהר יותר? נמק.

18. א) מה ההבדל בין עין נורמלית לעין קצרת ראייה?
ב) כיצד אפשר לתקן את הליקוי בעין קצרת ראייה?

**תשובות:** 1. א) 28 מ׳ 2. $g/\mu$
3. א) $(16g)/5v^2$ ב) $v\sqrt{26}/4$ ג) 61/26
4. ב) 0 ג) (1) 0 (2) באמצע
5. א) $\frac{1}{4}$ אמפר ב) $3\frac{1}{4}$ אמפר
6. 6.28 מיקרוקולון
7. א) 42°C ב) 5.1 ק״ג 8. ב) 9.2 ק״מ/שנ׳
9. ב) 5 אלקטרון־וולט
10. א) 11.8 מגה־אלקטרון־וולט ב) 30,000 וולט

## בחינת בגרות מס׳ 25 (אפריל 1973)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. מגבעה, אשר גובהה 625 מ׳ יחסית למישור שבסביבה, נורה פגז בעל מסה של 10 ק״ג בזווית גובה של $30°$ במהירות התחלתית של 200 מ׳/שנ׳. רוח אופקית נגדית פועלת על הפגז בכוח אופקי של 5 ניוטון.
   א) באיזה מרחק אופקי ממקום הירי יפגע הפגז במטרה במישור?
   ב) חשב את מהירותו ואת כיוונו של הפגז ברגע פגיעתו בקרקע.

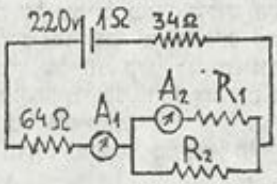
2. מכונית בעלת מסה של 800 ק״ג, הנעה בכביש אופקי, מגיעה ב־40 שניות ממצב מנוחה למהירות של 90 ק״מ/שעה, בעזרת הכוח הקבוע שהופעל ע״י מנועה. הספק המנוע קבוע והוא 20 קילו־וואט.
   א) איזה חלק של ההספק נוצל להקניית האנרגיה הקינטית למכונית במשך ארבעים השניות הנ״ל?
   ב) המהירות המכסימלית אליה עשויה המכונית הנ״ל להגיע היא 120 ק״מ/שעה. חשב את מקדם החיכוך בין הכביש האופקי לבין המכונית בשעה שהמכונית נוסעת במהירות המכסימלית (הזנח את התנגדות האוויר).
   ג. חשב את המהירות המכסימלית בה תוכל המכונית לעלות במדרון אשר שיפועו $\frac{1}{5}$ ($\sin\alpha = \frac{1}{5}$) באותו ההספק ובאותו מקדם החיכוך ($\cos\alpha \cong 1$).

3. מטאור בעל מסה של 90 ק״ג, אשר מהירותו במרחק גדול מאוד (אין־סופי) מן השמש היא $v_0$, נע בכיוון אל מרכז השמש.
   א) חשב את מהירותו, כאשר מרחקו מן השמש ישווה למרחק כדור הארץ מן השמש. הצב: $v_0 = 26$ ק״מ/שנ׳.
   ב) חשב את הכוח שמפעילה השמש על המטאור במרחק הנ״ל.

**קבוצה ב׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):

4. א) נסח את חוקי האלקטרוליזה של פרדיי ובאר אותם על־פי תורת היונים.
   ב) חשב את הזרם הדרוש לשם פירוק 0.1 גרם מים תוך 10 דקות.

5. במעגל זרם שלפניך (ראה ציור) התנגדות מקור המתח והתנגדות כל אחד מהאמפרמטרים 1 אום. האמפרמטר $A_1$ 1.1 אמפר והאמפרמטר $A_2$ — 1 אמפר.




חשב את התנגדות הנגדים $R_1$ ו־$R_2$.

6. א) הסבר את תופעת ההשראה. מה גודלו ומה כיוונו של המתח המושרה?

ב) בתוך סליל ארוך בו שוררת אינדוקציה מגנטית של $1.25\times10^{-3}$ ובר/מ׳ נמצא סליל קטן יותר בעל 50 כריכות אשר צירו מתלכד עם ציר הסליל הגדול. שטח החתך של הסליל הקטן הוא 10 סמ״ר והתנגדותו 0.25 אום. חשב את כמות המטען העובר דרך הסליל הקטן בזמן בו נפסק הזרם בסליל הגדול אשר יצר את השדה המגנטי. הפסקת הזרם הנ״ל נמשכת 0.02 שנייה.

**קבוצה ג׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):

7. מטאור ברזל חדר מן החלל לאטמוספירה סמוך לפני כדור הארץ וכל האנרגיה הקינטית שלו הופכת לחום. החום נקלט כולו ע״י המטאור, ועל ידי כך הופך המטאור לנוזל.

א) חשב את מהירותו של המטאור לפני כניסתו לאטמוספירה, אם הטמפרטורה שלו °(50—) צלסיוס, טמפרטורת ההיתוך של ברזל °1650, חום ההיתוך של ברזל 30 קלוריות/גרם והחום הסגולי של ברזל 0.1 קלוריות/גרם־מעלה.

ב) שרטט גרף (בצורתו בלבד, בלי פרטים) של טמפרטורת המטאור כפונקציה של כמות החום הנקלט ע״י המטאור.

8. אדם מסתכל בדמותו במראת גילוח קעורה בעין בלתי מזוינת. חשב את ההגדלה בעזרת המראה (1) כאשר עיניו נורמליות (ראייה ברורה 25 ס״מ), (2) כאשר עיניו קצרות ראייה (ראייה ברורה 15 ס״מ). רוחק המוקד של המראה 20 ס״מ.

9. גרם אחד רדיום מקרין $37\times10^{9}$ חלקיקי α בשנייה.

א) איזו עוצמת זרם חשמלי שקולה לזרם חלקיקי α הנ״ל?

ב) תקופת מחצית החיים של רדיום היא 1600 שנים. כמה חלקיקי α לשנייה תפלוט שארית הרדיום הנ״ל אחרי 3200 שנים?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. באר את פעולתו של סיר לחץ. מדוע שימושו חסכוני בהשוואה לבישול בסיר הרגיל?

11. באר בקיצור את פעולתו של הרדר כשהוא משמש לגילוי מטוסים. מה הוא סדר הגודל של אורך הגלים המוקרנים מהרדר.

12. א) תאר בעזרת שרטוט את הלשכה האפלה כמצלמה.
ב) מה היא המגרעת של הלשכה האפלה לעומת מצלמה עם עדשה?

13. תאר כיצד משתנה המספר האטומי וכיצד משתנה המשקל האטומי ע"י פליטת קרינה רדיואקטיבית של
(1) קרני α (2) קרני β (3) קרני γ.

14. מה הן ההנחות הלא־קלסיות שהניח בהר במודל אטום המימן שלו?

15. א) תאר שימוש אחד של קבל־לחות באלקטרוסטטיקה.
ב) מה ההבדל בין התנהגות קבל במעגל זרם ישר לבין התנהגותו בזרם חילופין?

16. כידוע זרם מסוכן לאדם אם עוצמתו מ־20 מיליאמפר ומעלה. מדוע נגיעה במעגל זרם המחובר למקור מתח נמוך (עד 60 וולט) אינו מסוכן בדרך כלל, גם אם התנגדות המעגל קטנה והזרם בו גדול?

17. א) הגדר את המושגים משקל ומסה.
ב) מה הקשר בין משקל לבין מסה של גוף מסוים במקום מסוים על פני כדור הארץ.

**תשובות:** 1. א) 4174 מ' ב) 220 מ'/שנ'; 42°58' לגבי האופק
2. א) 0.3125 ב) 0.075
ג) 9.09 מ'/שנ' = 32.7 ק"מ/שנ'
3. א) 49.54 ק"מ/שנ' ב) 0.5344 נ'
4. ב) 1.79 אמפר 5. 109 אוהם; 1100 אוהם
6. ב) 2500 מיקרוקולון 7. א) 1.3 ק"מ/שנ'
8. (1) 1.8 (2) 1.45
9. א) $1.18\times10^{-9}$ אמפר ב) $9.25\times10^{9}$

## בחינת בגרות מס׳ 26 (יוני 1973)

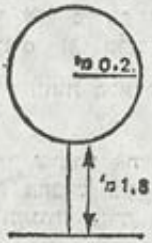
### חלק ראשון (שלוש שעות)

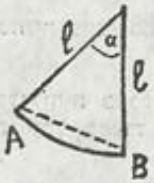
**קבוצה א׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):

1. א) מטוטלת מתימטית הורמה בזווית α לנקודה A, כאשר החוט באורך l מתוח, ואז הרפו מגוף המטוטלת. חשב את הזמן הדרוש, כדי שהגוף יגיע מ־A לנקודה הנמוכה ביותר B.

ב) חשב את הזמן שגוף צריך לעבור בתנועה חלקה חסרת חיכוך מ־A ל־B דרך מדרון ישר.

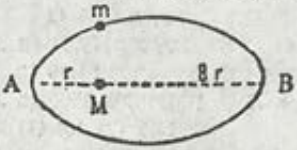
ג) השווה בין הזמנים שקיבלת (ב־א ו־ב) והסבר את סיבת השוני.




2. כדור בעל מסה של 1 ק״ג סובב במעגל אנכי באמצעות חבל באורך 0.2 מ׳. החבל נקרע, כאשר הכוח הפועל עליו מגיע ל־90 ניוטון באותו רגע בו נמצא הכדור בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו. נקודה זו נמצאת 1.8 מ׳ מעל הקרקע (ראה שרטוט). באיזה מרחק אופקי מנקודה זו יגיע הכדור לקרקע?

3. גוף בעל מסה נתונה m נע בהשפעת כוח הכבידה (גרביטציה) סביב גוף בעל מסה M (הגדולה בהרבה מ־m) במסלול אליפטי ועובר דרך קצות הציר הראשי A ו־B. מרחקו של A מ־M הוא r ושל B — 8r. (ראה שרטוט).



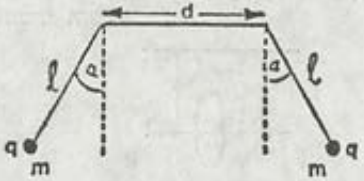

א) חשב את יחס המהירויות של הגוף בנקודות A ו־B.

ב) בטא את האנרגיה הכוללת (פוטנציאלית וקינטית) של הגוף בעל מסה m.

ג) חשב בעזרת חוק שמור האנרגיה ובעזרת יחס המהירויות את מהירותו של הגוף בנקודות A ו־B.

**קבוצה ב׳ — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

4. א) שני כדורים שווים טעונים במטענים חשמליים שווים q ומסת כל אחד m. הם תלויים באותו גובה בחוטים בעלי אורך שווה l ונוטים מן הקו האנכי בזויות שוות α. המרחק בין נקודות התלייה הוא d. (ראה שרטוט).




בטא את המטען q על פי יתר הגדלים.

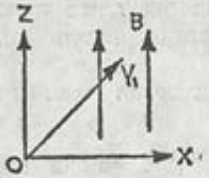
ב) כיצד יוכל הניסוי הנ״ל לשמש לאישור חוק קולון?

5. לרשותך מקור מתח בעל כא״מ של 24 וולט והתנגדות פנימית של אום אחד. עליך להפעיל שתי נורות A ו־B. A מופעלת ע״י מתח של 12 וולט ועוצמת זרם של 1.5 אמפר ו־B ע״י 18 וולט ו־3 אמפר.

א) שרטט מעגלים בחיבורים המוצעים על ידך. האם קיימת רק אפשרות אחת?

ב) חשב את התנגדות הנגדים הדרושים לך באחד המעגלים לפי בחירתך.

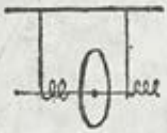
6. א) שלושה תיילים X, Y, Z שאורך כל אחד מהם l מאונכים זה לזה בקצותיהם בנקודה O (ראה שרטוט). מנקודה זו זורם בכל אחד מהם זרם בעוצמה i. התיילים נמצאים בשדה מגנטי אחיד בעל אינדוקציה B בכיוון Z. מה כיוונו ומה גודלו של הכוח הפועל על כל אחד מן התיילים הנ״ל?




ב) מערכת התיילים ניתקת ממקור המתח ונעה לכיוון X בשדה המגנטי הנ״ל במהירות קבועה v. מה גודלו ומה כיוונו של המתח המושרה בכל תיל?

**קבוצה ג׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):

7. גלגל אחיד מחובר לציר ועל הציר כרוכים שני חוטים התלויים בכן אופקי (ראה שרטוט). הציר עם הגלגל יורדים ומסתובבים. חשב את מהירותם הזוויתית אחרי שירדו 60 ס״מ. נתונים: רדיוס הגלגל 6 ס״מ, עוביו 8 מ״מ, צפיפותו 8 גרם/סמ״ק. רדיוס הציר הוא 6 מ״מ. הזנח את החיכוך, התנגדות האויר ומסת החוטים והציר.



8. מוט AB דק ואחיד בעל אורך l ומסה m מתנדנד סביב ציר המאונך לו בקצהו A.
א) הוכח שמומנט ההתמדה של המוט לגבי ציר זה הוא $\frac{1}{3}ml^2$.
ב) חשב את זמן המחזור של התנודות של המוט סביב הציר הנ״ל. הזנח את החיכוך.

9. סליל בעל התנגדות של 50 אום והשראות של 0.1 הנרי מחובר בטור לקבל בעל קיבול של 10 מיקרופרד ושניהם למקור מתח חילופין אפקטיבי של 220 וולט. התדירות היא 50 הרץ.
א) חשב את עוצמת הזרם האפקטיבית.
ב) חשב את הספק זרם החילופין הזורם במעגל זה.
ג) חשב את המתחים האפקטיביים על הסליל ועל הקבל.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):

10. אלומת אור כחול באורך גל 4500 אנגסטרם פוגעת בקתודה של תא פוטואלקטרי, מגדילים את עוצמת האור של האלומה (כלומר את האנרגיה בצורת אור הפוגעת בקתודה).
א) כיצד משתנה מהירות האלקטרונים המשתחררים מן הקתודה?
ב) כיצד משתנה מספר האלקטרונים העוזב את הקתודה ביחידת הזמן?

11. אלקטרונים פוגעים באטומי מימן ברמה היסודית ($n = 1$) ובחלק מאטומים אלה הם מעוררים את הרמה הרביעית ($n = 4$). כמה קווים ספקטרליים שונים מהווים את הספקטרום המתקבל מחלק זה של האטומים? צייר את המעברים בין רמות האנרגיה המתאימים לקווים הספקטרליים האלה.

12. אורך הגל של אור מונוכרמטי בריק הוא λ = 6000 אנגסטרם. מצא את תדירות הגלים של האור הזה. מה אורך הגל, כאשר האור מתפשט בזכוכית (n = 1.5) ?

13. תאר בקיצור שיטה לקביעת אורך הגל של אור מונוכרומטי.

14. קיר צבוע בצבע מונוכרומטי ירוק מואר באור מונוכרומטי אדום. באיזה צבע נראה הקיר לעין ? ובאיזה צבע ייראה הקיר אם נסתכל דרך זכוכית שצבעה אדום מונוכרומטי כנ"ל ? הסבר.

15. מנוע חשמלי מתחמם, אם בגלל מעמסה גדולה מדי יורדת מהירותו. מדוע ?

16. א) כיצד תכייל אמפרמטר בלי להשתמש באמפרמטר אחר ?
ב) כיצד תכייל וולטמטר (לא לפי חוק אום) ?

17. מה היא נקיפה (פריצסיה) ? תן דוגמה של תופעה זו.

**תשובות:** 1. א) $\frac{1}{2}\pi\sqrt{l/g}$ ב) $2\sqrt{l/g}$

2. 2.4 מ 3. א) 8 ב) $\frac{1}{2}mv^2 - KmM/R$

ג) $\frac{1}{6}\sqrt{kM/r}$ ; $\frac{4}{3}\sqrt{kM/r}$

4. א) $\sqrt{F\tan\alpha/k}\,(d + 2l\sin\alpha)$

6. א) ב־X וב־Y : Bil ; ב־Z : O

ב) ב־X וב־Z : O ; ב־Y : Blv

7. 81 רדיאן לשניה 8. ב) $2\pi\sqrt{\frac{2}{3}l/g}$

9. א) 0.76 אמפר ב) 28.9 ווט

ג) 45 וולט ; 242 וולט

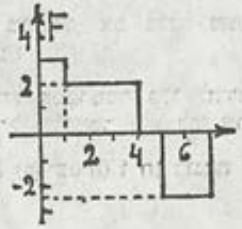
11. 6 קוים 12. 4000 אנגסטרם

## בחינה מספר 27 (1973)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**פרק א' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):**

1. על גוף שמסתו 2 ק"ג פועל כח. חשב את מהירותו המכסימלית של גוף זה שהחל לנוע ממצב מנוחה ואת מהירותו אחר שהכח חדל לפעול אם התיאור הגרפי מתאר את תלות הכח (בניוטונים)




א) בזמן התנועה x (בשניות).

ב) במרחק x מנקודת המוצא (במטרים).

ג) איזה גדלים פיסיקליים מתוארים ע"י השטח המוגבל בין גרף הכח ובין ציר x כאשר x זמן התנועה בשניות?

ד) איזה גדלים פיסיקליים מתוארים ע"י השטח המוגבל בין גרף הכח ובין ציר x כאשר x המרחק מנקודת המוצא במטרים?

2. נהג משאית תלה בובות על חוטים היורדים מתיקרת תא הנהג: בובת כלב שמשקלה 100 גרם על חוט שאורכו 40 ס"מ ובובת חתול שמשקלה 50 גרם על חוט שאורכו 30 ס"מ. חשב את זוויות הנטיה של החוטים המחזיקים את הבובות לגבי האנך ואת כיווני הסטיה של החוטים בכל אחד מהמקרים הבאים:

א) המשאית מתחילה לנסוע על כביש ישר אופקי בתאוצה קבועה של 2 מ'/שנ² וממשיכה כך עד שהיא מגיעה למהירות 72 ק"מ לשעה.

ב) המשאית ממשיכה לנסוע על הכביש הנ"ל במהירות קבועה של 72 ק"מ לשעה.

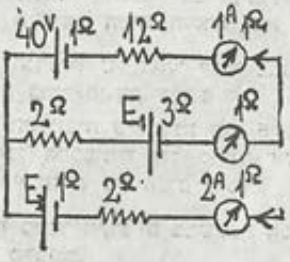
ג) המשאית שנסעה במהירות 72 ק"מ לשעה האיטה את מהירותה בנסעה על אותו כביש בתאוטה קבועה של 2 מ'/שנ² עד שמהירותה הגיעה ל-36 ק"מ לשעה.

ד) הכביש התפתל ימינה כך שהוא הווה קשת מעגל שמחוגו 50 מטר והמשאית המשיכה לנסוע בפיתול במהירות של 36 ק"מ לשעה.

3. ציר המנוע של קטנוע מסתובב 5400 סיבובים בדקה. בוכנת המנוע המניעה את הציר, שמשקלה 250 גרם, נעה בתוך גליל המנוע הלוך וחזור לאורך דרך של 5 ס"מ. בהנחה כי תנועת הבוכנה היא תנועה הרמונית פשוטה, חשב א) את הכח השקול המכסימלי הפועל על הבוכנה. ב) את המהירות המכסימלית של הבוכנה.

**קבוצה ב' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

4. במעגל הזרם המתואר בשרטוט שלושת האמפרמטרים הם בעלי התנגדות של 1 אוהם כל אחד וחורמים בהם הזרמים המסומנים לידם (לפי גודלם וכיוונם). חשב את הכא"מ של מקורות הזרם $E_1$ ו־$E_2$.




5. תנור חימום חשמלי הוא בעל הספק 2500 ווט כאשר מחברים אותו לרשת החשמל הביתית והספקו של מגהץ 625 ווט כשמחברים אותו לאותה רשת. מה יהיו ההספקים של שני המכשירים אם יחברו אותם בטור לרשת החשמל הביתית.

6. אלומה צרה של אלקטרונים שהואצו ברובה אלקטרונים נכנסת לחלל שפופרת ריק שאורכה 10 ס"מ. בחלל זה שורר שדה אלקטרוסטטי אחיד המאונך לכיוון האלומה שעוצמתו 500 וולט למטר וכן שדה מגנטי המאונך הן לכיוון האלומה והן לשדה האלקטרוסטטי. כאשר האינדוקציה של השדה המגנטי היא $2 \times 10^{-4}$ ווברים למ"ר האלקטרונים נעים על קו ישר בחלל השפופרת.

א) מה היתה מהירות האלקטרונים באלומה?

ב) מה היה המתח שהאיץ את האלקטרונים ברובה האלקטרונים?

ג) מה היה מחוג מעגל התנועה של האלקטרונים אילו בוטל השדה האלקטרוסטטי?

ד) עד לאיזה מרחק מהישר היו האלקטרונים סוטים אילו בוטל השדה המגנטי?

**קבוצה ג׳** — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):

7. בכלי גדול היתה תערובת של 1 ק״ג קרח ו־1 ק״ג מים ובבקבוק תרמוס היה הליום נוזלי שהחל לרתות. טמפרטורת הרתיחה של הליום היא °268— צלסיוס. חום ההתכה של קרח הוא 80 קלוריות קטנות לגרם. משקולת מתכת שמשקלה 50 גרם קשורה לחוט החזקה זמן מה בתוך ההליום הרותח והועברה במהירות לתוך הכלי הגדול. אחר זמן קצר נתכסתה המשקולת במעטה קרח. החום הסגולי של המתכת ממנה נעשתה המשקולת היה 0.1 קלוריות לכל גרם × מעלה.

א) חשב את משקל מעטה הקרח של המשקולת בהנחה כי לא היה מעבר חום מן האוויר למשקולת וכי קיבול החום של הכלי בו תערובת הקרח והמים הוא זניח.

ב) כיצד תשתנה תשובתך אם קיבול החום של הכלי בו נמצאת תערובת המים והקרח הוא ניכר.

8. א) מה היו הנחותיו של בוהר לגבי מבנה אטום המימן ולשם מה הניח בוהר הנחות אלה?

ב) אנרגית היוניזציה של מימן הוא 13.6 אלקטרון־וולט. מהו אורך הגל המכסימלי של קרינה אלקטרומגנטית המסוגל לגרום ליוניזציה של אטום מימן?

9. א) תאר את מהלך הקרניים במשקפת אסטרונומית בעלת שתי עדשות מרכזות.

ב) עדשת העצם של המשקפת היא בעלת 0.1 דיאופטריות ועדשת העין בת 10 דיאופטריות. מהו אורך המשקפת ומה שיעור הגדלתה הזוויתית?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**עליך לענות על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (10—17):**

10. נתון גרעין אטום $X_Z^A$. A מספר המסה ו־Z המספר האטומי שלו. רשום את סימון הגרעין הנוצר ע״י פליטה של: (1) פרוטון (2) אלקטרון (3) ניוטרון (4) חלקיק — α (5) קרני — γ (6) דויטרון.

11. באר מבחינה פיסיקלית סיבת ההבדל במופע בין הזרם למתח כאשר משרן מחובר למתח חילופין.

12. באר את התהוות הכוח הצנטריפוגלי והכוח הצנטריפוגלי בתנועה מעגלית.

13. א) תן דוגמה של תהליך ביקוע גרעיני. אילו תוצרים מתקבלים?

ב) מה חשיבותם של תהליכי ביקוע?

14. על נורה חשמלית רשום בדר דכלל המתח המתאים להפעלתה, מה יקרה, אם יחברו את הנורה —
א) למתח גבוה יותר ?
ב) למתח נמוך יותר ?
הסבר.

15. מה הם לדעתך היתרונות והחסרונות של שימוש במתח של 110 וולט (כמקובל בארה"ב) לעומת 220 וולט ?

16. כיצד אפשר להתאים מכשיר חשמלי של 110 וולט למתח של 220 וולט ? תאר שתי דרכים וציין איזו מהן כדאית יותר.

17. תאר בקיצור נמרץ כיצד אפשר להפריד בין הרכיבים השונים של קרינה רדיו־אקטיבית, וכיצד אפשר לקלוט את הרכיבים השונים.

**תשובות:** 1. א) 4.5 מ'/שנ' ; 2 מ'/שנ' ב) 3 מ'/שנ' ; 2 מ'/שנ'
ג) דחיפת הכח (נ'×שנ') ; תנע (קג"מ×מ'/שנ')
ד) עבודת הכח (נ'×מ') ; אנרגיה קינטית (ג'אול)
2. א) 11°19′ אחורה ב) 0 ג) 11°19′ קדימה
ד) 11°19′ שמאלה
3. א) 2025 נ' ב) 14.13 מ'/שנ'
4. 8 וולט ; 28 וולט 5. 100 ווט ; 400 ווט
6. א) $2.5\times10^{6}$ מ'/שנ' ב) 17.75 וולט
ג) 7.1 ס"מ ד) 7.04 ס"מ
7. א) 17 גרם ב) לא תשתנה
8. ב) 900 אנגסטרם
9. ב) 10.1 מ' ; פי100
10. (1) $X^{A-1}_{z-1}$ (2) $X^{A}_{z+1}$ (3) $X^{A-1}_{z}$
(4) $X^{A-4}_{z-2}$ (5) $X^{A}_{z}$ (6) $X^{A-2}_{z-1}$

# בחינה מספר 28 (1974)

## חלק ראשון (שלוש שעות)

**קבוצה א' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (1—3):**

1. משקלה של משאית קלה 2.4 טון והספק מנועה 60 כ"ס. מפעילים את המנוע במלוא הספקו במשך 30 שניות על מנת להאיץ את המשאית ממנוחה עד מהירות של 54 ק"מ לשעה.
   א) איזה אחוז מעבודת המנוע בשעת ההאצה שימש להקניית מהירות למכונית?
   ב) מהו כח ההתנגדות הכולל הפועל על משאית זו כאשר היא נוסעת במהירותה המכסימלית שהיא 90 ק"מ לשעה?

2. שני גופים בעלי מסות M ו־m נעים זה לקראת זה על גבי משטח אופקי חסר חיכוך כשמהירות כל גוף לגבי המשטח היא v. אחר שהם מתנגשים הזיתית הם נעים יחד במהירות u בכיוון התנועה הקודם של הגוף בעל המסה M. בשעת ההתנגשות אבדו 75% מן האנרגיה הקינטית הכוללת של המערכת. חשב את יחס המהירויות v/u ואת יחס המסות M/m.

3. חללית משוגרת אנכית כלפי מעלה באמצעות טיל רב שלבי. השלב הראשון של הטיל המקנה לה תאוצה של 15 מ'/שני² כלפי כדור הארץ ניתק משאר השלבים ומתחללית כעבור 10 דקות, כאשר הדלק למנועו אוזל, ואז מופעל מנוע השלב השני של הטיל המקנה לחללית תאוצה לשם האצה נוספת כלפי מעלה.
   א) באיזה גובה מעל פני כדור הארץ ניתק השלב הראשון משאר השלבים ומה אז מהירותו?
   ב) מהי תאוצת הנפילה החופשית בגובה בו ניתק השלב הראשון של הטיל משאר השלבים? הנח כי מחוג כדור הארץ 6400 ק"מ ותאוצת הנפילה החופשית על פניו 10 מ'/שני².
   ג) עד איזה גובה מכסימלי מעל פני כדור הארץ יגיע השלב הראשון של הטיל?

**קבוצה ב' — ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (4—6):**

4. הכדור הפנימי של קבל כדורי הוא בעל מחוג 3 ס"מ וטעון מטען של 6 מיקרוקולון. הכדור החיצוני שמחוגו 5 ס"מ הוא מאורק. חשב את הפוטנציאל ואת עצמת השדה במרחקים של 2 ס"מ, 3 ס"מ, 4 ס"מ, 5 ס"מ, 6 ס"מ ממרכז הכדור ושרטט על סמך חישובים אלה את הגרפים של הפוטנציאל ושל עוצמת השדה כפונקציות של המרחק ממרכז הקבל.

5. מקור יונים חיוביים חד־ערכיים נמצא ליד לוח אחד של קבל הטעון עד פוטנציאל 1000 וולט. הלוח השני של הקבל מאורק

ובו חור קטן מול מקור היונים, כך שהיונים שהואצו ע"י השדה האלקטרוסטטי של הקבל יכולים לצאת דרכו לחלל בו שורר שדה מגנטי מאונך למסלול היונים, בעל אינדוקציה של 0.5 ווبר למ"ר. לפיכך הם נעים בשדה המגנטי במסלול מעגלי שמחוגיו 5.42 ס"מ. חשב את מסתו של כל יון, את מהירותו ואת מסתו האטומית.

6. שתי נורות נועדו לאותו מתח והספקה של אחת גדול פי 16 מהספק השניה.
   א) לאיזו נורה התנגדות גדולה יותר? פי כמה?
   ב) איזו נורה תפיק יותר חום אם יחברו את שתי הנורות בסדר למקור מתח לכל אחת מהן? פי כמה?

**קבוצה ג': ענה על שתיים מתוך שלוש השאלות (7—9):**

7. חוט דק וקל עובר מעל גלגל שמחוגו 10 ס"מ ומומנט ההתמד שלו 0.01 ק"ג×מ"ר. בקצה אחד של החוט תלויה משקולת בת 3 ק"ג ובקצה השני משקולת בת 2 ק"ג. חשב את התאוצה בה נעות שתי המשקלות ואת המתיחויות בשני חלקי החוט.

8. א) פתח את נוסחת מומנט ההתמד של מוט דק אחיד שאורכו l ומסתו m לגבי ציר מאונך למוט העובר (1) דרך קצה המוט (2) דרך נקודה שהיא בשליש אורכו של המוט.
   ב) מוט אחיד דק שמסתו 300 גרם ואורכו 20 ס"מ קשור לציר הקבוע באחד מקצותיו והחזק בצורה אופקית. באיזו תאוצה זוויתית החל מוט זה ליפול ברגע שנעזב?

9. למקור מתח חילופין שמתחו האפקטיבי 220 וולט ותדירותו 50 הרץ מחוברים בטור נגד שהתנגדותו 100 אוהם וקבל שקיבולו 32 מיקרופרד. חשב את הפרש המופע בין המתח ובין הזרם ואת הספק הזרם הזורם במערכת זו.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**ענה על שש מתוך שמונה השאלות (10—17):**

10. יש גזים אשר אפשר להפכם לנוזל ע"י לחץ בלבד, בלי להנמיך את הטמפרטורה מתחת לטמפרטורת החדר. (למשל גז, בו משתמשים במקרר חשמלי.) יש גזים אחרים, שאי־אפשר להפכם לנוזל ע"י לחץ בלבד ומן ההכרח להנמיך את הטמפרטורה (למשל: אוויר). מה השוני ביניהם?

11. הצע מכשיר אשר בעזרתו יוכל אסטרונאוט לנוע בכיוון רצוי לו בצאתו מחללית.

12. תאר בקיצור שיטה למדידה מדויקת של תאוצת הנפילה החופשית g.

13. כיצד אפשר להבחין בין המרכיבים השונים של קרינה רדיו־אקטיבית (קרינה α, β, γ)? באר.

14. מה היא החזרה הגמורה? מה הם התנאים בהם היא מתרחשת? היעזר בציור להסבר.

15. כיצד מגדילים את תחום המדידה של וולטמטר, וכיצד — של אמפרמטר? הסבר בעזרת שרטוטים.

16. תאר את האפקט הפוטו־אלקטרי. כיצד ניתן להסבירו בעזרת ההנחה, כי הקרינה היא קוונטית?

17. השלם את החסר בריאקציות הגרעיניות הבאות:

א) $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + \ldots$

ב) $_{1}H + \ldots \rightarrow ^{2}_{2}He$

ג) $^{30}_{15}P + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{34}_{16}S + \ldots$

ד) $^{27}_{13}As + \ldots \rightarrow ^{27}_{12}Mg$

תשובות: 1. א) 20% ב) 1800 ג' 2. 2 ; 3

3. א) 2700 ק"מ 9 ק"מ/שנ'

ב) 4.95 מ'/שנ² ג) 83,800 ק"מ

4.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| המרחק (ס"מ): | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| הפוטנציאל (וולט): | $7.2\times10^6$ | $7.2\times10^6$ | $2.7\times10^6$ | 0 | 0 |
| עוצמת השדה (נ'/קולון): | 0 | $6\times10^7$ | $3.375\times10^7$ | $2.16\times10^7$ | 0 |

5. $3.83\times10^{-26}$ ק"ג ; 113.6 ק"מ/שנ' ; 23 גרם

6. א) לשניה ; פי 16 ב) השניה ; פי 16

7. $1\frac{1}{3}$ מ'/שנ² ; 25 נ' ; $23\frac{1}{3}$ נ'

8. א) (1) $\frac{1}{4}ml^2$ (2) $ml^2/9$ ב) 75 רדיאן/שנ²

9. 45° ; 242 וט

17. א) $^{4}_{2}\alpha$ ב) $^{1}_{1}p$ ג) $7^{0}_{1}e$ ד) $^{0}_{-1}e$

## בחינה מספר 29 (1974)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

ענה על שש מתוך תשע השאלות (1—9):

1. אורך הקנה של אקדח לקליעה במטרה המופעל ע"י בלון גז קטן הוא 10 ס"מ. כדור עופרת שמשקלו 10 גרם נורה בעזרת אקדח זה אנכית כלפי מעלה ועלה עד לגובה 45 מטר מעל הקצה העליון של הקנה. הנח כי הכח שפעל על הכדור בתוך הקנה היה קבוע וכי החכוך באוויר זניח.

   א) מה היה הכח השקול שפעל על הכדור בתוך הקנה ומה היה הכח שהפעיל הגז ההדף על הכדור, אם כח החכוך שפעל על הכדור בתוך הקנה היה 4.9 ניוטון?

   ב) לאיזה גובה היה מתרומם כדור ברזל שמשקלו 5 גרם הנורה באותה צורה מאותו אקדח בהנחה שכח החכוך וכח ההדף של הגז לא השתנו?

2. משקלה של קרונית הכבל למצדה הוא 2 טון ושיפוע הכבל 53°. הפרש הגובה בין התחנה התחתונה ובין התחנה העליונה הוא 360 מטר ומקדם החכוך בין הכבל הנושא והקרונית הוא 0.05. הקרונית נמשכת ע"י כבל מושך במהירות קבועה ועולה מהתחנה התחתונה לעליונה במשך 3½ דקות.

   א) חשב את הספק המנוע המעלה את הקרונית בכחות סוס אם נצילות המערכת 60%.

   ב) חשב את הספק המנוע אם מפעילים בעת ובעונה אחת שתי קרוניות הקשורות לאותו כבל מנוע כך שבשעה שאחת הקרוניות יורדת, השניה עולה באותה מהירות כמו בחלק א'.

3. משקל המשקולת של מטוטלת מתימטית הוא 0.2 ק"ג ומשקל החוט זניח. המשקולת מתנודדת בין שתי נקודות שהמרחק ביניהן 40 ס"מ ותאוצתה בקצות מסלולה היא 80 ס"מ/שני².

   א) מהו אורך המטוטלת?

   ב) מהו הזמן הדרוש למשקולת כדי לעבור מקצה אחד של מסלולה לקצה השני?

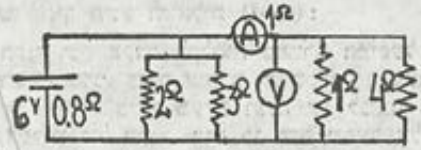
   ג) מהי מהירותה המכסימלית של המשקולת?

4. הפרש הפוטנציאלים בין שני הכדורים המוליכים בקבל כדורי שהמבדד בו הוא אוויר) הוא 900 וולט והמרחק בין שני כדורי הקבל הוא 2 ס"מ. מחוג הכדור הפנימי הוא 50 ס"מ.

   א) חשב את עוצמת השדה בין שני כדורי הקבל.

   ב) חשב את צפיפות המטען על פני הכדור הפנימי.

5. חשב את עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר ואת המתח שיראה הוולטמטר במעגל המצוייר. הנח כי התנגדות הוולטמטר גדולה מאוד.




6. במטוס גדול מתוחים שני חוטי מתכת: אחד מראש המטוס אל זנבו ושני בין שני קצות הכנפיים. שני החוטים הינם אופקיים בשעת טיסה אופקית של המטוס, ואורך כל אחד מהם 30 מטר. השדה המגנטי הארצי הוא בעל אינדוקציה של $5\times10^{-5}$ ווֹבר למ"ר והוא מכוון מדרום לצפון כשזווית נטיתו לגבי האופק 53°.

א) מהו המתח המושרה בכל אחד מחוטי המתכת הנ"ל כאשר המטוס טס צפונה במהירות 810 ק"מ לשעה?

ב) כנ"ל אם המטוס יטוס מזרחה באותה המהירות?

7. דג המרחף בבריכה שפניה שקטים רואה דג אחר המרחף באותה הבריכה שתי פעמים — פעם אחת ישירות ע"י קרני האור העוברות בתוך המים ופעם שניה ע"י קרני אור הפוגעות בפני המים בבריכה ומוחזרות מהם. חשב את המרחק המינימלי בין שני הדגים אם הם מרחפים בעומק 60 ס"מ מתחת לפני המים ומנת השבירה של מעבר אור מאוויר למים היא $1\frac{1}{3}$.

8. שני מיכלי המצן גדולים מחוברים זה לזה ע"י צינור דק שבו ברז סגור. טמפרטורת האוויר בסביבת המיכלים קבועה — 27° צלזיוס. נפח מיכל אחד גדול פי שלושה מנפח המיכל השני. לחץ החמצן במיכל הגדול הוא 3 אטמוספירות ולחץ החמצן במיכל הקטן הוא 6 אטמוספירות.

א) מה יהיה הלחץ בשני המיכלים אם יפתחו את הברז בצינור המקשר את המיכלים ויחכו עד שלא יהיו שינויים נוספים בלחץ החמצן?

ב) למחרת נמדד הלחץ במיכלים שנית ונתברר שהוא היה 3.875 אטמוספירות. בכמה מעלות עלתה טמפרטורת האוויר?

9. א) הסבר בעזרת שרטוט כיצד פועלת שפופרת רנטגן.

ב) מהו המתח המינימלי הדרוש להפעלת שפופרת רנטגן המקרינה קרנים בעלי אורך גל של 0.2 אנגסטרם?

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות (10—17):

10. א) מה הם אדים רווים?
ב) האם אדים רווים מקיימים את חוק בויל (כלומר בהקטנת הנפח גדל הלחץ)? הסבר.

11. גיגית צפה על פני מי אמבטיה. דרך חור בקרקעית הגיגית חדרים מים לתוכה, לבסוף שוקעת הגיגית באמבטיה. האם ע"י כך עולים פני מי האמבטיה, יורדים או נשארים בגובה המקורי? נמק את תשובתך!

12. ללא חיכוך היתה ההליכה על פני האדמה בלתי אפשרית. הסבר זאת בעזרת שרטוט של הכוחות הפועלים בשעת ההליכה בין כף רגלו של אדם לבין הקרקע.

13. נסח את שלושת חוקי קפלר. היעזר בשרטוטים.

14. באר כיצד משתמשים בעדשה מרכזת כזכוכית מגדלת. היעזר בשרטוט.

15. כיצד ייתכן שטלסטר נמצא בקביעות מעל אותה הנקודה של כדור הארץ? מעל אילו נקודות של פני כדור הארץ צריך הוא להימצא?

16. על פני כדור הארץ משקולת תלויה על קפיץ ומתנודדת מעלה־מטה. אם יעבירו את המשקולת והקפיץ אל פני הירח, האם תשתנה תדירות התנודות? נמק.

17. הסבר את פעולת הלשכה האפלה.

**תשובות:** 1. א) 45 ג'; 50 ג' ב) 90.2 מ'
2. א) 83 כ"ס ב) 6 כ"ס
3. א) 2.5 מ' ב) 1.57 שנ' ג) 40 ס"מ/שנ'
4. א) 45000 וולט/מטר ב) 0.0415 מיקרוקולון/מ"ר
5. 4.5 אמפר; 3.6 וולט
6. א) בחוט המקשר את הראש לזנב: 0; בחוט השני: 0.27 וולט ב) בחוט המקשר את הראש לזנב: 0; בחוט השני: 0.27 וולט
7. 1.356 מ' 8. א) 3.75 אטמ' ב) $10^9$
9. ב) 63000 וולט

בצורה הבאה: כל פרודה של הגז הראשון מתרכבת עם פרודת אחת של הגז שני, ונוצרת פרודה חדשה אחת.

א) האם מספר המולים הכללי השתנה ע"י ההתרכבות הנ"ל? נמק!

ב) חשב את הלחץ הסופי במיכלים המחוברים בהנחה כי אין שינוי טמפרטורה בשעת הריאקציה.

ג) באילו חוקים פיסיקליים השתמשת בחישוביך?

9. בתוך גליל, אשר נפחו 2 ליטרים, נמצא אוויר בלחץ אטמוספירה אחת ובטמפרטורה של 27° צלסיוס. בוכנה יורדת במהירות לתוך הגליל ומקטינה את הנפח ל־0,1 ליטר. הנח, שהתהליך אדיבטי, והאוויר גז אידיאלי.

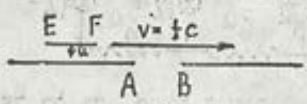
א) חשב את הלחץ החדש.

ב) חשב את הטמפרטורה החדשה.

ג) מה היה הלחץ הסופי, לו היה התהליך איטי ואיזותרמי?

10. א) הבא נימוקים לטענה, כי מהירות האור בריק הוא גבול עליון למהירות הגופים.

ב) חשב את האנרגיה הדרושה (באלקטרון־וולט) להגדלת מהירותו של אלקטרון ב־1000 ק"מ/שנייה, כאשר: (1) מהירותו ההתחלתית היא אפס; (2) מהירותו ההתחלתית היא 298000 ק"מ/שנייה. הנח, כי מהירות האור $c = 300000$ ק"מ/שנייה.




11. בקיר ארוך מאד דק מאד יש חלון AB. הקטע EF מתאר מוט דק. תיאור המאורעות מנקודת ראות של צופה, הנמצא במערכת־ייחוס הקשורה לקיר, הוא כדלקמן: המוט EF נע ימינה בשליש מהירות האור $V = \frac{1}{3}c$, ובמהירות u ניצב לקיר. u קטן מאוד יחסית ל־c. ברגע מסוים מגיע המוט לחלון; בו ברגע נוגעים קצותיו בשני צדי החלון, והוא עובר לצד השני של הקיר.

מנקודת ראות הצופה, הנמצא במערכת הקיר, התקצר המוט בגלל תנועתו המהירה, וע"י כך השתווה אורכו לרוחב החלון. האם גם צופה, הנמצא במערכת הקשורה למוט, יסכים, כי ברגע מסוים נמצא המוט מצדו השני של הקיר, כלומר עבר את החלון, על אף שאורכו גדול יותר?

תן תיאור של המאורעות מנקודת מבט של צופה, הנמצא במערכת ייחוס, הקשורה למוט. אין צורך בחישובים. הסברים איכותיים מלוליים יספיקו.

ענה על שש מתוך שמונה השאלות (12—19):

12. אלומת אור לבן עוברת תהליך נפיצה א) במנסרה ב) בסריג אופטי. מה סדר סטיית הצבעים השונים המתקבלים אחרי הנפיצה, ברשימת הבאים: ירוק, צהוב, כחול, אדום, סגול? סמן ב־1 את הצבע בעל הסטייה הקטנה ביותר וב־5 את הצבע בעל הסטייה הגדולה ביותר.

13. באילו גורמים תלויה ההשראה העצמית של משרן? תאר בשרטוט סכמטי ניסוי להדגמת ההשראה העצמית.

14. רשום את (1) מהירותו (2) תקופתו (זמן מחזורו) של לויין כפונקציית רדיוס מסלולו המעגלי r.
מסת כדור הארץ וקבוע הכבידה נתונים.

15. א) איזה ניסוי ידוע לך המצביע על קוואנטיזציה של האנרגיה? תן הסבר קצר.
ב) מנה שני גדלים פיסיקליים רציפים ושני גדלים בדידים (אי־רציפים).

16. שרטט שרטוט סכמטי של תרמוסטט המפסיק מעגל זרם חשמלי —
א) כאשר הטמפרטורה גבוהה מעל נקודה מסוימת;
ב) כאשר הטמפרטורה נמוכה מתחת לנקודה מסוימת.

17. א) תאר בקיצור ניסוי המעיד על אופייה הגלי של קרינת וניסוי אחר המעיד על אופייה החלקיקי של קרינה.
ב) תאר בקיצור ניסוי להבחנה בין גלי־אורך לבין גלי רוחב.

18. א) לכל גוף יש — בין שאר תכונותיו — גם שתי התכונות של המסה הגרביטציונית (הכבדית) ושל המסה האינרציאלית (ההתמדתית). הסבר מדוע מבחינים בין שתי התכונות הללו.
ב) תאר ניסוי פשוט המאשר, כי קיים יחס ישר בין שתי המסות.

19. א) תאוצת הנפילה החופשית גדלה, כאשר נעים על פני כדור הארץ מקו המשווה לקטבים. יש שתי סיבות לכך: מהן?
ב) שני הגורמים לשינוי ב־g אינם בלתי תלויים זה בזה. הסבר!

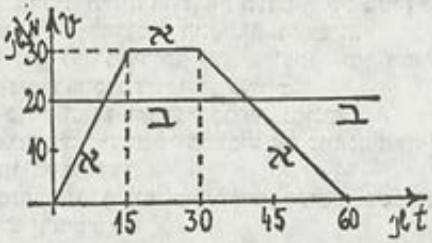
תשובות: 1. א) 1 מ'/שני² ב) 5 מ'/שני²; 4 מ'/שני²
2. 500 מ'/שני 3. א) 2 מ'/שני² ב) 4.8 ק"ג
4. א) 0.366 ג'אול ב) 0.366 ג'אול ד) 1 ג'
5. א) 27.2 וולט ב) 13.6 וולט
6. א) 4.8 וולט; 2.4 וולט ב) 1.92 וט; 0.48 וט
7. א) 314 sin 628t ב) 314 וולט; 157 אמפר
8. א) קטן פי 0.8 ב) 4p/3
9. א) 66.3 אטמ' ב) 721.5° צלזיוס ג) 20 אטמ'
10. ב) (1) 2.83 אלקטרון־וולט
(2) 18,000 אלקטרון־וולט
14. (1) $\sqrt{kM/r}$ (2) $2\pi\sqrt{r^3/(kM)}$

## בחינה מספר 31 (1974)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה על שש מתשע השאלות (1—9):**

1. שני גופים, א' ו־ב', יוצאים מנקודה אחת בעת ובעונה אחת ונעים באותה מגמה על אותה מסילה ישרה. מהירויותיהם של הגופים כפונקציות של זמן התנועה מתוארות בגרף הבא:




א) מהו המרחק בין שני הגופים כאשר הם נעים לראשונה (אחר שיצאו מנקודת המוצא) במהירות שווה? איזה גוף יקדים את השני?

ב) מה יהיה המרחק בין הגופים כעבור 40 שניות? איזה גוף יקדים את השני?

ג) מה יהיה המרחק בין הגופים כאשר גוף א' נעצר? איזה גוף יקדים את השני?

ד) כעבור כמה שניות יעברו הגופים לראשונה זה ליד זה?

2. א) גוף קטן שמסתו m ומהירותו v פוגע בגוף קטן שני בעל שמסתו x. חשב את אבדן האנרגיה הקינטית של הגוף בעל מסה m בהנחה כי ההתנגשות היא התנגשות מצח גמישה לחלוטין (אלסטית).

ב) חשב את אובדן האנרגיה הקינטית של מערכת שני הגופים הנ"ל בהנחה כי ההתנגשות היא בלתי גמישה לחלוטין (פלסטית).

ג) מה גורל האנרגיה הקינטית ש„אבדה" בסעיף (א) ומה גורלה בסעיף (ב)?

ד) הוכח כי במקרה (א) אובדן האנרגיה הקינטית הוא מכסימלי כאשר מסת שני הגופים שווה.

ה) הסק מתשובתך בסעיף (ד) מהו המשקל האטומי הרצוי ביותר של חומר שתפקידו להאט נויטרונים מהירים הנפלטים מחומר הביקוע בכור אטומי.

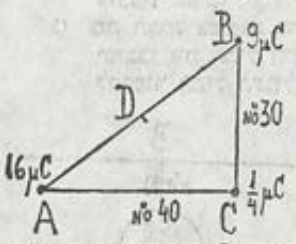
3. בצינור U פתוח משני צידיו, שטח החתך של הצינור קבוע — והוא 0.5 סמ"ר. בתוך הצינור נמצאים 400 גרם כספית (משקל סגולי 13.6 גרם לסמ"ק). כאשר נושפים נשיפה חזקה לתוך

אחת הזרועות של הצינור ומסלקים יחיד את הפה מקצת הצינור — מתחילים פני הכספית להתנודד בכל אחת מזרועות הצינור.

א) הוכח שאם ניתן להתעלם מן החכוך — נוצרת תנודת הרמונית פשוטה.

ב) חשב את זמן התנודה של תנודה הרמונית זו.

ג) אם התנודה החלה כאשר הפרש הגבהים בשתי זרועות הצינור היה 13 ס"מ — חשב את מהירות התנועה כאשר הפרש הגבהים הנ"ל מגיע ל־5 ס"מ.



4. ABC הוא משולש ישר זווית שבו הזווית C ישרה, 40 ס"מ = AC, 30 ס"מ = BC ו־D נקודת האמצע של היתר AB. בקודקוד A מטען של16+ מיקרוקולון, בקודקוד B מטען של 9+ מיקרוקולון ובקודקוד C מטען של 0.25+ מיקרוקולון.

א) חשב את עוצמתו של הכח הפועל על המטען בנקודה C ואת כיוונו.

ב) חשב את העבודה הדרושה להעברת המטען הנמצא ב־C אל הנקודה D.

5. שני מקורות זרם — אחד בעל כא"מ של 12 וולט והתנגדות פנימית של 4 אוהם ושני בעל כא"מ של 10 וולט והתנגדות פנימית של 2 אוהם מחוברים במקביל ומספקים זרם לשני נגדים, של 200 אוהם ושל 50 אוהם, שאף הם מחוברים במקביל זה לזה.

א) מהו יחס עוצמות הזרמים בשני הנגדים הנ"ל?

ב) מהן עוצמות הזרמים בכל אחד ממקורות הזרם ובכל אחד מהנגדים?

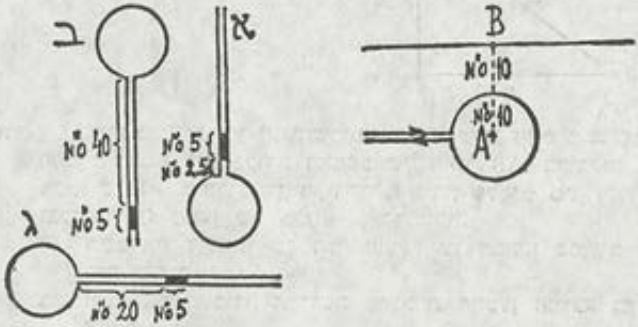
ג) מהו מתח ההדקים של מקורות הזרם הנ"ל?

6. תיל מעגלי שמחוגו 10 ס"מ מוזרם זרם בן 2 אמפר במגמת המסומנת בציור. תיל ישר ארוך מאוד המוזרם זרם נמצא במישור התיל המעגלי במרחק 20 ס"מ ממרכז התיל המעגלי.

א) מה צריכה להיות עוצמת הזרם (גודל ומגמה) בתיל הישר על מנת שצפיפות השטף המגנטי במרכז התיל העגול, תהיה אפס?

ב) מה תהיה צפיפות השטף המגנטי במרכז התיל העגול, אם יחליפו את כיוון הזרם בתיל הישר (בלי לשנות את עוצמת הזרם)?

ג) מה תהיה צפיפות השטף המגנטי במרכז התיל העגול אם יסובבו את התיל הישר כך שהזרם בו יהיה מכוון במאונך למישור התיל העגול (בנקודה B) לתוך המישור הזה?




7. גולת זכוכית מחוברת לצינור זכוכית ארוך בעל שטח חתך קבוע של 1 סמ"ר. בגולה ובחלק מן הצינור נמצא גז הכלוא על ידי עמוד כספית שאורכו 5 ס"מ. כאשר פתח הצינור מופנה כלפי מעלה יורד עמוד הכספית עד שהוא נעצר במרחק 2.5 ס"מ מן הגולה (ראה ציור). כאשר פתח הצינור מופנה כלפי מטה מתרחק עמוד הכספית עד למרחק 40 ס"מ מגולת הזכוכית. כאשר מחזיקים את הצינור בצורה אופקית מרחק עמוד הכספית 20 ס"מ מגולת הזכוכית. חשב את לחץ האוויר החיצוני בס"מ כספית ובאטמוספירות (המשקל הסגולי של כספית הוא 13.6 גרם לסמ"ק) ואת נפח גולת הזכוכית.

8. שני חריצים בלוחית מתכת דקיקה נמצאים במרחק 0.002 מ"מ זה מזה. מסך לבן עומד כשהוא מקביל ללוחית במרחק 50 ס"מ מאחוריה. מקרינים אור מונוכרומטי בעל תדירות $6.25\times10^{14}$ הרץ על הלוחית במאונך לה.

א) כמה פסי אור יראו על המסך?

ב) מה יהיה המרחק בין פס האור המרכזי לפס האור הקרוב אליו ביותר על המסך?

ב) כיצד יראו פסי ההתאבכות משני צידי הפס המרכזי וכיצד יראה הפס המרכזי, אם יקרינו על הלוחית אור לבן מנורת להט רגילה במקום אור מונוכרומטי?

9. א) אנרגית היוניזציה של מימן היא 13.6 אלקטרון־וולט ומטען האלקטרון $1.6\times10^{-19}$ קולון. חשב בעזרת נתונים אלה את מחוג המסלול הקטן ביותר של אלקטרון באטום מימן.
ב) חשב את שני אורכי הגלים הקטנים ביותר המופיעים בתחזית (ספקטרום) של המימן.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות (10—17):

10. הסבר בעזרת התורה הקינטית של החומר מהו ההבדל בין התנדפותו של נוזל ובין רתיחתו.

11. הראה כיצד אפשר לחשב את המסה של השמש בעזרת חוק הגרביטציה של ניוטון, כאשר ידוע מרחק כדור הארץ מן השמש וזמן ההקפה של הארץ סביב השמש.

12. תקופת מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי אחד היא 2 שעות ותקופת מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי שני הוא 6 שעות. מהחומר הראשון לקחו 0.01 גרם־אטום ומהחומר השני 0.02 גרם־אטום.
א) חשב את יחס ההתפרקות בשני החומרים בשנייה אחת תחילה.
ב) חשב את יחס ההתפרקות בשני החומרים בשניה אחת אחר 6 שעות.

13. באמבט אחד תמיסת מלח כסף (משקל אטומי — 108, ערכיות — 1) ובאמבט שני תמיסת מלח חמרן (משקל אטומי — 27, ערכיות — 3). דרך האמבט השני מזרימים עוצמת זרם כפולה מזו שמזרימים דרך האמבט הראשון. חשב את היחס בין משקל כמות הכסף ובין משקל כמות החמרן הנפרשים בכל שניה בשתי התמיסות.

14. תאר בקצרה את מבנהו של ציקלוטרון והסבר מדוע אפשר להאיץ בו חלקיקים רק עד גבול מסויים.

15. ציין באיזה גורמים תלויה מהירות האלקטרונים המגיעים לאנודה של שפופרת פוטואלקטרית כאשר מקרינים אור על הקתודה, ובאיזה גורמים שהיו צריכים להשפיע לכאורה, אין היא תלויה.

16. באר את ההבדל בין גל נע ובין גל עומד. תן דוגמאות לכל סוג.

17. א) שרטט את מהלך הקרניים במיקרוסקופ מורכב והסבר במה תלויה הגדלתו.

ב) מדוע משתמשים בדרך כלל במערכת עדשות בעצמית של מיקרוסקופ במקום בעדשה בודדת?

**תשובות:** 1. א) גוף ב' יקדים את א' ב־100 מ'. ב) גוף א' יקדים את ב' ב־125 מ'. ג) ב' יקדים את א' ב־75 מ' ד) 22.5 שנ'

2. א) $2m^2v^2x / (m+x)^2$ ב) $\frac{1}{2}mv^2x / (m+x)$

3. ב) 1.08 שנ'; ג) 0.35 מ'/שנ'

4. א) 0.318 נ' בכיוון נגדי לחוצה הזווית הישרה
ב) 0.0675 ג'אול

5. א) 1 : 4 ב) 0.42 ; 0.16 ; 0.0516 ; 0.2064 אמפר
ג) 10.32 וולט

6. א) 12.57 אמפר מימין לשמאל.
ב) $2.514\times10^{-5}$ ובר למ"ר
ג) 1.777 ובר למ"ר

7. 75 ס"מ כספית = 0.987 אטמ' ; 260 סמ"ק

8. א) 11 פסים ב) 12 ס"מ

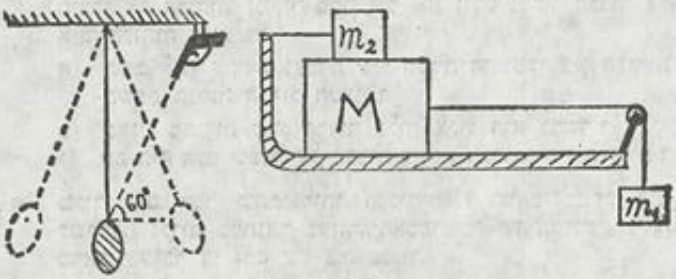
9. א) $0.53\times10^{-10}$ מ' ב)
ב) $910\times10^{-10}$ מ' ; $1213\times10^{-10}$ מ'

## בחינה מספר 32 (1975)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

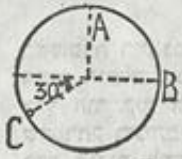
**ענה על שש מתוך 10 השאלות הבאות:**

1. תיבת עץ שמסתה 3 ק"ג = M מונחת על משטח עץ אופקי וקשורה בעזרת חוט אופקי העובר מעל גלגל קל חסר חיכוך למשקולת שמסתה 2 ק"ג = $m_1$. על תיבת העץ מונחת תיבת עץ קטנה יותר שמסתה 1 ק"ג = $m_2$ הקשורה לקיר בעזרת חוט אופקי.
   א) חשב את מקדם החכוך בין עץ לעץ אם המשקולת $m_1$ מושכת את תיבת העץ הגדולה בתנועה קצובה.
   ב) חשב את תאוצת התיבה הגדולה אחר שהתיבה הקטנה נפלה מעליה.




2. שק חול שמסתו 10 ק"ג תלוי על חבל ומתנודד כך שמהירותו המכסימלית 3 מטר לשניה. אקדח המופעל ע"י מנגנון חשמלי יורה כדור שמסתו 30 גרם ומהירותו 240 מטר לשניה בזווית של 60° לגבי המישור האופקי. הכדור פוגע בשק ברגע שהחבל במצב אנכי ונעצר בתוך השק. חשב את מהירותו המכסימלית של השק אחר שנפגע אם כדור האקדח פגע בו בשעה שהשק נע א) שמאלה ב) ימינה (ראה ציור).

3. כדור שמסתו 300 גרם מסתובב בתוך חשוק מעגלי אנכי שקוטרו 72 ס"מ. כאשר הכדור עבר בנקודה B (ראה ציור) הנמצאת במישור אופקי אחד עם מרכז החשוק היתה מהירותו גדולה פי 1.5 ממהירותו בנקודה הגבוהה ביותר של החישוק שהיא A.



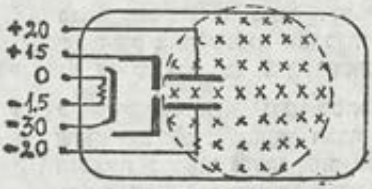

   א) חשב את מהירות הכדור כשעבר בנקודה A.
   ב) חשב באיזה כח לחץ הכדור על החישוק כאשר עבר בנקודה A.
   ג) חשב באיזה כח לחץ הכדור על החישוק כאשר עבר בנקודת

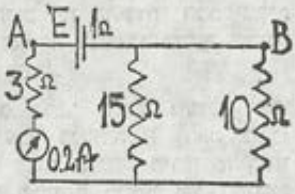
C שבה הקטע המקשר את C עם מרכז החישוק יוצר זווית בת 30° עם המישור האופקי ונמצא מתחת למישור האופקי.

4. קפיץ קל מאוד שאורכו 50 ס"מ קשור לתקרה בקצהו העליון. כאשר קשרו לקצהו התחתון משקולת שמסתה 200 גרם ועזבו אותה, היא התנודדה במסלול אנכי שאורכו 10 ס"מ.
   א) חשב את מחזור התנודה.
   ב) חשב את המהירות המכסימלית של המשקולת.
   ג) חשב את העבודה הדרושה לשם הארכת הקפיץ ב־10 ס"מ.

5. המרחק בין שני לוחות מתכת אנכיים מקבילים הוא 5 ס"מ. כדור קטן שמסתו 0.5 גרם ואשר טעון מטען של $10^{-4}$ מיקרוקולון תלוי על חוט משי ארוך מאוד באמצע בין שני הלוחות. כאשר חיברו את הלוחות למקור מתח של 200 וולט נמשך הכדור אל אחד הלוחות ופגע בו.
   א) חשב איזו עבודה נעבדה ע"י השדה החשמלי בין הלוחות בשעת תנועת הכדור הטעון?
   ב) באיזו מהירות פגע הכדור בלוח אליו הוא נמשך?
   ג) מה היה הכח שפעל על הכדור בשעת תנועתו בין הלוחות?

6. מקור זרם ישר שהתנגדותו הפנימית 1 אוהם מספק זרם לשלושה נגדים כמתואר בציור. האמפרמטר שהתנגדותו זניחה מראה שעובר בו זרם של 0.2 אמפר.
   א) מהו הכא"מ של מקור הזרם?
   ב) מהו המתח בין הנקודות A ו־B?
   ג) מהי עוצמת הזרם העובר בנגד שהתנגדותו 10 אוהם?
   ד) כמה קלוריות נוצרות בנגד שהתנגדותו 3 אוהם בכל דקה?




7. בשפופרת ריק נמצאת קטודה מחוממת ע"י תיל חימום. האלקטרונים הנפלטים מהקטודה מואצים אל האנודה וחלק מהם עובר דרך חור קטן באנודה להלל בין שני לוחות מתכת מקבילים שהמרחק ביניהם 5 מ"מ. האלקטרונים עוברים בחלל זה במסלול ישר הודות לשדה מגנטי השורר בחלל השפופרת וממשיכים לנוע במסלול מעגלי אחר צאתם מהחלל בין הלוחות המקבילים.

ליד כל נקודת חיבור אל אחד החלקים המוליכים של השפופרת רשום המתח בו מוחזקת נקודת חיבור זו (ראה ציור).

א) חשב את מהירות האלקטרונים בהגיעם אל דפנות השפופרת. נמק את תשובתך.

ב) מהי האינדוקציה של השדה המגנטי המאפשר תנועה ישרה בין הלוחות המקבילים?

ג) מהו מחוג מעגל התנועה של האלקטרונים אחר שיצאו מבין הלוחות המקבילים.

ד) העתק את הציור והוסף בו תרשים מקורב של מסלול האלקטרונים.

8. בגליל פלדה מצוי אוויר בלחץ 750 מ"מ כספית בטמפרטורה של 20° צלזיוס. גז זה נדחס בעזרת בוכנה הנמצאת בגליל במהירות רבה עד שלחצו עולה ל־2000 מ"מ כספית. חשב את הטמפרטורה של הגז מיד אחר הדחיסה. הנח כי תהליך הדחיסה הוא אדיאבטי.

9. המשקל האטומי של המצן הוא 16 חוה של חנקן הוא 14.

א) חשב את יחס המהירויות של מולקולות החמצן ומולקולות החנקן באוויר בהנחה שגזים אלה מתנהגים כגזים אידיאליים.

ב) במיכל אחד נמצא המצן טהור בטמפרטורה של 25° צלזיוס. חשב מה צריכה להיות הטמפרטורה של חנקן טהור המוחזק במיכל אחר על מנת שהמהירויות הממוצעות של המולקולות של שני הגזים תהיינה שוות.

10. מאיץ חלקיקים מקנה לפרוטונים מהירות השווה ל־95% ממהירות האור.

א) פי כמה גדולה מסת הפרוטון שהואץ ממסת המנוחה של הפרוטון.

ב) חשב את האנרגיה הקינטית של הפרוטון המואץ בג'אולים ובאלקטרון־וולט.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

ענה על שש משמונה השאלות הבאות:

11. הסבר בעזרת התורה הקינטית של החומר את התופעות הבאות:

א) מוצק מתפשט בשעת חמומו.

ב) כאשר מקטינים את נפחו של גז הכלוא בכלי כך שהטמפרטורה שלו לא תשתנה — גדל לחץ הגז.

12. תיל מעגלי מוזרם זרם. כיצד פועל זרם זה

א) על תיל מעגלי שני המוזרם זרם באותה המגמה ונמצא במישור מקביל למישור התיל הראשון ובקרבתו.

ב) על תיל ישר ארוך מוזרם זרם המאונך למישור התיל המעגלי ועובר דרך מרכזו.
ג) על תיל ישר ארוך מוזרם זרם המקביל למישור התיל המעגלי.

13. חומר רדיואקטיבי תוריום A שמשקלו האטומי 216 ומספרו האטומי 84 הופך לחומר רדיואקטיבי תוריום B תוך כדי פליטת קרינת α. חומר שני זה הופך לתוריום C תוך כדי פליטת קרינת β וקרינת γ. חומר שלישי זה הופך לתוריום C′ תוך פליטת קרינת β וחומר רביעי זה הופך לעופרת תוך פליטת קרינת α. מצא את המשקל האטומי ואת המספר האטומי של גרעיני העופרת שנוצרו.

14. דרך גלוונומטר שהתנגדותו הפנימית 20 אוהם ניתן להזרים זרמים שאינם עולים על 40 מיליאמפר.
א) כיצד תהפוך גלוונומטר זה לאמפרמטר המסוגל למדוד עצמות זרמים עד 10 אמפר?
ב) כיצד תהפוך גלוונומטר זה לוולטמטר המסוגל למדוד מתחים עד 250 וולט?

15. רוב הוויטמינים נהרסים בשעת רתיחה ב־100° צלזיוס. כיצד אפשר לאדות את המים מתוך מיץ פירות על מנת להכין תרכיז מבלי להעלות את הטמפרטורה מעל 60° צלזיוס?

16. באיזה גובה מעל מרכז כדור הארץ חייב להמצא לוויין תקשורת על מנת שימצא תמיד מעל אותה נקודה על פני קו המשווה? בטא את המרחק בעזרת רדיוס כדור הארץ R, תאוצת הנפילה g וזמן סיבוב כדור הארץ סביב צירו T.

17. מנת השבירה של אור בעוברו מריק ליהלום הוא 2.5. מצא את הזווית הגבולית במעבר אור מיהלום לריק.

18. א) כשמקרינים אור מנורה מסויימת על תא פוטואלקטרי זורמת דרכו עוצמת זרם מסויימת. כיצד תשתנה עוצמת הזרם אם ירחיקו את המנורה מהתא הפוטואלקטרי, האם תגדל או תקטן?
ב) מקרינים אור של המנורה הנ"ל על התא הפוטואלקטרי ומכניסים למעגל התא הפוטואלקטרי מקור מתח משתנה. כשמגדילים את המתח הנגדי במעגל נפסק הזרם דרך התא. אם ירחיקו את המנורה מהתא הפוטואלקטרי — האם יגדל או יקטן המתח הנגדי הדרוש להפסקת הזרימה דרך התא?

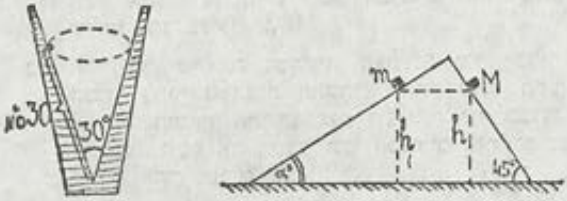
תשובות בעמוד 227

# בחינה מספר 33 (1975)

## חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה על שש מתוך תשע השאלות הבאות:**

1. שני מישורים משופעים מחוברים בראשם. על הראשון ששיפועו 45° מחליק גוף שמסתו M כשמקדם החיכוך בינו ובין המישור המשופע הוא 0.5, ועל השני שהוא חסר חכוך, ובעל שיפוע α°, מחליק גוף שמסתו m. שני הגופים החלו בהחלקה בעת ובעונה אחת מאותו גובה h מעל למישור האופקי והגיעו בעת ובעונה אחת אל המישור האופקי.



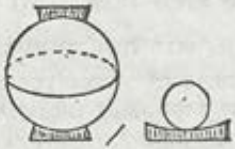

א) מצא את השיפוע α° של המישור השני.
ב) מהו יחס המהירויות בהן מגיעים שני הגופים אל המישור האופקי.

2. בגביע מתכת חרוטי חלק שזווית הפתיחה שלו 30° מסתובב כדור מתכת קטן שמסתו 20 גרם במעגל אופקי כך שהוא נמצא תמיד במרחק 30 ס"מ מקודקוד החרוט (ראה ציור).
א) מצא את מהירותו הרגעית של הכדור בנקודה כל שהיא של מסלולו.
ב) כמה סיבובים לדקה מסתובב הכדור בתוך הגביע?
ג) באיזה כח לוחץ הכדור על דפנות הגביע?

3. מסת הלבנה קטנה פי 81 ממסת כדור הארץ ורדיוס הלבנה קטן פי 3/11 מרדיוס כדור הארץ.
א) פי כמה קטנה האנרגיה המינימלית שיש להקנות לטיל המשוגר מעל פני הלבנה על מנת שלא יפול חזרה מזו שיש להקנות לאותו טיל כשהוא משוגר מעל פני כדור הארץ.
ב) פי כמה קטנה האנרגיה הדרושה להכנסת לווין למסלול מעגלי סביב כדור הארץ בגובה (מעל פני כדור הארץ) השווה למחוג כדור הארץ מן האנרגיה המינימלית הדרושה לאותו לווין על מנת שיתרחק מכדור הארץ ולא ישוב אליו?

4. כדור מתכתי קטן בעל מחוג r ס"מ הטעון מטען של q מיקרוקולון מונח על גבי צלחת מבודדת. כדור מתכתי שני שמחוגו 3r הוא חלול ובלתי טעון, ואפשר לפתחו ילהפרידו

לשתי קליפות חצי כדוריות שניתן להחזיקן בעזרת שתי ידיות מבדדות.

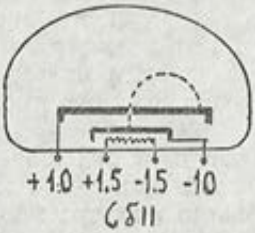


א) חיברו את שני הכדורים בעזרת תיל מתכת דקיק כאשר הם היו מרוחקים זה מזה ואחר כך סילקו את התיל המחבר. חשב את המטענים של שני הכדורים ואת הפוטנציאלים שלהם אחר פעולה זו.

ב) אחר שהרימו את המחצית העליונה של הכדור הגדול הטילו לתוך המחצית התחתונה את הכדור הקטן מתוך צלחתו והחזירו את המחצית העליונה של הכדור הגדול למקומה. חשב את מטעני שני הכדורים ואת הפוטנציאלים שלהם אחר פעולה זו.

5. בשני המעגלים המצויירים מחובר אותו מקור זרם בעל כא"מ E והתנגדות פנימית r. חשב את E אם בשני המקרים מורה האמפרמטר שלא עובר דרכו זרם.

6. בציור מתואר חתך של שפופרת ריק שחלקה העליון (מעל לאנודה) נתון בשדה מגנטי אחיד במאונך למישור הציור.




לארבעת ה„רגלים" של השפופרת מסופקים פוטנציאלים כרשום בציור. חלק מהאלקטרונים הנפלטים מהקטודה המחוממת עוברים דרך חור קטן באנודה ופוגעים שוב באנודה במרחק 5 ס"מ

מהחור. חשב את האינדוקציה של השדה המגנטי וקבע אם הוא מכוון „אלינו" או „מאיתנו".

7. כשטמפרטורת האוויר עלתה מ־7° צלזיוס בלילה עד 27° צלזיוס בצהרים גדל נפחו של בלון גז ב־5%.

א) מה היה לחץ הגז בבלון בצהרים אם הלחץ בלילה היה 800 מ"מ כספית?

ב) מהו הכח השקול של הגז בבלון ושל האוויר החיצוני הפועל על כל סמ"ר של מעטפת הבלון אם לחץ האוויר מחוץ לבלון הוא 760 מ"מ כספית? (נתון: המסה הסגולית של כספית היא 13.6 גרם לסמ"ק).

8. מרחק המוקד של עדשת העצם במיקרוסקופ הוא 5 מ"מ ומרחק המוקד של עדשת העין באותו מיקרוסקופ הוא 5 ס"מ. המרחק בין שתי העדשות הוא 12.5 ס"מ.

א) מהו מספר הדיאפטריות של עדשת העין?

ב) חשב את מרחק העצם מעדשת העצם אם התמונה המתקבלת בעדשת העין היא מדומה ונמצאת במרחק 25 ס"מ מעדשת העין.

ג) פי כמה גדולה התמונה הסופית מן העצם?

ד) שרטט את מהלך הקרניים במיקרוסקופ בצורה סכמטית (אין צורך להקפיד על קנה מידה מדוייק).

9. המתח בין שני לוחות קבל ההטיה האנכית בשפופרת קטודית של אוסצילוסקופ 2 וולט, אורך הלוחות הוא 10 ס"מ והמרחק בין הלוחות 2 ס"מ. אלקטרונים בעלי אנרגיה של 10 אלקטרון־וולט נכנסים לקבל בכיוון מקביל ללוחות במרחק שווה משניהם.

א) מהי מהירות האלקטרונים הנכנסים לקבל ההטיה?

ב) מהו מרחק הסטיה האנכית (מישר התנועה לפני הכניסה לקבל) בשעת יציאת האלקטרונים מהקבל.

ג) מהי הזווית בין מסלול האלקטרונים אחר שיצאו מהקבל ובין מסלול האלקטרונים לפני שנכנסו לקבל?

ד) שרטט תרשים של השפופרת וסמן בה את סימני המטענים על הקבל ואת מסלול האלקטרונים.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**ענה על שש מתוך 8 השאלות הבאות:**

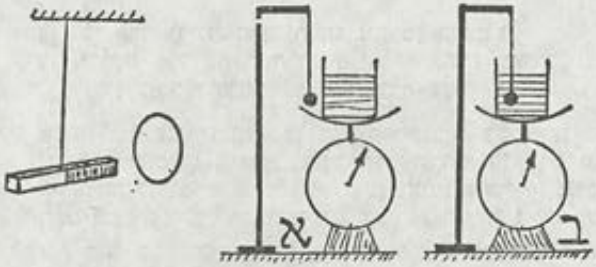
10. כאשר מאפשרים לגז, המצוי בלחץ גבוה בתוך מיכל, לצאת במהירות מהמיכל לאוויר — הגז והמיכל מצטננים. הסבר תופעת זו על סמך ההנחה כי שינוי מצב זה של הגז הוא אדיאבטי בגלל מהירותו.

11. כדי למדוד במדויק את המסה של הלבנה שלחו לווין והכניסו אותו למסלול מעגלי סביב הלבנה. הבע את מסת הלבנה בעזרת זמן ההקפה של הלווין T, מרחק הלווין ממרכז הלבנה R וקבוע הגרביטציה k. הוכח את נוסחתך.

12. הטמפרטורה הממוצעת של האוויר בישראל גבוהה מן הטמפרטורה הממוצעת של מי הים. האם אפשר לבנות מתקן אשר יקרר מי ים וימסור את החום שנספג מן הים לאוויר ללא השקעת אנרגיה ממקור נוסף? נסח את החוק עליו מסתמכת תשובתך.

13. תאר בקיצור ניסוי המוכיח כי פרודות האוויר נמצאות בתנועה מתמדת, וכי מהירותן הממוצעת עולה כאשר הטמפרטורה של האוויר עולה.

14. כדור עופרת תלוי על חוט הקשור לכן. ליד הכן עומדים מאזני קפיץ ועליהם כוס מים. במצב א' הכדור תלוי ליד הכוס ובמצב ב' הוא טבול במים שבכוס. האם יורה מחוג המאזנים במצב ב' על שנתה גבוהה יותר, אותה שנתה כמו במקרה א' או על שנתה נמוכה יותר? נמק את תשובתך.




15. מוט פלדה ממוגנט תלוי על חוט בצורה מאוזנת. מקרבים בתנועה מהירה טבעת נחושת אל הקוטב הצפוני של המגנט, מצד צפון, כך שמישור הטבעת מאונך לציר המגנט.
א) הא מישפיע דבר זה על המוט הממוגנט, ואם כן — כיצד? נמק את תשובתך.
ב) האם תשובתך בחלק א' מתישבת עם חוק שמור האנרגיה? נמק את תשובתך.

16. א) מקור זרם חילופין מספק זרם לסליל ולאמפרמטר המחוברים בטור זה לזה. כיצד תשפיע החלפת מקור הזרם במקור אחר בעל אותו המתח, אך תדירות גבוהה יותר, על עוצמת הזרם הנמדדת באמפרמטר? נמק את תשובתך.
ב) אם הסליל בחלק א' הוחלף בקבל, כיצד תשפיע החלפת מקור הזרם כנ"ל על עוצמת הזרם הנמדד באמפרמטר? נמק את תשובתך.

17. הסבר כיצד אפשר למדוד בעזרת נסויים מתאימים את האנרגיית הדרושה לשחרור אלקטרון מתוך מתכת וכיצד אפשר לקבוע את גודל הקבוע של פלנק.

תשובות: 1. א) 30° ב) 1.414
2. א) 1.7 מ'/שני ב) 54.1 סל"ד ג) 0.773 נ'
3. א) 0.04526 ב) 0.75
4. א) $2.5\times10^{9}\times q/r$ ; $\frac{1}{4}q$ ; $\frac{1}{4}q$ וולט בשני הכדורים
ב) 0 ; $3\times10^{9}\times q/r$ ; $q$ וולט בשני הכדורים
5. 6 וולט ; 1 אוהם
6. $6.04\times10^{-4}$ ווברים/מ"ר „מאיתנו"
7. א) 816.3 מ"מ כספית ב) 0.12 נ'
8. א) 20 ד' ב) 5.32 מ"מ ג) 94
9. א) $4.39\times10^{6}$ מ'/שני ב) 4.6 מ"מ ג) 5°12'
11. $M = 4\pi R^2/(Tk)^2$

---

## תשובות לבחינה מספר 32

1. א) 0.4 ב) 1.6 מ'/שני²
2. א) 3.35 מ'/שני ב) 2.63 מ'/שני
3. א) 2.4 מ'/שני ב) 1.81 מ' ג) 15.3 נ'
4. א) 0.444 שני ב) 0.707 מ'/שני ג) 0.2 ג'אול
5. א) 0.1 ארג ב) 0.632 ס"מ/שני ג) 0.04 דין
6. א) 2 וולט ב) 1.8 וולט ג) 0.12 אמפר
ד) 1.728 קל'
7. א) $3.975\times10^{6}$ מ'/שני ב) $4.1\times10^{-4}$ ווברים למ"ר
ג) 5.52 ס"מ
8. 114.8° צלזיוס
9. א) 0.9354 ב) 12.25°— צלזיוס
10. א) 3.2
ב) $3.29\times10^{-19}$ ג'אול = $2.057\times10^{9}$ אלקטרון־וולט
13. $^{208}_{82}Pb$
14. א) מיצד בן 0.08 אוהם ב) נגד טורי בן 6230 אוהם
17. 23°35'

## בחינה מספר (1974)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה על שש מתוך תשע השאלות הבאות:**

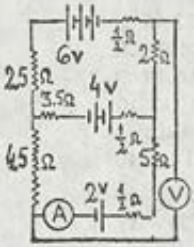
1. בהצטלבות ישרת זווית של שני כבישים התנגשו שני כלי רכב, מכונית נוסעים בת 800 ק"ג שנעה לפני ההתנגשות מזרחה במהירות 36 ק"מ לשעה ומשאית בת 2.4 טון שנעה לפני ההתנגשות צפונה במהירות 9 ק"מ לשעה. אחר ההתנגשות נעו שני כלי הרכב יחד למרחק 6.25 מטר עד שנעצרו הודות לחכוך. חשב באיזה כיוון נעו שני כלי הרכב אחר ההתנגשות ומה היה כח החכוך הממוצע שעצר אותם בהנחה כי מנועי כלי הרכב הפסיקו לפעול ברגע ההתנגשות.

2. קנה של רובה קפיץ מונח על שולחן אופקי. מקדם החכוך בין הקליע העוזב את קנה הרובה ובין השולחן הוא 0.5. קנה של רובה קפיץ שני, הזהה לרובה הנ"ל, נמצא 80 ס"מ מעל הקנה של הרובה הראשון. שני הרובים יורים קליעים זהים בכיוונים אופקיים מקבילים זה לזה בעת ובעונה אחת. הקלע של הרובה הראשון נעצר ברגע בו פוגע הקליע של הרובה השני בפני השולחן, ומתברר כי הקליע הראשון עבר מחצית מן המרחק האופקי שעבר הקליע השני עד פגיעתו בשולחן. חשב את המהירות בה נפלטו הקליעים מתוך הרובים ואת המרחק האופקי שעבר הקליע הראשון עד שנעצר.

3. א) חשב את הרכיב האנכי לפני כדור הארץ, ואת הרכיב המקביל לפני כדור הארץ, של התאוצה הצנטריפוגלית הנוצרת בגלל סיבוב כדור הארץ סביב צירו ברוחב גיאוגרפי של $\varphi^\circ$ הנח כי כדור הארץ הוא כדור אחיד בעל מחוג 6400 ק"מ; זמן סיבובו סביב צירו הוא 86160 שניות; תאוצת הנפילה החפשית על פני הקטבים היא 10 מ' לשנ"².

ב) מה צריך להיות המחוג של גרם שמימי בעל מסה ומהירות זוויתית שוות לאלה של כדור הארץ על מנת שגוף שאינו נתמך לא יתקרב אל ולא יתרחק מפני אותו גרם שמימי, אלא ירחף בגובה קבוע מעל פניו?

ג) האם גוף שיעזב על פני הגרם השמימי הנ"ל ישאר במנוחה על פני הגרם השמימי? אם לא — תאר את תנועת הגוף במשך פרק זמן ניכר בצורה כללית, ללא חישובים מדוייקים.




4. חשב את עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר ואת המתח שיראה הוולט־מטר ברשת המשורטטת. הנח כי לאמ־פרמטר התנגדות זניחה ולוולטמטר התנגדות גבוהה מאוד.

5. שדה מגנטי הוא בעל כיוון קבוע (כיוון ציר ה־x) אך בעל אינדוקציה משתנה בהתאם לנוסחה $B = B_0 - B'x$ ווּבר למ״ר (x הוא המרחק בכיוון ציר ה־x מהנקודה בה האינדוקציה של השדה היא $B_0$, כשמרחק זה נמדד במטרים). מתחילים להניע סליל דק עשוי תיל מוליך בעל n ליפופים, כשכל ליפוף מקיף שטח של S מ״ר בתאוצה a בכיוון החיובי של ציר x. התנגדות הסליל היא R אוהם, ושני קצותיו מולחמים זה לזה.
חשב את עוצמת הזרם בתילי הסליל כעבור t שניות מהתחלת התנועה בהנחה כי מישור הסליל נשאר במשך כל התנועה מאונך לציר ה־x אם: $B_0 = 3 \times 10^{-4}$ ווּבר למ״ר;
$B' = 5 \times 10^{-2}$ ווּבר למ״ק; $n = 50$ ליפופים;
$a = 0.02$ מ׳/שנ׳²; $t = 3$ שנ׳; $R = 0.01$ אוהם;
$S = 0.004$ מ״ר.

6. המחוג של אלקטרומטר טעון הראה מתח של 6000 וולט. כאשר חובר אלקטרומטר זה בתיל ארוך ודק (בעל קיבול קטן מאוד) לכדור מתכת מבודד ובלתי טעון שמחוגו 3 ס״מ, הורה מחוג האלקטרומטר מתח של 3600 וולט. חשב את: א) מטען הכדור ב) קבול האלקטרומטר ג) אנרגית הטעינה של הכדור אחר שנטען ד) עוצמת השדה האלקטרוסטטי ליד פני הכדור אחר שנטען.

7. אדם מסתכל דרך מיקרוסקופ בסיב של כותנה שעוביו 0.02 ס״מ הארוג בתוך אריג. עצמית המיקרוסקופ (עדשת העצם) היא בעלת מרחק מוקד של 0.5 ס״מ והסיב נמצא במרחק 0.6 ס״מ ממנה. עינית המיקרוסקופ (עדשת העין) היא בת 12.5 דיאופטריות ותמונת הסיב המדומה מתקבלת במרחק 24 ס״מ מן העינית.
א) חשב את המרחק בין העצמית ובין העינית של המיקרוסקופ.
ב) מהו עובי תמונת הסיב הנראית דרך העינית?
ג) פי כמה צריך להגדיל את עוצמת ההארה על האריג, על מנת שבהירות התמונה הנראית במיקרוסקופ תשווה לבהירות האריג כפי שהוא נראה בתאורה רגילה ללא מיקרוסקופ?

8. א) שני קולנים זהים משמיעים טונים בעלי עוצמה שווה בתדירות 1680 הרץ. אחד מהם נשאר במרחק קבוע של 2 מטר ממיקרופון של רשמקול והשני מורחק ממנו במהירות קבועה של 17 מטר לשנייה. מהי תדירות הפעימות הנקלטת ע״י מיקרופון הרשמקול, אם מהירות הקול באוויר היא 340 מטר לשניה?
ב) אחד מבני הזוג של כוכב כפול הוא כהה ואינו נראה בטלסקופ. בדיקת אורך הגל של אחד הקווים הספקטרליים באורו של בן הזוג הבהיר בכוכב הכפול הנ״ל מראה כי הוא משתנה במשך הזמן בין אורך מינימלי של 6560

אנגסטרום ועד אורך מכסימלי של 6566 אנגסטרום. מהי מהירות הסיבוב של בן הזוג הבהיר סביב מרכז הכובד של הכוכב הכפול?

9. גל שמשוואתו $y = 0.12 \sin[5\pi(3t - 2x)]$ מתאבך עם גל שמשוואתו $y = 0.12 \sin[5\pi(3t + 2x)]$ (x ו־y נמדדים במטרים, t נמדד בשניות).

א) מהם אורכי הגל של שני הגלים הנ"ל?

ב) מהן תדירויות שני הגלים הנ"ל?

ג) מהן מהירויות ההתקדמות של שני הגלים הנ"ל?

ד) מהי משוואת הגל המתקבל מהתאבכות שני הגלים הנ"ל? ציין מה טיבו של גל זה.

## חלק שני (שעה ומחצית השעה)

**ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות:**

10. טייס חלל בחללית הרגיש עצמו כבד פי 5 בשעה שהחללית הועלתה במאונך כלפי מעלה בעזרת טיל לעומת מצבו הרגיל על פני הארץ. מה היתה תאוצת החללית? הסבר.

11. בשעה שסוס מושך עגלה, הרי לפי החוק השלישי של ניוטון, שווה הכח בו העגלה מושכת את הסוס אחורנית לכח בו הסוס מושך את העגלה קדימה. הסבר מדוע בכל זאת נעים הסוס והעגלה קדימה.

12. תאר שני ניסויים שבעזרתם אפשר למדוד את התנגדותו של נגד. צייר בכל מקרה תרשים של הניסוי (מכשירים וחיבורים) והסבר מה יש למדוד על מנת לחשב את ההתנגדות.

13. צפורים העומדות על תיילי מתכת גלויים להולכת זרם במתח גבוה אינן ניזוקות ואילו אדם הנוגע בתייל כזה נפגע מייד. הסבר!

14. הלוחות של קבל אוויר מחוברים לקוטבי סוללה חשמלית. אחר כך מקרבים את לוחות הקבל מעט זה לזה בלי לנתקם מהסוללה. קבע אילו מן הגדלים הבאים משתנים וכיצד (גוברים או פוחתים): (1) קיבול הקבל (2) המתח בין לוחות הקבל (3) מטען לוחות הקבל (4) עוצמת השדה בין לוחות הקבל.

15. בניסוי התאבכות גלי אור מאירים שני סדקים צרים קרובים זה לזה בעזרת מקור אור אחד ומקבלים פסי התאבכות על חיץ לבן הניצב מעל סדקים אלה. הסבר מדוע אין רואים תמונת התאבכות אם כל אחד משני הסדקים מואר על ידי מקור אור אחר.

16. תאר ניסוי המוכיח כי קיימת תופעת קיטוב האור והסבר אותו על פי התורה הגלית של האור.

17. אדם מסוגל לראות בבירור גופים רק אם אינם מרוחקים מעינו יותר ממטר אחד. מה מספר הדיאופטריות של עדשת מגע הדרושה לאדם זה על מנת שיוכל לראות בבירור גופים רחוקים מאוד.

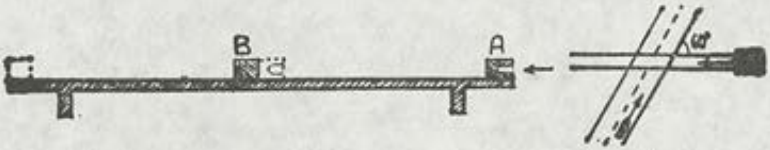
תשובות: 1. 36°52′ צפונית ממזרח ; 2500 ניוטון
2. 2 מ′/שנ′ ; 40 ס״מ
3. א) אנכי: 0.0218 מ′/שנ² ; אופקי: 0.0163 מ′/שנ²
ב) $4.937 \times 10^7$ מ′
4. 0.2 אמפר ; 1.5 וולט 5. 6 מיליאמפר
6. א) $1.2 \times 10^{-8}$ קולון ב) $5 \times 10^{-12}$ פרד
ג) 216 ארג ד) $1.2 \times 10^5$ נ′/קולון
7. א) 9 ס״מ ב) 4 מ״מ ג) פי 400
8. א) 40 הרץ ב) 137.2 ק״מ/שנ′
9. א) 20 ס״מ ב) 7.5 הרץ ג) 1.5 מ′/שנ′
ד) גל עומד: $y = 0.24 \sin(15\pi t)\cos(10\pi x)$
10. 4g
14. (1) גדל (2) קבוע (3) גדל (4) גדל
17. 1— דיאופטריה

# בחינה מספר 35 (1975)

## חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה על שש מתוך תשע השאלות הבאות:**

1. כביש ומסילת ברזל מצטלבים בזווית של $60^\circ$ כמתואר בציור. מכונית שמסתה 900 ק"ג נוסעת בכיוון אל נקודת ההצטלבות במהירות 72 ק"מ לשעה ורכבת מתקרבת אל נקודת ההצטלבות במהירות 54 ק"מ לשעה.
   א) חשב את מהירות הרכבת ביחס למכונית.
   ב) כשנהג המכונית הבחין ברכבת המתקרבת בלם את רכבו והצליח לעוצרו במשך 6 שניות. חשב את המרחק שעברה המכונית מרגע התחלת הבלימה ועד שנעצרה, ואת הכח העוצר בהנחה כי כח זה היה כח קבוע.
   ג) גם נהג הקטר הפעיל את בלמי הרכבת כשהבחין במכונית המתקרבת, והרכבת עברה דרך של 225 מטרים בשעת הבלימה. כמה זמן נמשכה בלימת הרכבת ומה היתה תאוטת הרכבת?




2. על ספסל אופקי מונחים שני גושי פלדה A ו־B, הראשון בקצה הימני של הספסל והשני בדיוק באמצע הספסל. ילד זרק חץ מתכת שמסתו 50 גרם כך שפגע במהירות אופקית של 24 מ' לשניה במלוי העץ שבגוש A ונתקע בו. מסת גוש A עם מלוי העץ היתה 250 גרם. גוש A החליק אחר שנתקע בו החץ לאורך הספסל עד שפגע בגוש B ואז נעצר. גוש B החל לנוע — אחר שנפגע ע"י גוש A — בכיוון בו נע תחילה גוש A ונעצר בדיוק בקצה השמאלי של הספסל. הנח כי ההתנגשות בין הגושים A ו־B היתה גמישה לחלוטין וכי בין גושים אלה ובין הספסל קיים חכוך בעל מקדם 0.2.
   א) באיזו מהירות החל גוש A לנוע אחר שנתקע בו החץ?
   ב) מה היתה מסת גוש B?
   ג) חשב את אורך הספסל.

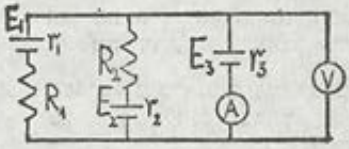
3. חללית שמסתה 1000 ק"ג מקיפה את מאדים במסלול מעגלי שרדיוסו גדול פי 3 מרדיוס המאדים שהוא 3400 ק"מ. תאוצת הנפילה החופשית על פני מאדים היא 3.8 מ'/שנ'².
   א) חשב כמה שעות דרושות לחללית על מנת להשלים הקפה אחת של מאדים.
   ב) חשב את האנרגיה הקינטית של החללית ביחס למאדים.
   ג) חשב את האנרגיה הפוטנציאלית של החללית אם האנרגיה

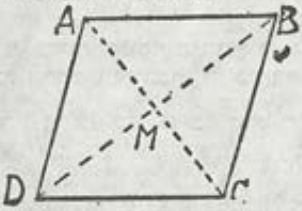
הפוטנציאלית של גוף כל שהוא במרחק רב מאוד ממאדים נחשבת לאפס.

4. אלכסוני מעוין ABCD הם: $AC = 3$ מ׳ ; $BD = 4$ מ׳. בקודקודים A, B ו־C נמצאים מטענים של 4, 20 ו־(4—) מיקרוקולון בהתאמה. במרכז המעוין M נמצא מטען בן (10—) מיקרוקולון.

א) חשב את גודל הכח האלקטרוסטטי הפועל על המטען בנקודה M.

ב) חשב איזו עבודה צריך לעבוד על מנת להעביר את המטען שהיה בנקודה M אל הנקודה D.



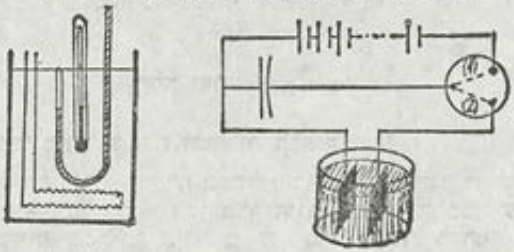

5. חשב את עוצמת הזרם שיורה האמפרמטר (שהתנגדותו קטנה מאוד) ואת המתח שיורה הוולטמטר (שהתנגדותו גדולה מאוד) במעגל הזרם המשורטט אם: $E_1 =$ 18 וולט ; $E_2 =$ 12 וולט ; $E_3 =$ 20.6 וולט ; $r_1 = r_2 = r_3 =$ 0.1 אוהם ; $R_1 =$ 0.9 אוהם ; $R_2 =$ 1.9 אוהם.

6. מצבר שמתחו 24 וולט, קבל שקיבולו 2 מיקרופרד ותא הפרדה אלקטרוליטי מחוברים למפסק רוטט העובר ממצב (1) למצב (2) וחוזר חלילה 50 פעמים בשניה (כלומר 50 פעמים בשניה הוא נמצא במצב (1) וחמישים פעמים בשניה הוא נמצא במצב (2) ).

א) מהי עוצמת הזרם הממוצעת דרך תא ההפרדה האלקטרוליטי אם נניח כי הקבל מספיק בכל ריטוט להטען כמעט במלוא המטען האפשרי ולהתפרק ממנו?

ב) משקל הקטודה עלה במשך 20 דקות ב־3.24 גרם. חשב על סמך זה את שווה הערך האלקטרוכימי של הקטיון בתמיסה האלקטרוליטית.

ג) לקטיון הנ״ל משקל אטומי 108 וערכיות 1. חשב על סמך נתונים אלה ותוצאות הניסוי את קבוע פרדי.



7. צנור U סגור מצדו האחד, תרמומטר וסליל חימום חשמלי טבולים באמבט מים. שפכו כמות קטנה של כספית לתוך הצד

הפתח של צנור ה־U וע״י כך נלכדו 19 סמ״ק אוויר בחלק הסגור של הצנור, כשפני הכספית בצד הפתוח של הצנור גבוהים ב־15 ס״מ מפני הכספית בצד הסגור של הצנור. אחר כך שפכו כמות נוספת של כספית לצד הפתוח של הצנור וע״י כך התכווץ האוויר בצד הסגור ונפחו קטן ב־1 סמ״ק. עתה היו פני הכספית בצד הפתוח של הצנור גבוהים ב־20 ס״מ מפני הכספית בצד הסגור. במשך כל הפעולות האלה הראה התרמומטר שטמפרטורת המים 17° צלזיוס.
לאחר מכן הוזרם זרם דרך סליל החימום עד אשר נפח האוויר הכלוא היה שוב 19 סמ״ק.

א) מה היה לחץ האוויר החיצוני בשעת הניסויים הנ״ל?
ב) מה היתה הטמפרטורה שהורה התרמומטר בסוף הניסוי?

8. כשהובא מיכל גז בישול לצרכן היו בו 12 ק״ג גז בטמפרטורה של 17° צלזיוס ובלחץ של 60 אטמוספירות. לאחר חודש ימים נשקל המיכל שנית ונמצא שנותרו בו 2 ק״ג גז בלבד
א) מה היה לחץ הגז במיכל לאחר חודש אם טמפרטורת האוויר בשעת המדידה היתה 32° צלזיוס?
ב) מהו נפח המיכל אם משקל מ״ק אחד של גז בישול בתנאים נורמליים הוא 2.6 ק״ג?

9. המרחק בין עדשה מפזרת ובין המוקד שלה הוא 5 ס״מ.
א) בת כמה דיאופטריות היא עדשה זו?
ב) באיזה מרחק מן העדשה יש להעמיד גוף, על מנת שתמונתו תהיה קטנה פי 3 ממנו?
ג) מעדשה מרכזת בעלת מרחק מוקד של 15 ס״מ ומן העדשה הנ״ל התקינו משקפת גלילי ע״י כך שקבעו כל אחת מהן בקצה אחר של שפופרת שאורכה 10 ס״מ. גוף הועמד במרחק 30 ס״מ לפני העדשה המרכזת והצמידו את העין לעדשה המפזרת. שרטט את תמונת הגוף הנראית דרך משקפת זו וקבע אם זו תמונה ממשית או מדומה, ישרה או הפוכה.
ד) היעזר במדידות בציורך ו ב חישובים על מנת לקבוע את ההגדלה הקווית ואת ההגדלה הזוויתית של משקפת זו בתנאים שפורטו בסעיף ג׳.

## חלק שני (שעה וחצי)

**ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות:**

10. למסוק יש בנוסף למדחף הגדול (הרוטור) המאפשר לו להתרומם ולרחף — גם מדחף קטן בצד הזנב. הסבר על סמך עקרונות פיסיקליים בסיסיים הידועים לך, מהי פעולת מדחף קטן זה כאשר המסוק מרחף מעל מקום קבוע על פני הקרקע.

11. הסבר בקיצור, בעזרת התורה הקינטית של החומר, את התופעות הבאות:
א) מוצקים מתפשטים בשעת חימום.
ב) כשמחממים מוצק — הטמפרטורה עולה עד נקודה מסוימת — וכל חימום נוסף אינו מעלה את הטמפרטורה של החומר כל זמן שנותר עדיין חומר במצב מוצק.
ג) לחצו של גז גדל כאשר מקטינים את נפחו מבלי לשנות את הטמפרטורה שלו.

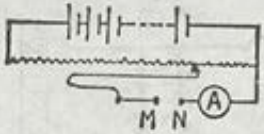
12. בשעת ההמראה של חללית שוכבים טייסי החללית פרקדן על מיטות מאונכות לכיוון ההמראה. הסבר לשם מה נחוץ דבר זה?

13. נורת להט מחוברת למקור מתח שמתחו ניתן לשנוי. תא פוטואלקטרי המכוון אל הנורה עומד תחילה במרחק 2 מ' מן הנורה ומודדים את הזרם הפוטואלקטרי. אח"כ מקטינים בהדרגה את המתח המסופק לנורת הלהט כך שלאורה גוון יותר ויותר אדום, אך מקרבים את התא הפוטואלקטרי אל הנורה כך שעוצמת האור הכוללת הפוגעת בתא אינה משתנה. האם ישתנה במקרה זה הזרם הפוטואלקטרי? נמק את תשובתך.

14. למקור זרם ישר מחברים סליל השראה בעל התנגדות אוהמית קטנה והשראות גדולה ומודדים את עוצמת הזרם $i_1$. אח"כ מחליפים את הסליל בנגד בעל התנגדות גבוהה ומודדים את עוצמת הזרם $i_2$. לבסוף מחליפים את הנגד בקבל ומודדים את עוצמת הזרם $i_3$. מדידות הזרם נערכות זמן מה אחר חיבור המכשירים למקור הזרם.
א) רשום את עוצמות הזרמים $i_1$, $i_2$, $i_3$ בסדר גודל עולה.
ב) מדוע נאמר בשאלה כי עוצמות הזרמים נמדדו זמן מה אחר חיבור המכשירים למקור הזרם?

15. תאר את הניסוי שבעזרתו הוכיחו כי כל מטען חשמלי מורכב ממספר שלם של מטענים יסודיים השווים זה לזה בגודלם.

16. כיצד ניתן להשתמש בפוטנציומטר המחובר למד־זרם המתואר בציור על מנת לקבוע את היחס בין
א) התנגדויות שני נגדים נתונים.
ב) הכא"מ של שני מקורות זרם ישר.




17. תאר בקיצור ניסוי או ניסויים הדרושים כדי לקבוע את התדירות של גל אור מונוכרומטי.

תשובות בעמוד 239

# בחינה מספר 36 (1976)

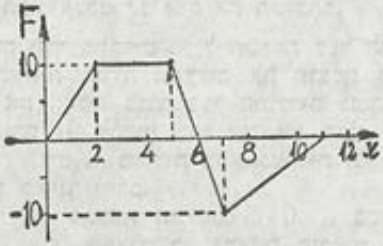
## חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה על שש מתוך תשע השאלות הבאות:**

1. גוף בעל מסה של 10 ק"ג מונח על מסילה ישרה חסרת חיכוך. כח F פועל על הגוף בכיוון מקביל למסילה. לפני הפעלת הכח היה הגוף במנוחה.

א) אם בתיאור הגרפי מתוארת תלות הכח הפועל F (ניוטונים) בהעתק x (מטרים), חשב את העבודה הכוללת שנעבדה ע"י הכח לאורך הדרך של 11 מטרים, את המהירות כשהגוף הגיע להעתק של 11 מטרים ואת המהירות המכסימלית אליה הגיע הגוף בעוברו את הדרך של 11 המטרים הנ"ל.

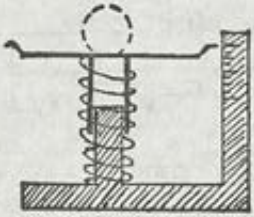
ב) אם בתיאור הגרפי מתוארת תלות הכח הפועל F (ניוטרונים) בזמן התנועה x (שניות), חשב את מהירות הגוף אחר 11 שניות ואת המהירות המכסימלית אליה הגיע הגוף במשך 11 השניות הראשונות לתנועתו.



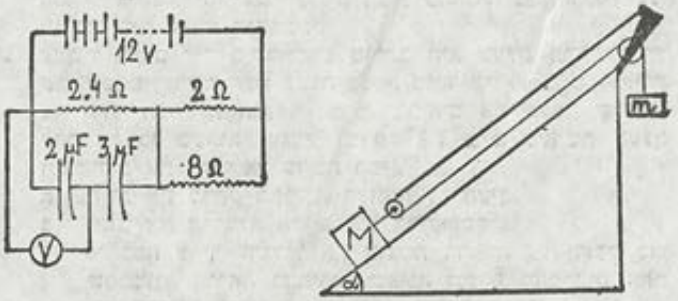

2. מאזני קפיץ מורכבים מכף מתכת שמסתה 2 ק"ג המונחת על גבי קפיץ לוליני כמתואר בציור. כאשר הניחו גוש חימר שמסתו 1 ק"ג על הכף, התכווץ הקפיץ ב־2.5 מ"מ. אחר כך הרימו את גוש החימר עד לגובה 60 ס"מ מעל כף המאזניים ונתנו לו ליפול (הערה: חימר לח הוא בלתי גמיש לחלוטין).

א) באיזו מהירות פגע גוש החימר בכף המאזניים ובאיזו מהירות החלה הכף לרדת תוך כדי כיווץ הקפיץ?

ב) בכמה מ"מ תרד הכף אחר שגוש החימר שנפל פגע בה?



3. משקולת שמסתה 1.5 ק״ג = m מושכת משקולת שניה שמסתה 3 ק״ג = M המונחת על מישור משופע שזווית שיפועו α (sin α = 0.6) בעזרת חוט חסר משקל העובר מעל גלגלים קלים מאוד וחסרי חיכוך, כמתואר בציור. מקדם החיכוך בין המשקולת השניה ובין המישור המשופע היא 0.3. במשך כמה זמן תרד המשקולת הראשונה לעומק 1.2 מ׳ אם היתה תחילה במנוחה? הנח כי חלקי החוט המשופעים מקבילים למישור המשופע.




4. בציור משרטטת רשת חשמלית המכילה מצבר בעל התנגדות פנימית קטנה מאוד, נגדים, קבלים, ומד מתח בעל התנגדות גדולה מאוד.
א) חשב את המטען על הקבל הגדול יותר.
ב) חשב את המתח שמורה הוולטמטר.

5. סליל בן 500 כריכות ריבועיות (אורך הצלע של כל ריבוע 10 ס״מ) מסתובב בתדירות של 1200 סיבובים לדקה סביב ציר הנמצא במישור הכריכות ועובר דרך מרכזן בשדה מגנטי המאונך לכיוון הציר בעל אינדוקציה של 0.4 ווبר למ״ר.
א) חשב את המתח המושרה הממוצע בסליל זה במשך חצי סיבוב המתחיל כאשר הכריכות מאונכות לשדה המגנטי בהנחה כי שנוי השטף ביחידת זמן הוא קבוע בזמן זה.
ב) פירקו את הסליל הנ״ל והכינו מהחוט המוליך שלו סליל חדש של כריכות ריבועיות כך שאורך הצלע של כל ריבוע 5 ס״מ, וסובבו אותו באותה תדירות סביב אותו ציר באותו שדה מגנטי. מה יהיה המתח המושרה הממוצע במשך חצי סיבוב עתה?

6. כלי מתכת דקיק הנמצא בתוך מעטפת פלסטיק משמש בתור קלורימטר בעל קיבול חום אפסי. לתוך קלורימטר זה הוכנסו 2 ק״ג תמיסת כסף חנקתי מהולה מאוד (חום סגולי: 1 קל״ק לגרם) וטבלת כסף קלה מאוד. טבלת הכסף חוברה לקוטב אחד של מקור מתח וכלי המתכת לקוטב השני שלו. לאחר מספר דקות עלתה טמפרטורת התמיסה בקלורימטר ב־5.5° צלזיוס ומשקל טבלת הכסף עלה ב־0.5 גרם. שווה הערך האלקטרוכימי

של כסף (שהוא חומר חד ערכי) הוא 0.001118 גרם לקולון.
א) חשב את מתח מקור הזרם.
ב) חשב את המשקל האטומי של כסף אם קבוע פרדי הוא 96500 קולון.

7. משמיעים בעת ובעונה אחת שני טונים בעלי עוצמה שווה באותו מקום — האחד בעל אורך גל של 3.09 מ׳ והשני בעל אורך גל של 3 מ׳. מהירות הקול באוויר היא 340 מ׳/שנ׳. רשום את משוואות שני גלי הקול וחשב את תדירות הטון הנמוך שישמע יחד עם הטונים הנ״ל כתוצאה מהתאבכות שני הגלים, ואת אורך הגל שלו.

8. עדשת העצם של מיקרוסקופ מורכב היא בעלת מרחק מוקד של 6 מ״מ ועדשת העין בעלת מרחק מוקד של 30 מ״מ. המרחק בין שתי העדשות הוא 63 מ״מ. מביאים את העצם שרוצים להתבונן בו כשהוא מוגדל למרחק 7.2 מ״מ מעדשת העצם ומצמידים את העין אל עדשת העין.
א) חשב את מרחק התמונה הסופית מן העין.
ב) חשב את ההגדלה הקוית של המיקרוסקופ.
ג) פי כמה צריך להגדיל את עוצמת ההארה על העצם כדי שהתמונה תיראה בבהירות שאינה נופלת מחמישית אחת של בהירות העצמים האחרים בסביבת המיקרוסקופ?

9. אור מונוכרומטי עבר דרך סדק שרוחבו 0.25 מ״מ ויצר תמונת עקיפה על חיץ הנמצא במרחק 2 מ׳ מן הסדק. חשב את אורך הגל של האור אם הפס הכהה הראשון על המסך הופיע במרחק 4.4 מ״מ ממרכז תמונת העקיפה.

## חלק שני (שעה וחצי)

ענה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות:

10. מחוג כוכב הלכת מאדים הוא $R_1$ וזמן סיבוב אחד של מאדים סביב צירו הוא $T_1$. באיזה גובה מעל תחנת חלל על פני מאדים צריך לרחף לווין תקשורת על מנת שישאר תמיד מעל לתחנה. נתון כי תאוצת הנפילה החופשית על פני מאדים היא $g_1$. רשום משוואה (או משוואות) להישוב הגובה בעזרת הנתונים $R_1$, $T_1$, $g_1$ מבלי לפתור אותה.

11. ילד הלומד לרכב על אופנים מנסה בסיבוב של הכביש לסובב את הגה האופנים בלי להטות באותו הזמן את גופו. הסבר על פי עקרונות פיסיקליים מהן תוצאות המעשה.

12. תאר ניסוי פשוט שבעזרתו אפשר לקבוע אם אור המגיע אלינו ממקור אור מסוים הוא מקוטב או אינו מקוטב.

13. בתוך גוש עופרת קדחו קדוח דק והכניסו לעומקו כמות קטנה של חומר כימי בלתי ידוע. תאר בקיצור ניסוי שבעזרתו ניתן לקבוע אם החומר בתחתית הקידוח הוא חומר רדיואקטיבי, ואם כן כיצד ניתן לקבוע מהם סוגי הקרינה הנפלטים ממנו.

14. אל שני הקטבים של מיקרואמפרמטר מולחמים שני מוטות מתכת מקבילים זה לזה. מוט מתכת שלישי הוא בעל ידית

מבודדת, ובשני קצותיו לולאות מתכת המושחלות על שני המוטות הראשונים. הסבר כיצד אפשר לקבוע בעזרת מכשיר זה את כיוון השדה המגנטי הארצי במקום כל שהוא.

15. חומר רדיואקטיבי פולט קרינת α. כיצד אפשר להוכיח כי חלקיקי α הם יונים של הליום שמסתם האטומית 4 ואין ביניהם יוני הליום שמסתם האטומית 3?

16. שרטט מעגל זרם המכיל מקור זרם, אמפרמטר, וולטמטר ונגד שאת התנגדותו יש לקבוע בעזרת מדידות במעגל הזרם.
א) כאשר האמפרמטר בעל התנגדות קטנה מאוד ולוולטמטר התנגדות שאינה גדולה מאוד.
ב) כאשר לאמפרמטר התנגדות שאינה קטנה מאוד, אך לוולט־מטר התנגדות גדולה מאוד.

17. א) כיצד אפשר ליצור קרן אור מונוכרומטי?
ב) מהם צבעים משלימים?

תשובות: 1. א) 20 ג'אול ; 2 מ'/שנ' ; 3 מ'/שנ'
ב) 2 מ'/שנ' ; 4.5 מ'/שנ'
2. א) 3.48 מ'/שנ' ; 1.16 מ'/שנ' ב) 40 מ"מ
3. 1.5 שנ' 4. א) 8.64 מיקרוקולון ב) 4.32 וולט
5. א) 160 וולט ב) 80 וולט
6. א) 24.6 וולט ב) 107.9
7. 40 הרץ ; 8,5 מ'
8. א) 27 ס"מ ב) 50 ג) 500
9. 5500 אונגסטרום
10. $4\pi^2(R_1+h)^3 = g_1 R_1^2 T_1$

---

תשובות לבחינה מספר 35

1. א) 109.5 ק"מ לשעה ב) 60 מ' ; 3000 נ'
ג) 30 שנ' ; $\frac{1}{4}$ מ'/שנ²
2. א) 4 מ'/שנ' ב) 300 גרם ג) 4 מ'
3. א) 8.578 שעות ב) $2.153\times10^9$ ג'אול
ג) $-4.307\times10^9$ ג'אול
4. א) 0.552 נ' ב) 0.45 ג'אול
5. 6 אמפר ; 20 וולט
6. א) 2.4 אמפר ב) 0.001125 גרם/קולון
ג) 96000 קולון
7. א) 75 ס"מ כספית ב) 39.6° צלזיוס
8. א) 10.52 אטמ' ב) 81.71 ליטר
9. א) 20 דיאופ' ב) 10 ס"מ ג) מדומה ; ישרה
ד) $\frac{1}{4}$ ; 2
13. יקטן 14. א) $i_3 < i_2 < i_1$

## בחינה מספר 37 (1976)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

**ענה ע"ז שש שאלות מתוך עשר השאלות 1—10:**

1. מישור משופע נטוי בזווית $\alpha$ ($\sin\alpha = 0.8$) לגבי המישור האופקי ובקצהו העליון מסה בת 2 ק"ג. בקצה התחתון של המישור המשופע קפיץ חזק מאוד הצמוד למישור. המסה מתחילה להחליק לאורך המישור ונתקלת כעבור 0.4 שניות בקפיץ כשמהירותה 2 מ'/שנ'. המסה נשארת במגע עם הקפיץ במשך 2 אלפיות השניה ומוטלת חזרה כלפי מעלה ללא אבדן אנרגיה מכנית כתוצאה מההנגשות בקפיץ.
   א) מהו גודלו של כח החכוך שפעל על המסה בשעת ירידתה לאורך המישור המשופע?
   ב) מה היה המרחק ההתחלתי בין המסה ובין הקפיץ?
   ג) איזה כח ממוצע הפעיל הקפיץ על המסה כשזו היתה במגע אתו?
   ד) עד לאיזה מרחק מהקפיץ הגיעה המסה אחר שהוטלה כלפי מעלה לאורך המישור המשופע ע"י הקפיץ?

2. שתי מטוטלות בנויות מכדורי פלדה התלויים על חוטי ניילון כך שהכדורים נוגעים זה בזה כשמרכזיהם באותו הגובה. אחד הכדורים, שמסתו m, הוסט הצידה כשחוט הניילון שעליו הוא תלוי נשאר מתוח ונעזב. כדור זה התנגש התנגשות אלסטית בכדור השני שהיה במנוחה. מהירות הכדור הראשון לפני ההתנגשות היתה v. אחר ההתנגשות היתה מהירות הכדור השני גדולה בערכה המוחלט פי שניים ממהירות הכדור הראשון אחרי ההתנגשות ושתי מהירויות אלה היו מכוונות בכיוונים מנוגדים.
   א) חשב את מסת הכדור השני.
   ב) חזרו על הניסוי לעיל אחר שמרחו את שני הכדורים בדבק מגע כך שנדבקו זה לזה ברגע ההתנגשות. חשב איזה חלק של האנרגיה של הכדור הראשון לפני ההתנגשות הפך לאנרגיה לא מכנית.

3. מטוס ריסוס שמסתו 800 ק"ג מצוייד במנוע שהספקו היעיל 240 ק"ו. מנוע זה מסוגל להטיס את המטוס במהירות מירבית של 540 ק"מ/שעה.
   א) חשב את כח הזחכוך באוויר הפועל על המטוס כשהוא טס במהירותו המירבית.
   ב) כח החכוך בין האוויר למטוס פרופורציוני לריבוע מהירות המטוס. חשב את תאוצת המטוס כאשר הוא טס במהירות 360 ק"מ/שעה כאשר מנועו מופעל במלוא עוצמתו.

4. הלבנה חגה במסלול מעגלי סביב כדור הארץ כך שמחוג המסלול גדול פי 60 ממחוג כדור הארץ שהוא 6400 ק"מ בקירוב.

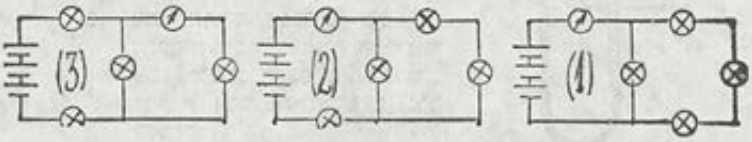
תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא 10 מ/שנ² בקירוב.

א) חשב על סמך נתונים אלה בלבד את מהירותה הקוית של הלבנה.

ב) איזו תוספת מהירות בכיוון מהירותה הרגעית צריך להקנות ללבנה לכל הפחות על מנת שתתרחק ולא תחזור יותר אל כדור הארץ?

ג) איזו תוספת מהירות בכיוון מאונך למהירותה הרגעית צריך להקנות ללבנה לכל הפחות על מנת שתתרחק ולא תחזור יותר לכדור הארץ?

5. מצבר בעל התנגדות פנימית זניחה מחובר למערכת הכוללת 4 נורות שוות ואמפרמטר בשלוש צורות שונות כמתואר בציורים: במעגל (1) מראה האמפרמטר זרם של 21 אמפר ובמעגל (2) מראה האמפרמטר זרם של 10 אמפר.




א) פי כמה קטנה התנגדות האמפרמטר מהתנגדות כל אחת מן הנורות השוות הנ"ל?

ב) מהי עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר במעגל (3)?

6. מנוע שהתנגדותו 28 אוהם חובר למקור מתח שמתחו 240 וולט התנגדותו הפנימית זניחה. עוצמת הזרם במעגל נמדדה בעזרת מיליאמפרמטר שהתנגדותו 20 אוהם שצוייד במיצד (שנט). המיליאמפרמטר הראה כי דרכו זרם זרם של 400 מיליאמפר.

א) חשב את עוצמת הזרם שעברה דרך המנוע.

ב) חשב את הספק המנוע בקילווט אם נצילותו 94%.

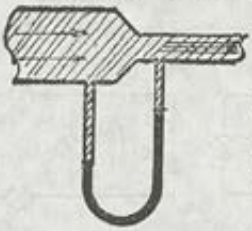
ג) חשב את התנגדות המיצד (השנט).

7. למיכל זכוכית שהאוויר נשאב מתוכו עד שנוצר לחץ נמוך ביותר הוכנסה אלומה דקה של יוני ליטיום שהואצו בשדה אלקטרוסטטי חזק. המיכל כולו היה בשדה אלקטרומגנטי בעל אינדוקציה 0.02 ובר למ"ר שכיוונו מאונך לכיוון האלומה. מחצית המיכל הקרובה למקום כניסת אלומת היונים אליו היתה נתונה גם בשדה אלקטרוסטטי שעוצמתו 400 וולט למטר שכיוונו מאונך הן לאלומת היונים והן לכיוון השדה האלקטרומגנטי. באמצע המיכל, במקום בו נסתיים השדה האלקטרוסטטי הותקן לוח מתכת מצופה בחומר פלואורסצנטי בכיוון מאונך לאלומת היונים כך שהאלומה עברה דרך חור קטן במרכז הלוח. אחר שהאלומה עברה דרך החור סטתה מכיוונה המקורי, ואחר סיבוב ב-180° פגעה שוב בלוח המתכת שעליו נראו שני כתמי אור (בגלל נצנוץ החומר הפלואורסצנטי).

א) מה היתה מהירות יוני הליטיום שעברו את המחצית הראשונה של המיכל ללא סטיה מכיוונם המקורי והצליחו לחדור למחצית השניה של המיכל דרך החור הקטן בלוח המתכת?

ב) מה היה המרחק בין שני כתמי האור על לוח המתכת אם אלומת היונים היתה מורכבת מיוני $^{6}Li^{+}$ ו-$^{7}Li^{+}$. השתמש בנתונים הבאים: מסת הפרוטון או הנויטרון: $1.67 \times 10^{-27}$ ק"ג. המטען האלמנטרי: $1.6 \times 10^{-19}$ קולון.

8. מים זורמים בצנור שקוטרו הפנימי 10 ס"מ במהירות 0.6 מ'/שנ' ונכנסים לצנור צר יותר שקוטרו הפנימי 5 ס"מ, אשר הולחם אל הצנור הרחב. ליד מקום ההלחמה חובר מנומטר כספית כמתואר בציור, כדי למדוד את הפרש הלחצים בשני הצנורות.



א) מהי מהירות הזרימה בצנור הצר יותר?

ב) מהו הפרש הגבהים של פני הכספית בשתי זרועות המנומטר אם צפיפות הכספית 13.6 גרם לסמ"ק וצפיפות המים 1 גרם לסמ"ק?

9. משקולת ברזל נשקלה 3 פעמים: באוויר היה משקלה 39 נ', כשהיא טבולה במים מזוקקים היה משקלה 34 נ' וכשהיא טבולה בתמיסת מלח היה משקלה 33 נ'. משקלו של פקק באוויר היה 3 נ'. כאשר נקשר פקק זה למשקולת ושניהם יחד נשקלו כשהם טבולים במים מזוקקים — נמצא שמשקלם 27 נ'. קבע על פי תוצאות השקילות הנ"ל

א) את צפיפות הברזל.

ב) את צפיפות הפקק.

ג) את צפיפות תמיסת המלח.

10. בלון פלדה שנפחו 20 ליטר שהכיל 1 ק"ג הליום (משקל אטומי 4, חום סגולי בנפח קבוע 4.8 קלוריה לגרם מול × מעלה) עמד בשמש. אחר זמן מה עלה לחץ ההליום בבלון ב-5 אטמוספירות. כמה חום קלט ההליום בבלון? ידוע כי נפח גרם — מול אחד של הליום בתנאים נורמליים הוא 22.4 ליטר.

## חלק שני (שעה וחצי)

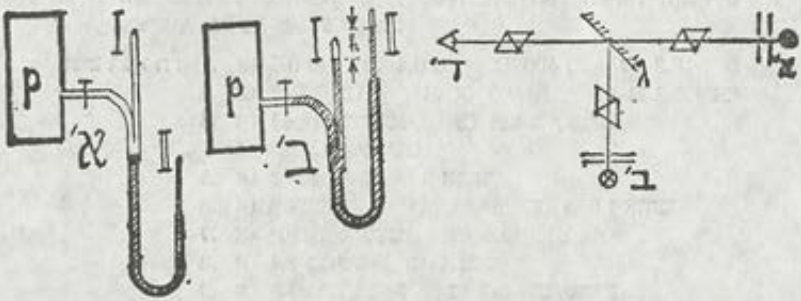
ענה על שש מתוך שמונה השאלות 11—18:

11. כאשר מניחים חומר רדיואקטיבי בקרבת גוף טעון — מטענו של הגוף הטעון נעלם. הסבר את סיבת הדבר.

12. תאוצת הנפילה החופשית על פני הירח היא 1.6 מ'/שניה² ומחוגו 1740 ק"מ. אם יחפרו מנהרה דרך מרכז הירח, אפשר יהיה להטיל גופים הנמצאים בצד הירח המרוחק מכדור הארץ לתוך המנהרה ולהעבירם ע"י כך לצד הקרוב לכדור הארץ. חשב כמה דקות תמשך תנועת הגוף בתוך המנהרה מקצה

אחד אל הקצה השני אם נניח כי תנועה זו היא תנועה הרמונית פשוטה.

13. בציור מבט מלמעלה על מערכת אופטית. (א) הוא מקור אור השולח אלומת קרניים של אור חד צבעי אדום דרך צמצם וגביש מקטב, שמישור הקיטוב שלו אנכי, אל מראה חצי שקופה (ג) בזווית 45° לגבי המראה. (ב) הוא מקור אור השולח אלומת קרניים של אור חד צבעי כחול דרך צמצם וגביש מקטב, שמישור הקיטוב שלו אופקי, אל המראה החצי שקופה (ג) בזווית 45° לגבי המראה. משקיף (ד) מתבונן באור המגיע אליו מן המראה דרך גביש מקטב שלישי המסתובב במהירות סיבובית קבועה סביב ציר המתלכד עם הקרניים העוברות דרכו. תאר מה יראה המשקיף המתבונן במשך תקופה ממושכת במראה.




14. בציור מד לחץ ללחצים נמוכים מאוד, המורכב מצנור בצורת מבחנה הפוכה צמוד לצנור הכניסה של הגז מן המיכל שבו רוצים למדוד את לחץ הגז, ברז הסוגר את צנור הכניסה, צנור גומי גמיש וצנור שני בצורת מבחנה הפוכה כשהצנור הגמיש והצנור השני מלאים כספית. תחילה פותחים את הברז (א') ומורידים את הצנור השני כלפי מטה עד שהכספית מאפשרת מעבר גז לתוך הצנור הראשון. אח"כ סוגרים את הברז (ב') ומעלים את הצנור השני כלפי מעלה עד שפני הכספית מגיעים בצנור הראשון עד לסימן המראה כי הגז הלכוד בצנור כווץ עד לחלק ה־20 מנפח הצנור הראשון. עתה מודדים את הפרש הגבהים של הכספית בשני הצנורות, h. קבע לפי נתונים אלה את לחץ הגז P במיכל. הסבר את חישובך.

15. כאשר נושפים אוויר דרך הפה באיטיות רבה על היד — מרגישים כי האוויר היוצא מן הפה הוא חם, אך אם נושפים אוויר דרך הפה במהירות על היד — מרגישים כי האוויר היוצא מן הפה הוא קר. הסבר תופעה זו.

16. כאשר זרם אוויר אופקי פוגע בגליל אופקי בכיוון מאונך לציר הגליל לא נוצר כל כח אנכי (בנוסף על כח הכובד) הפועל על הגליל, אולם אם מסובבים את הגליל במהירות סביב צירו כאשר זרם האוויר הנ"ל פוגע בו — נוצר כח אנכי. הסבר דבר זה בעזרת ציור.

17. מקרינים אור אולטרסגול על עלי אלקטרוסקופ טעון אשר עשויים מאבץ. במשך הזמן עלי האלקטרוסקופ יורדים ומתלכ־דים ואח״כ שוב עולים ומתרחקים זה מזה. הסבר תופעה זו וקבע מה היה סימן המטען על האלקטרוסקופ לפני שהקרינו עליו אור.

18. שני תנורי חימום ביתיים צורכים הספק של 2 ק״ו כל אחד. לראשון תיילים מתלהטים גלויים ולשני תיילי חמום טבולים באמבט שמן הנתון בתוך מקרן ברזל יציקה. כדי להשוות את יעילות שני התנורים הפעילו כל אחד מהם בחדר סגור בעל נפח מסויים במשך שבוע ימים ברציפות ומדדו את כמות החום שנפלטה מכל אחד מהם. איזה תנור, לדעתך, היה יעיל יותר מבחינת כמות החום שפלט ומדוע הפעילו את התנורים ברציפות במשך שבוע ימים?

**תשובות:** 1. א) 0.6 נ׳ ב) 0.4 מ׳ ג) 400 נ׳ ד) 18.2 ס״מ
2. א) 2m ב) $\frac{3}{4}$ 3. א) 1600 נ׳ ב) 2.11 מ׳/שני
4. א) 1.033 ק״מ/שנ׳ ב) 428 מ׳/שנ׳
ג) 1.033 ק״מ/שנ׳
5. א) פי 12 ב) 0.16 אמפר
6. א) 8 אמפר ב) 1.745 ק״ו ג) 1.053 אוהם
7. א) $2\times10^4$ מ׳/שנ׳ ב) 20.8 מ״מ
8. א) 2.4 מ׳/שנ׳ ב) 21.4 מ״מ
9. א) 7.8 גרם/סמ״ק ב) 0.3 גרם/סמ״ק
ג) 1.2 גרם/סמ״ק
10. 5850 קלוריות 12. 54.6 דקות
13. h/20 מ״מ כספית

---

תשובות לבחינה מספר 38

1. א) 0 ב) (1—) מ׳/שנ² ג) (1—) מ׳/שני
ד) 10.5 מ׳ ה) 0.84 מ׳/שנ²
2. א) 0.6 ג׳אול ב) 0.2 ג׳אול ג) 0.4 ג׳אול
ד) 3.2 נ׳/מ׳ ה) 2 מ׳/שנ׳
3. א) 6 נ׳ ב) 10 מ׳/שנ² ג) 50 מ׳/שנ²
ד) 60 מ׳/שנ׳
4. א) 54R ב) $1.4\sqrt{Rg}$ ג) $0.3\sqrt{Rg}$
5. א) 600 וולט ; 200 וולט
ב) 1.6 ג׳אול ; 2.4 ג׳אול ; 2 ג׳אול ג) 4 ג׳אול
6. א) 2.5 אמפר ב) 18.75 ווט ג) 2.25 אמפר
7. א) 1 אמפר ב) 0.024 קל״ק ג) 0.5 נ׳ מערבה
8. א) 20 מ׳/שנ׳ ב) פי 4 ג) 2.5 אטמ׳
9. א) 40°— ב) 360° ג) 100 ווט
ד) 0.048 קל״ק לגרם × מעלה
ה) 2.88 קל״ק לגרם ו) 67.2 קל״ק לגרם ז) 520°
10. א) 75 ס״מ כספית ב) 24 ס״מ
ג) 38 ס״מ מעל פני הכספית בכלי.

## בחינה מספר 38 (1977)

### חלק ראשון (שלוש שעות)

ענה על שש מתוך עשר השאלות הבאות (1—10):

1. בגרף מתוארת מהירותו של גוף v (במטר לשניה) הנע על גבי ישר כפונקציה של זמן התנועה t (בשניות) מאז שהגוף עבר בנקודה O. ענה בעזרת הגרף על השאלות הבאות:

א) מהי תאוצת הגוף 1.5 שניות אחר שעבר בנקודה O?

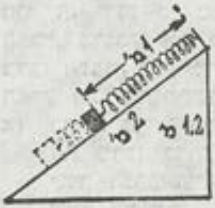
ב) מהי תאוצת הגוף 3 שניות אחר שעבר בנקודה O?

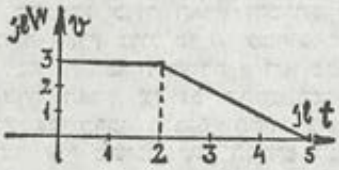
ג) מהי תאוצת הגוף 4.5 שניות אחר שעבר בנקודה O?

ד) איזו דרך עבר הגוף מאז שעבר בנקודה O ועד שנעצר?

ה) גוף שני החל לנוע מהנקודה O כשאין לו מהירות התחלתית ברגע בו עבר באותה נקודה הגוף הראשון ונע כל הזמן בתנועה שוות תאוצה. הגוף השני נתקל בגוף הראשון 5 שניות אחר שהחל לנוע. חשב את תאוצת הגוף השני.

ו) שרטט גרף של מהירות הגוף השני כפונקציה של זמן תנועתו.




2. קצה אחד של מישור משופע שאורכו 2 מ' נמצא בגובה 1.2 מטר מעל קצהו השני. לקצה העליון על המישור המשופע קשור קפיץ קל מאוד שאורכו, כשאינו מתוח, 1 מטר. לקצהו השני של הקפיץ קשור גוף שמסתו 200 גרם ואשר הונח על המישור המשופע במרחק 1 מטר מקצהו העליון. כשהגוף נעזב, הוא ירד לאורך המישור המשופע עד שנעצר בעצמו במרחק 1.5 מ' מקצהו העליון של המישור המשופע. מקדם החיכוך בין הגוף ובין המישור המשופע הוא 0.25.

א) איזו עבודה נעבדה ע"י כח הכובד בשעת ירידת הגוף במישור המשופע?

ב) איזו עבודה נעבדה ע"י כח החיכוך בשעת ירידת הגוף במישור המשופע?

ג) איזו עבודה נעבדה ע"י כחו האלסטי של הקפיץ בשעת ירידת הגוף במישור המשופע?

ד) מהו קבוע הקפיץ?

ה) איזו מהירות מינימלית צריך להקנות לגוף בנקודה שבה נעצר, בכיוון מעלה המישור המשופע, על מנת שיעלה לאורכו עד לנקודה בה נעזב ואשר ממנו החל להחליק כלפי מטה?

3. תלמידי בית ספר מקצועי בנו רקטה קטנה בעלת גוף אלומיניום שבתוכו 200 גרם דלק רקטי מוצק. משקל הרקטה עם הדלק שבתוכה 300 גרם. אחר ההצתה נפלטים הגזים הנוצרים משריפת הדלק במשך 2 שניות דרך נחיר הפליטה של הרקטה במהירות קבועה של 60 מ'/שנ' לגבי הרקטה. הדלק נשרף במלואו והרקטה עולה אנכית כלפי מעלה. הזנח את החיכוך באוויר.

א) מהו שעור הכח הפועל על הרקטה בגלל פליטת הגזים דרך נחיר הפליטה בשעת שריפת הדלק?

ב) באיזו תאוצה התחלתית עולה הרקטה מייד אחר הצתת הדלק?

ג) מהי התאוצה של הרקטה לפני גמר שריפת הדלק?

ד) עקבו במשקפת מודדים אחר עליית הרקטה וראו כי עשן הפליטה נעלם 2 שניות אחר השילוח כשהרקטה בגובה 65 מטר מעל הקרקע. הרקטה פגעה בקרקע קרוב למקום השילוח 15 שניות אחר ששולחה. חשב את מהירות הרקטה ברגע שנגמרה שריפת הדלק.

4. תאוצת הנפילה על פני כדור הארץ היא g ומחוג כדור הארץ הוא R. ידוע כי מסת הלבנה קטנה פי 81 מזו של כדור הארץ, מחוגה קטן פי 4 מזה של כדור הארץ והמרחק בין מרכז הלבנה ובין מרכז כדור הארץ גדול פי 60 ממחוג כדור הארץ. הבע את התשובות לשאלות הבאות בעזרת g ו־R בלבד.

א) באיזה מרחק ממרכז כדור הארץ, על גבי הקטע המקשר את מרכז כדור הארץ עם מרכז הלבנה, תהיה עוצמת שדה הגרביטציה הנוצר ע"י משיכת שני הגופים הנ"ל, שווה לאפס?

ב) באיזו מהירות מינימלית יש לשלח חללית מעל פני כדור הארץ אל הלבנה, על גבי הקטע המקשר את מרכזי שני הגופים האלה, על מנת שתוכל להגיע אל פני הלבנה?

ג) באיזו מהירות תפגע החללית בפני הלבנה אם אמנם שולחה במהירות המינימלית כפי שחישבת בסעיף ב'?

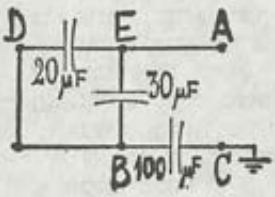
5. מערכת של שלושה קבלים קשורה להארקה בנקודה C ונטענת במטען של 0.01+ קולון דרך A. קבולי הקבלים רשומים בציור.

א) חשב את הפוטנציאל בנקודה A ואת הפוטנציאל בנקודה B.

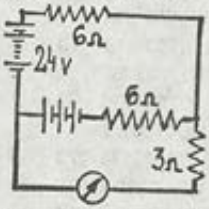
ב) חשב את אנרגית הטעינה של כל אחד משלושת הקבלים.

ג) מחברים לנקודות D ו־E קבל נוסף בלתי טעון שקיבולו 50 מיקרופרד. מהו סכום אנרגיות הטעינה של כל קבלי המערכת במצב החדש?

ד) האם סכום אנרגיות הטעינה של קבלי המערכת אחר השינוי חייב להיות גדול, שווה, או קטן מסכום אנרגיות הטעינה לפני השינוי? נמק את תשובתך על סמך שיקולים אנרגטיים.



6. שני מקורות זרם בעלי התנגדות פנימית קטנה מאד, אחד של 24 וולט ואחד של 6 וולט, ומד זרם בעל התנגדות פנימית קטנה מאוד מחוברים זה לזה כמתואר בציור בעזרת נגדים שגדלם רשום בציור.




א) איזו עוצמת זרם יראה האמפרמטר?

ב) חשב את הספק הנגד בן 3 אוהם.

ג) מה יורה האמפרמטר אם יחליפו את כיוון חיבור מקור הזרם בן 6 וולט בלי לשנות את חיבורם של שאר רכיבי המעגל?

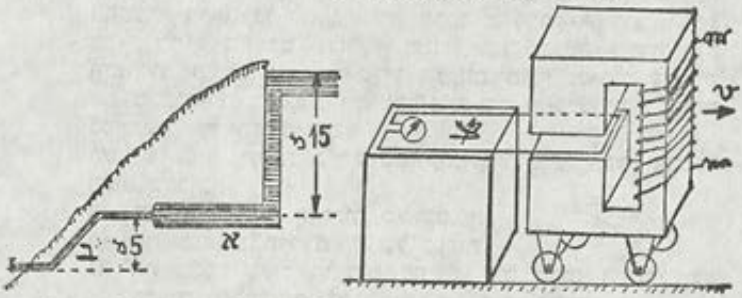
7. אלקטרומגנט חזק היוצר שדה מגנטי אנכי בעל אינדוקציה של 2.5 ובר למ"ר נע על גבי גלגלים (חסרי חיכוך) מערבה במהירות קבועה של 0.5 מ'/שנ'. תיל מלבני סגור המחובר למד זרם מונח בחלקו על גבי קובית עץ. יתר התיל נמצא תחילה בין קוטבי האלקטרומגנט באוויר. חלק התיל המכוון בכיוון צפון—דרום הוא באורך 0.2 מטר והוא נשאר בין קוטבי האלקטרומגנט (בשעת תנועתו של האחרון) במשך 0.4 שניות. ההתנגדות החשמלית הכוללת של התיל המלבני ומד הזרם היא 0.25 אוהם.

א) על איזו עוצמת זרם מורה מד הזרם בשעה שחלק מהתיל המלבני נמצא בין קוטבי האלקטרומגנט הנע מערבה?

ב) כמה חום נוצר בתיל המלבני ובמד הזרם המחובר אליו בשעת התנועה הנ"ל?

ג) מהו שעור הכח הפועל על התיל המלבני בשעת תנועת האלקטרומגנט (גודל וכיוון)?

ד) אם נניח שאין חכוך כלל — האם יש צורך בהפעלת כח לשם הנעת האלקטרומגנט במהירות קבועה (1) כל זמן שחלק התיל המלבני נמצא בין קוטבי האלקטרומגנט? (2) כאשר כל התיל המלבני כבר נמצא מחוץ לשדה המגנטי של האלקטרומגנט?




8. בראש גבעה הפרו בריכת אגירה למים בעלת שטח עליון גדול, כך שפני המים אינם יורדים במידה ניכרת כאשר מים זורמים

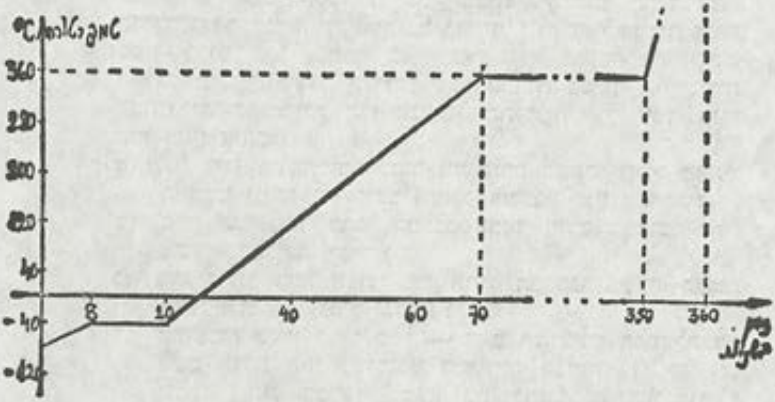
זמן מה דרך הצינורות אל הפתח בתחתית הגבעה. קוטר הצנור הגלילי א׳ גדול פי 2 מקוטר הצנור הגלילי ב׳.

א) באיזו מהירות יוצאים המים מן הפתח בתחתית הגבעה (הזנח את השפעת צמיגות המים והחיכוך בצינורות)?

ב) פי כמה גדולה מהירות זרימת המים בצינור ב׳ מזו שבצנור א׳?

ג) מהו הלחץ הכולל של המים במקום חיבור הצנורות א׳ ו־ב׳ באטמוספירות כאשר הברז ליד פתח היציאה סגור?

9. כלי גלילי מחומר עמיד בטמפרטורות גבוהות אשר אינו נתקף ע״י כספית סגור מלמעלה ע״י בוכנה שיכולה להחליק מעלה־מטה. בתחתית הכלי מצוי סליל חימום מוגן ע״י צנור חרס המספק חום בקצב קבוע כאשר מזרימים דרכו זרם חשמלי, וכן תרמומטר חשמלי בעל תחום מדידה רחב. בתוך הכלי מתחת לבוכנה נמצאים 100 גרם כספית.




תחילה הכניסו את הכלי לתוך אמבט של פחמן דו חמצני נוזלי (אשר רותח בטמפרטורה של 80°— צלזיוס). אחר שהתרמומטר החשמלי הראה כי הטמפרטורה פסקה מלרדת — הוציאו את הכלי מתוך האמבט, הכניסו אותו לתוך מעטה מבדד חום והתחילו להזרים זרם דרך סליל החימום. מדדו לעיתים קרובות את טמפרטורת הכספית ושרטטו גרף של טמפרטורת הכספית כפונקציה של זמן החימום:

חשב על סמך גרף זה, תוך הזנחת קיבול החום של הכלי ואיבודי החום לסביבה

א) את טמפרטורת ההיתוך של כספית.

ב) את טמפרטורת הרתיחה של כספית.

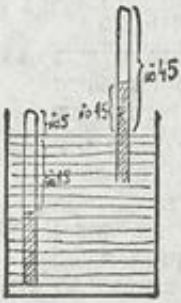
ג) את הספק סליל החימום בוטים, אם החום הסגולי של כספית נוזלית הוא 0.03 קל״ק לגרם × מעלה.

ד) את החום הסגולי של כספית מוצקת.

ה) את חום ההיתוך של כספית.

ו) את חום האידוי של כספית.
ז) את טמפרטורת הכספית 360 שניות אחר שהחלו בחימומה, אם החום הסגולי של אדי כספית הוא 0.015 קל"ק לגרם × מעלה.

**10.** צינור זכוכית שאורכו 50 ס"מ סגור בצידו האחד טבול בחלקו בכלי שבו כספית כך שצידו הסגור כלפי מעלה. בחלקו העליון של הצינור נמצא אוויר ולתוך חלקו התחתון חדרה כספית. כאשר מחזיקים את הצינור כך שקצהו הסגור נמצא 5 ס"מ מעל פני הכספית בכלי, נמצאים פני הכספית בתוך הצנור 15 ס"מ מתחת לפני הכספית בכלי.




כאשר מחזיקים את הצנור כך שקצהו הסגור 45 ס"מ מעל פני הכספית בכלי, נמצאים פני הכספית בתוך הצנור 15 ס"מ מעל פני הכספית בכלי.

א) חשב את לחץ האוויר החיצוני בס"מ כספית.
ב) באיזה גובה מעל פני הכספית בכלי צריך להחזיק את הקצה הסגור של הצנור על מנת שפני הכספית בתוך הצנור ומחוצה לו יהיו באותו הגובה?
ג) הניסויים הנ"ל בוצעו בבוקר כאשר אוויר החדר היה בטמפרטורה של 17° צלזיוס. בצהרים עלתה טמפרטורת האוויר בחדר עד 27° צלזיוס. באיזה מקום ביחס לפני הכספית בכלי ימצאו פני הכספית בתוך הצינור כאשר יחזיקו את הקצה הסגור של הצינור בגובה 30 ס"מ מעל פני הכספית בכלי בשעת הצהרים?

## חלק שני (שעה וחצי)

**עבה על שש מתוך שמונה השאלות הבאות (11—18).**

**11.** שני מישורים משופעים בעלי שיפוע שווה מחוברים בקצוות התחתונים שלהם ע"י מסילה מעגלית המשיקה לשניהם. הניחו גוף שמימדיו קטנים לעומת מחוג המסילה המעגלית ליד הקצה

העליון על אחד המישורים המשופעים ונתנו לו להחליק כלפי מטה. קבע אם תנועת הגוף (בהעדר חיכוך) היא תנועה הרמונית פשוטה והבא לפחות שני נימוקים לביסוס קביעתך.

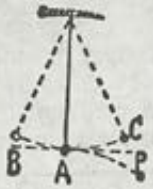
# בחינה מספר 39 (1977)

## חלק ראשון (75 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 2 שאלות מכל קבוצה ובסה"כ ענה על 6 שאלות. משך חלק זה של הבחינה 3 שעות.
**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 שאלות מהקבוצות א' ו־ב' בלבד. משך חלק זה של הבחינה 2 שעות ו־45 דקות.

### קבוצה א' — מכניקה

1. מטוס גולש תוך טיסה בקו ישר אל הקצה הקרוב של מסלול נחיתה אופקי כשמהירותו הקבועה 260 מ'/שנ'. כאשר המטוס היה בגובה 105 מ' מעל מישור מסלול הנחיתה ובמרחק 252 מ' מהקצה הקרוב של המסלול, ניתק ממנו חפץ שהיה דבוק לגחון המטוס.
   א) באיזה מרחק מהקצה הקרוב של מסלול הנחיתה פגע החפץ הנ"ל בקרקע (שגובהה כגובה מסלול הנחיתה)?
   ב) לאורך איזו דרך נע המטוס על מסלול הנחיתה עד שנעצר, אם הבלמים וכחות החיכוך סיפקו למטוס תאוטה קבועה של 8 מ'/שנ²? הנח כי הרכיב האנכי של מהירות המטוס נבלם ע"י קפיצי כן הנחיתה ברגע הנחיתה והרכיב האופקי של המהירות לא השתנה ברגע זה.
   ג) מאיזה גובה החל המטוס בגלישת הנחיתה שלו לקראת קצה מסלול הנחיתה, אם הגלישה נמשכה חצי דקה?
2. כדור עץ שמסתו 80 גרם תלוי על חוט דק וקל עד מאחר שאורכו 1.6 מ' מוו התקוע בתיקרה. גוש פלסטלינה שמסתו 20 גרם נזרק מהנקודה P כך שפגע בכדור העץ. ברגע הפגיעה היתה מהירות גוש הפלסטלינה אופקית ושעורה 3 מ'/שנ'. גוש הפלסטינה נדבק לכדור העץ, ועלה יחד עמו מ־A עד B וחזר יחד עמו מ־B ל־A. ברגע שכדור העץ עבר שוב ב־A נתרופף הקשר בין הפלסטלינה לכדור העץ והם המשיכו לנוע כשהם מנותקים זה מזה. הזנח את השפעת החיכוך באוויר.




   א) באיזה גובה מעל A נמצאת הנקודה B?
   ב) כמה זמן נמשכה העליה מ־A ל־B?
   ג) האם עבר גוש הפלסטלינה בנקודה P שממנה נזרק תחילה לאחר שניתק מעל כדור העץ בנקודה A? נמק את תשובתך.
   ד) עד לאיזה גובה מירבי מעל A עלה כדור העץ אחר שניתק ממנו גוש הפלסטלינה?

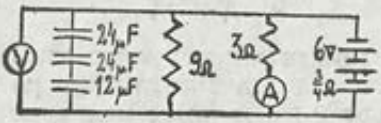
ה) חשב את סכום האנרגיות הקינטיות של גוש הפלסטלינה ושל כדור העץ.
(1) זמן קצר לפני שנדבקו זה לזה?
(2) זמן קצר אחר שניתקו זה מזה?
הסבר אם תוצאות חישובך מאשרות או סותרות את חוק שימור האנרגיה.

3. קרונית מתגלגלת ללא חיכוך על פסים ששיפועם לגבי המישור האופקי 0.1 ($\sin\alpha = 0.1$). בתוך הקרונית תלויה משקולת על חוט שקצהו העליון קשור לתיקרת הקרונית.
א) מהו כיוון החוט הנושא את המשקולת לגבי האנך (לכדור הארץ) כשהקרונית מתגלגלת ללא חיכוך בהשפעת כח הכובד בלבד?
ב) מה היה כיוון החוט נושא המשקולת לאחר שהפעילו את בלמי הקרונית בצורה כזאת שהקרונית המשיכה לרדת לאורך הפסים במהירות קבועה של 25 מ'/שנ'?
ג) מה היה כיוון החוט נושא המשקולת כאשר הפעילו את בלמי הקרונית בצורה שעצרו את הקרונית בתאוטה קבועה של 2 מ'/שנ²?
הסבר את חישוביך בעזרת שרטוטים.

4. מחוג הלבנה הוא 1750 ק"מ בקירוב ומסתה $7.4 \times 10^{22}$ ק"ג. לווין מלאכותי מקיף את הלבנה במסלול אשר מחוגו 4000 ק"מ.
א) הסבר מדוע אפשר להזניח את משיכת הלווין הנ"ל ע"י כדור הארץ אם מסתפקים בחישובים בדיוק של 1%. הנח כי מסת כדור הארץ גדולה פי 80 ממסת הלבנה והמרחק בין הלבנה לכדור הארץ הוא 400,000 ק"מ בקירוב.
ב) חשב כמה זמן דרוש ללווין על מנת להשלים הקפה אחת סביב הלבנה.
ג) חשב באיזו מהירות היה הלווין הנ"ל פוגע בפני הלבנה אילו עצרו אותו במסלולו ע"י הפעלת רקטות בלימה ואיפשרו לו ע"י כך ליפול נפילה חופשית אל הלבנה.

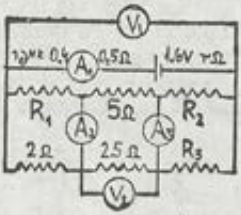
## קבוצה ב' — חשמל

5. בשרטוט המצורף התנגדות האמפרמטר נזיחה והתנגדות הוולט־מטר גדולה מאוד.
א) איזה מתח מורה הוולטמטר?
ב) איזו עוצמת זרם מורה האמפרמטר?




ג) מהו גודל המטען על כל אחד מהקבלים?
ד) מהי אנרגית הטעינה של מערכת הקבלים?

6. שני חלטמטרים זהים שהתנגדותם גדולה מאוד ושלושה אמפר־מטרים שהתנגדות כל אחד מהם 0.5 אוהם מחוברים לנגדים במעגל כמתואר בציור.




$V_1$ מורה על מתח גדול פי שניים מזה שמורה $V_2$. $A_1$ מורה על זרם של 0.4 אמפר בשעה ש־$A_2$ ו־$A_3$ מורים על עוצמת זרם אפס.

א) חשב את התנגדות הנגד $R_2$.

ב) חשב את ההתנגדות הפנימית r של מקור הזרם.

ג) חשב את כמות החום הכללית המתפתחת על ששת הנגדים של המעגל במשך שעה אחת.

7. שני פסי נחושת עבים מקבילים זה לזה, שהמרחק ביניהם 30 ס"מ, נטויים בזווית בת °30 לגבי המישור האופקי. מוט מתכת בעל קוטר אחיד שארכו 50 ס"מ, מסתו 500 גרם והתנגדותו 0.05 אוהם הונח על שני הפסים והחל להחליק עליהם כלפי מטה כשהוא נשאר תמיד במצב אופקי. שני פסי הנחושת נמרחו במשחה המקטינה עד מאוד את החיכוך, אך מוליכה היטב זרם חשמלי. אמפרמטר בעל התנגדות זניחה חובר לקצוות העליונים של שני פסי הנחושת ואלקטרומגנט גדול יצר בסביבת הפסים שדה מגנטי אחיד מכוון אנכית כלפי מעלה בעל אינדוקציה 0.4 ובר/מ"ר. הזנח את השפעות החיכוך.

א) איזו עוצמת זרם יורה האמפרמטר ברגע שמהירות ההחלקה של המוט תגיע ל־0.5 מ'/שנ'.

ב) חשב את הכחות שיפעלו על המוט באותו הרגע והראה כחות אלה בתרשים.

ג) אילו הפסים היו ארוכים למדי — עד לאיזו מהירות גבולית היתה מהירות המוט המחליק מתקרבת?

**קבוצה ג': תורת היחסות וזרם חילופין (לנבחנים אינטרנים בלבד!)**

8. מפוצצים שני חזיזים הנמצאים במרחק מסויים זה מזה. בשעת הפיצוץ נושבת רוח שעוצמתה אינה קבועה.

א) תאר ניסוי שבעזרתו ניתן לקבוע אם שני החזיזים פוצצו בו־זמנית אם לאו.

ב) האם מוטב לנצל לקביעת הבו זמניות את נצנוצי ההתפוצ־צויות, או שמא מוטב לנצל את רעמי ההתפוצציות. נמק את תשובתך.

ג) אם אדם מסויים העומד על הקרקע קבע בעזרת ניסוי מתאים כי שני החזיזים אמנם פוצצו בו־זמנית — האם יסכים

עמו אדם הנע במהירות בכיוון מקביל לישר המקשר את מקומות שני החזיזים וערך ניסוי דומה לזה שערך האדם העומד. נמק את תשובתך.

9. א) מהן שתי המשמעויות של המסה במכניקה הקלסית?

ב) הסבר מדוע ההנחה בדבר קביעותה של המסה של גוף סותרת את עקרון המהירות הגבולית בתורת היחסות.

ג) השתמש בקירובים המתימטיים הנכונים עבור מספרים x הקטנים לעומת 1:

$$\sqrt{1-x} \cong 1-\frac{1}{2}x \quad ; \quad \frac{1}{1-x} \cong 1+x$$

על מנת להוכיח כי גם בתורת היחסות, האנרגיה הקינטית של גוף בעל מסת מנוחה $m_0$ ומהירות v הקטנה לעומת מהירות האור ניתנת לחישוב מקורב בעזרת הנוסחה $\frac{1}{2}m_0v^2$.

10. מקור מתח חילופין שמתחו משתנה עם הזמן בהתאם לנוסחה $V = V_0 \sin \omega t$ מחובר לקבל לוחות שקיבולו C בעזרת חוטים חסרי השראות וחסרי התנגדות אוהמית.

א) חשב את הנוסחה המביעה את תלות עוצמת הזרם המסופק לקבל בזמן.

ב) הוכח כי ההספק הממוצע המסופק לקבל הוא אפס.

ג) הבא שתי דוגמאות מכניות בהן מופעלים כחות על גופים ובכל זאת ההספקים הממוצעים הנמסרים לגופים הם אפס.

**קבוצה ד' — גזים, חום ואופטיקה (לנבחנים אקסטרניים בלבד!)**

11. בלון חנקן (המסה המולקולרית של חנקן היא 28) הוא בעל קיבול של 25 ליטר. כאשר טמפרטורת הסביבה 27° צלזיוס מגיע לחץ החנקן בבלון ל־270 אטמוספירות.

בלון חנקן זה משמש בתור מכבה אש אוטומטי אשר משחרר את החנקן שבו כאשר הטמפרטורה בסביבת הבלון עולה על 57° צלזיוס.

א) לאיזה לחץ מכוון השסתום המשחרר את החנקן כאשר לחצו מגיע לגבול המותר?

ב) כמה מטר מעוקב תופס החנקן שהשתחרר מהבלון לאוויר החופשי כשטמפרטורת הסביבה 57° צלזיוס?

ג) חשב כמה ק"ג חנקן היו בבלון זה.

12. מרחק המוקד של העינית (אוקולר) בטלסקופ אסטרונומי המשמש לצלום ישיר הוא 5 ס"מ ומרחק המוקד של העצמית (אובייקטיב) הוא 6 מ'. לוח הצילום מותקן במרחק 30 ס"מ מן העינית (בלי שימוש בעדשות נוספות).

א) מהו המרחק בין העינית ובין העצמית בטלסקופ זה?

ב) מהי ההגדלה הזוויתית של טלסקופ זה?

ג) מהו המרחק על לוח הצילום בין שני כוכבים הנראים בזווית ראייה של 1'?

13. אור מונוכרומטי בעל אורך גל של 5500 אנגסטרם מוקרן על תא פוטואלקטרי. המהירות המירבית של האלקטרונים הנפל־טים מהפוטוקטודה הודות להקרנה זו היא $4.5 \times 10^5$ מ׳/שנ׳.
א) מהי פונקציית העבודה של מתכת הפוטוקטודה?
ב) מהו המתח הנגדי המזערי הדרוש לעצירת האלקטרונים הנ״ל?
ג) מהו אורך הגל המירבי של אור המסוגל לשחרר אלקטרונים מהפוטוקטודה הנ״ל?

## חלק שני (25 נקודות)

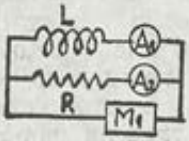
**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 6 מתוך 8 השאלות.
משך חלק זה של הבחינה שעה וחצי.
**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 מתוך 8 השאלות.
משך חלק זה של הבחינה שעה ורבע.

14. א) באיזה אמצעים ניתן להאיט את מהירות תנועתה של חללית הנעה במרחק רב מכל גרם שמימי?
ב) האם אפשר להאיט את מהירות תנועתה של חללית הנעה במרחק רב מכל גרם שמימי ע״י פרישת מצנח, כפי שנהוג לגבי מטוס פנטום בשעת נחיתה? נמק את תשובתך.

15. לווין המקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי עובר למסלול מעגלי אחר סביב כדור הארץ. האם גדל או קטן מרחק הלווין מכדור הארץ אם ידוע כי במסלול השני מהירות תנועתו קטנה יותר?

16. בידך שני גושי מתכת בצורת פרסה הצבועים בצבע זהה, וידוע לך כי אחד מהם עשוי פלדה וממוגנט, והשני עשוי נחושת, וכן בידך משקולת אלומיניום התלויה על חוט ניילון. כיצד תוכל להחליט, בעזרת המכשירים הנ״ל בלבד, איזו משתי פרסות המתכת היא המגנט?

17. מקור הזרם $M_1$ מספק זרם לסליל בעל השראות L ולנגד בעל התנגדות R המחוברים במקביל זה לזה, ואשר הזרמים העוברים דרכם נמדדים ע״י האמפרמטרים $A_1$ ו־$A_2$. כאשר הוחלף מקור הזרם $M_1$ במקור זרם אחר $M_2$ התברר כי האמפר־מטר $A_1$ מורה על עוצמת זרם גדולה יותר מאשר קודם לכן



בשעה שהאמפרמטר $A_2$ מראה בדיוק אותה עוצמת זרם כמו קודם לכן. מה תוכל לאמר על מהות מקורות הזרם $M_1$ ו־$M_2$? הצע שתי אפשרויות שונות להסבר ונמק את תשובתך.

18. גז רדון $Rn^{222}$ הוא חומר רדיואקטיבי הפולט קרינת α והופך לחומר הנקרא „רדיום A". גם חומר זה הוא רדיואקטיבי הפולט קרינת α והופך לחומר רדיואקטיבי הנקרא „רדיום B". חומר אחרון זה פולט גם קרינת β וגם קרינת γ והופך לחומר רדיו־אקטיבי הנקרא „רדיום C". קבע את המשקל האטומי ואת המספר האטומי של „רדיום C". נמק את תשובתך.

19. כשנוטפת בחורף טיפת שמן ממכונית על הכביש הרטוב, נוצרת אחר זמן מה על הכביש שכבת חומר הנוצצת בכל צבעי הקשת. הסבר תופעה זו.

20. א) מגהץ קשור לשקע בקיר בעזרת כבל חשמלי בעל 3 חוטי נחושת. הסבר לאילו נקודות בתוך המגהץ מחוברים 3 חוטים אלה במגהץ ולמה קשורים שלושת החוטים המגיעים דרך צנורות מבודדים אל השקע.
ב) הסבר מדוע לא רצוי להפעיל את המגהץ בעזרת כבל חשמלי בעל 2 חוטי נחושת בלבד.

21. סקור בקיצור תופעות המאשרות את התקצרות האורך והתארכות הזמן בהתאם לתורת היחסות הפרטית.

**תשובות:** 1. א) 12 מ׳ ב) 3600 מ׳ ג) 3000 מ׳
2. א) 1.8 ס״מ ב) 0.63 שנ׳ ד) 1.8 ס״מ
ה) (1) 0.09 ג׳אול ; (2) 0.018 ג׳אול
3. א) אנכית לפסים ב) אנכית למישור האופקי
ג) ′2°11 לגבי האנך למישור האופקי
4. ב) 1.83 שעות ג) 1782 מ׳/שנ׳
5. א) 4.5 וולט ב) 1.5 אמפר ג) 27 מיקרוקולון
ד) 607.5 ארג
6. א) 1 אוהם ב) $\frac{1}{2}$ אוהם ג) 460.8 קל״ק
7. א) 1.73 אמפר ב) כח אלקטרומגנטי 0.208 נ׳ ;
כח כובד 5 נ׳ ; כח התנגדות הפסים 4.33 נ׳
ג) 24 מ׳/שנ׳
10. א) $i = CV_0\,\omega \cos \omega t$
11. א) 297 אטמ׳ ב) 7.68 מ״ק ג) 7.67 ק״ג
12. א) 6.06 מ׳ ב) פי 100 ג) 8.73 מ״מ
13. א) $2.69\times10^{-19}$ ג׳אול ב) 1.68 וולט
ג) 11,820 אנגסטרם
15. גדול יותר 18. משקל אטומי 214 ; מספר אטומי 83

## בחינה מספר 40 (1978)

### חלק ראשון (75 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 2 שאלות מכל קבוצה ובסה"כ **על** 6 שאלות. משך חלק זה של הבחינה 3 שעות.

**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 שאלות מהקבוצות א' ו־ב' **בלבד**. משך חלק זה של הבחינה 2 שעות ו־45 דקות.

קבוצה א' — מכניקה

1. נער הדביק אבן שמסתה $\frac{1}{2}$ ק"ג לקצה מוט קל וסובב אותה במעגל אנכי שמחוגו 1.2 מטר בתדירות קבועה של 157 סיבובים לדקה. כתפו של הנער (מרכז המעגל) היה בגובה 1.5 מטר מעל מגרש הספורט האופקי עליו עמד. כאשר המוט יצר זווית בת $30^\circ$ עם האנך (ראה ציור) ניתקה האבן מעל המוט. הזנח, בפתרון בעיה זו את השפעת החיכוך.

א) מה היתה האנרגיה הקינטית של האבן בזמן שהיתה דבוקה למוט?

ב) באיזה מרחק אופקי ממרכז מעגל הסיבוב פגעה האבן במגרש הספורט?

2. בארצות הברית מוכרים צעצוע בצורת מכונית מרוץ המונעת על ידי סילון גז. מסת הגז הכלוא במיכל לחץ קטן בגוף מכונית הצעצוע הוא 500 גרם. מסת המכונית עם הגז כשמיכל הלחץ מלא הוא 1.5 ק"ג והגז נפלט מהמיכל בקצב קבוע במשך 5 שניות במהירות 20 מטר לשניה ביחס למכונית בכיוון אופקי אחורה.

א) חשב את הכח הממוצע הפועל על מכונית הצעצוע בשעה שהגז מתחיל להפלט ממיכל הגז והמכונית מתחילה לנוע על ריצפה אופקית. הזנח את השפעת החיכוך.

ב) האם מכונית הצעצוע נעה בתנועה שוות תאוצה או בתנועה אחרת (קצובה, בעלת תאוצה הולכת וגדלה, בעלת תאוצה הולכת וקטנה) כל זמן שסילון הגז נפלט?

ג) חשב את התאוצה ברגע בו נפלטת שארית הגז.

3. בטיל מחקר שנשלח מכדור הארץ ונחת נחיתה רכה על פני מאדים היו שני שעונים, אחד בעל מטוטלת קפיצית (כמו בשעון יד רגיל) ואחד בעל מטוטלת רגילה (כמו בשעון קיר גדול). שני השעונים דייקו במהלכם על פני כדור הארץ.

א) האם ידייק השעון בעל המטוטלת הקפיצית על פני המאדים או שמא יקדים או יאחר? נמק את תשובתך.

ב) כנ"ל לגבי השעון בעל המטוטלת הרגילה.

ג) הטיל הנ"ל נשלח מפני כדור הארץ אל מאדים כאשר המרחק בין הארץ ובין מאדים היה מינימלי — $7.8 \times 10^7$ ק"מ ונע כל הזמן על הישר המקשר את מרכזי הארץ ומאדים. איזו מהירות התחלתית מזערית צריך היה להקנות לטיל על מנת שיוכל להגיע מפני כדור הארץ לפני מאדים? היעזר בשיקולים אנרגטיים תוך הזנחת החיכוך והשתמש בנתונים הבאים:

מחוג כדור הארץ 6400 ק"מ; מהוג מאדים הוא 53% ממחוג כדור הארץ; מסת מאדים היא 11% ממסת כדור הארץ; תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא 10 מ'/שנ'².

הערה: שים לב שהמהירות המזערית הנ"ל חייבת להיות מספקת על מנת להביא את הטיל עד הנקודה בין הארץ ובין מאדים בה משיכת הארץ משתווה לזו של מאדים.

4. פגז חדיש של תותח שדה, היוצא מלוע התותח במהירות $v_0$, מצוייד ברקטה קטנה המקנה לו תוספת מהירות $v_1$ כאשר הפגז בשיא מסלולו. הזנח בבעיה זו את השפעת החיכוך באוויר.

א) אם הפגז הנ"ל נורה מהתותח בזווית הגבהה $\alpha$, חשב בכמה אחוזים יגדל טווח היריה על מישור אופקי לעומת טווח היריה של פגז רגיל היוצא מלוע התותח באותה מהירות $v_0$ ובאותה הגבהה $\alpha$. הבע את תשובתך בעזרת $v_0$, $v_1$ ו־$g$.

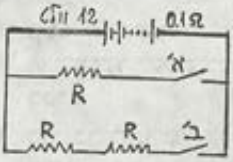
ב) חשב את זווית ההגבהה בה יושג טווח היריה המכסימלי אם $v_0 = 500$ מ'/שנ' ; $v_1 = 200$ מ'/שנ' ; $g = 10$ מ'/שנ'². היעזר בחשבון דיפרנציאלי.

ג) מהו טווח היריה המכסימלי בתנאים המוזכרים בסעיף ב' ומה היה טווח היריה המכסימלי של פגז רגיל בעל אותה מהירות לוע?

## קבוצה ב' — חשמל

5. מקצה ברז מתכת המוחזק בפוטנציאל קבוע V נופלות בזו אחר זו טיפות מים שקוטרן 3 מ"מ טעונות מטען חשמלי לתוך כלי זכוכית הלול שחללו הפנימי כדור בעל קוטר 6 ס"מ, שבראשו פתח קטן. הכלי היה תחילה ריק וברגע שנתמלא מים, סולק מתחת לברז. מי הברז מכילים מעט מלח.

א) בטא בעזרת V את פוטנציאל המים בכלי אחר שנתמלא.
ב) חשב את היחס בין אנרגית הטעינה של המים בכלי אחר שנתמלא ובין סכום אנרגיות הטעינה של הטפות שנפלו לתוך הכלי.
ג) אם היה הבדל בין סכום אנרגיות הטיפות ובין אנרגית המים בכלי אחר שנתמלא — הסבר מנין נתקבלה האנרגיה הנוספת או למי נמסרה האנרגיה העודפת שנגרעה בתהליך הנ"ל.




6. למקור מתח בעל כא"מ 12 וולט והתנגדות פנימית של 0.1 אוהם חוברו 3 נגדים שהתנגדות כל אחד מהם R בצורה המתוארת בציור. כאשר סגרו רק את המפסק א' נוצרה בנגד המחובר למפסק במשך 30 שניות כמות חום של Q קלוריות. כאשר סגרו את שני המפסקים א' ו־ב' בעת ובעונה אחת, נוצרו בשלושת הנגדים יחד במשך 30 שניות שוב Q קלוריות.
א) חשב את גודל ההתנגדות R.
ב) חשב את כמות החום Q.

7. מיתקן ליצירת זרם חשמלי בעזרת אנרגית הרוח מורכב מפרופלור המסתובב בהשפעת הרוח בתדירות של 300 סיבובים לדקה. לציר הפרופלור מוצמד סליל חוטים מוליכים המלופפים ב־5000 ליפופים מלבניים (10 ס"מ × 8 ס"מ) כך שהציר מקביל לצלעות הארוכות של המלבנים וחוצה את שטחם. הסליל הנ"ל מסתובב בשדה המגנטי של מגנט פרסה שהאינדוקציה שלו 0.006 ובר למ"ר.
חשב את המתח המושרה המירבי בקצות הסליל הנ"ל.

### קבוצה ג' (לניבחנים אינטרנים בלבד)

8. סליל מתילי מתכת בעל התנגדות אוהמית של 8 אוהם מחובר למקור מתח חילופין ולאמפרמטר בעל התנגדות זניחה. וולטמטר המחובר לקצות הסליל מורה על מתח של 20 וולט כאשר

האמפרמטר מורה על עוצמת זרם של 2 אמפר. תדירות מתח החילופין היא 60 הרץ.

א) חשב את עכבת הסליל ואת השראותו.

ב) חשב את הפרש הפזה בין המתח ובין הזרם.

ג) חשב את הספק הסליל.

9. מעגל התנודות של מכשיר רדיו מכיל קבל משתנה שקיבולו יכול להשתנות בין $2 \times 10^{-11}$ ובין $8 \times 10^{-11}$ פרד. כאשר הקבל מכוון לקיבולו המכסימלי נקלטים במעגל התנודות גלים באורך גל 600 מטר.

א) חשב את השראות הסליל במעגל התנודות.

ב) האם אפשר לקלוט במכשיר רדיו זה גלים בעלי אורך גל 250 מטר?

10. א) מהי מהירותו של אלקטרון אשר מסתו גדולה פי 3 ממסת המנוחה שלו?

ב) מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון הנ"ל באלקטרון־וולט?

השתמש בנתונים הבאים:

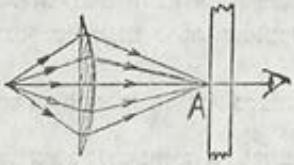
מסת המנוחה של אלקטרון $9.1 \times 10^{-31}$ ק"ג

מטען האלקטרון $1.6 \times 10^{-19}$ קולון

מהירות האור בריק $3 \times 10^{8}$ מ'/שנ'

## קבוצה ד' (לנבחנים אקסטרנים בלבד)

11. בעזרת עדשה מרכזת מרכזים כמות אור רבה בנקודה A על דופן לוח זכוכית שעוביו 2 ס"מ המצוי בחדר חשוך. מנת השבירה של הזכוכית 1.5. לצופה המתבונן בנקודה המוארת A מהעבר השני של טבלת הזכוכית, כשעינו קרובה לאנך לפני הזכוכית דרך A, נדמה כי עובי לוח הזכוכית הוא קטן מ־2 ס"מ.

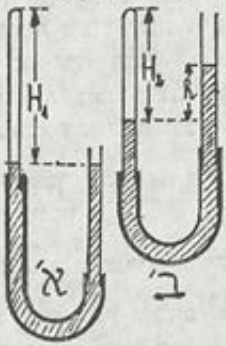



א) חשב העובי המדומה של לוח הזכוכית. השתמש בעובדה כי עבור זוויות קטנות הנמדדות ברדיאנים

$$\sin\alpha \sim \alpha \sim \tan\alpha$$

ב) כשהצופה מרחיק את עינו מהאגן ללוח הזכוכית העובר דרך A נדמה לו כי על פני הזכוכית הקרובים לעינו ישנו כתם אור עגול. חשב את הקוטר המירבי של כתם האור שרואה הצופה.

**22.** צינור זכוכית אנכי הסגור בקצהו העליון מחובר בעזרת צינור גומי לצינור זכוכית אנכי שני הפתוח בשני קצותיו. צינור הגומי והחלקים התחתונים של שני צינורות הזכוכית מכילים כספית ובצינור הסגור בקצהו העליון כלוא עמוד גז פחמן דו חמצני, שגובהו $H_1 = 18$ ס"מ בשעה שפני הכספית בשני צינורות הזכוכית מצויים באותו הגובה וכאשר טמפרטורת הסביבה 24° צלזיוס. כאשר מעלים לאט לאט את צינור הזכוכית הפתוח בשני קצותיו עד שפני הכספית בו גבוהים ב־$h = 9.5$ ס"מ מפני הכספית בצינור הזכוכית הסגור בקצהו העליון — מצטמק גובה עמוד גז הפחמן הדו־חמצני עד $H_2$. לחץ האוויר מחוץ לצינורות הוא 76 ס"מ כספית.




א) חשב את הגובה $H_2$ אחר השינוי הנ"ל אם טמפרטורת האוויר לא השתנתה.

ב) חשב את מסת הפחמן הדו חמצני הכלוא בצינור הסגור. שטח החתך של הצינור 1.5 סמ"ר, המשקל המולקולרי של פחמן דו־חמצני הוא 44, וקבוע הגזים $R = 82$ סמ"ק × אטמ' / מעלות קלוין.

ג) כאשר התחמם האוויר בסביבה עד t מעלות צלזיוס היה צורך להוריד בהדרגה את הצינור הפתוח בשני קצותיו כדי לדאוג לכך שגובה עמוד הפחמן הדו־חמצני לא יעלה על $H_1 = 18$ ס"מ ופני הכספית בצינור הפתוח ישארו כל הזמן גבוהים ב־$h = 9.5$ ס"מ מפני הכספית בצינור הסגור מצדו העליון. חשב את הטמפרטורה t.

ד) חשב את כמות החום שנקלטה בפחמן הדו־חמצני בשעת החימום הנ"ל ואת העבודה שנעבדה ע"י הגז בשעת התפשטותו אם החום הסגולי של פחמן דו חמצני בלחץ קבוע הוא $C_p = 0.92$ ג'אול/(גרם × מעלת קלוין) וצפי־פות הכספית היא 13.6 גרם/סמ"ק.

13. כאשר המתח בין הקטודה לאנודה בשפופרת רנטגן הגיע ל־12,500 וולט, נפלטו מהשפופרת קרני X בעלי אורך גל של $10^{-10}$ מטר. מטען האלקטרון הוא $1.6 \times 10^{-19}$ קולון.

א) חשב לפני נתונים אלה את הקבוע של פלנק (רשום את יחידותיו).

ב) איזה מתח דרוש על מנת ליצור קרני X בעלי אורך גל של $1.25 \times 10^{-9}$ מטר?

## חלק שני (25 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 6 מתוך 8 השאלות. משך חלק זה של הבחינה הוא שעה וחצי.

**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 מתוך 8 השאלות. משך חלק זה של הבחינה הוא שעה ורבע.

14. הסבר כיצד אפשר להסיק את חוק שימור התנע מתוך עקרונותיו (חוקיו) של ניוטון.

15. הסבר כיצד פועלת צנטריפוגה ליבוש כביסה במכונת כביסה.

16. בחדר סגור שחלונותיו מוגפים נמצאת נורה הפולטת אור לבן.

א) כשהנך מסתכל בנורה כשהנך מרכיב משקפי שמש ירוקים — נראית לך הנורה בצבע ירוק. הסבר את סיבת הדבר.

ב) כשהנך מסיר את משקפי השמש הנ"ל ומסתכל בקיר החדר — אף הוא נראה לך ירוק. הסבר מדוע הדבר כך.

17. אלומת אור שנפלטה מנורת ניאון הועברה דרך מנסרת זכוכית והופרדה לאלומות אור צבעוניות. כיצד אפשר לקבוע את אורך הגל של אחת האלומות האדומות שנתקבלו?

18. לפני הופעה משותפת של פסנתרן וכנר משמיע הפסנתרן טון מסויים והכנר בודק אם הכינור מכוון כך שהוא יוכל להשמיע אותו הטון (עד כמה שדבר זה אפשרי). במה שווים בטונים שהשמיעו הפסנתרן והכנר ובמה הם שונים?

19. לבית גדול מגיעים מרשת חברת החשמל 4 חוטים. הסבר כיצד מחובר צרכן בדירה רגילה לחוטים אלה וכיצד מחובר מנוע שלוש פאזות בבית מלאכה השוכן באותו בית לחוטים אלה?

20. אדם קיבל מכשיר גילוח חשמלי שעליו רשום 110V 50W במתנה. כיצד יוכל אותו אדם לחבר מכשיר זה לרשת בדירתו שהיא בעלת מתח של 220 וולט אם ברשותו 3 נורות המתאימות למתח של 110 וולט: אחת של 25 ווט, אחת של 50 ווט ואחת של 100 ווט, כדי שמכשיר הגילוח יפעל היטב? קבע מה יהיה הספק מכשיר הגילוח כשיפעל במעגל שהצעת?

21. א) במה שווים ובמה שונים שני חומרים שהם איזוטופים זה מזה?

ב) חומר רדיאקטיבי פלט קרינה ונתקבל חומר חדש שהוא איזובר של החומר המקורי. מהם סוגי הקרינה שנפלטו מהחומר הרדיאקטיבי?

תשובות: 1. א) 97.3 ג'אול ב) 34.5 מטר
2. א) 2 נ' ג) 2 מ'/שנ'²
3. א) ידייק ב) יפגר ג) 11.3 ק"מ/שנ'
4. א) $50v_1/(v_0 \cos\alpha)$ ב) 52°7'
ג) 32,892 מ' ; 25,000 מ'
5. א) 400V ב) 400
6. א) 0.1225 אוהם ב) 2565 קל' 7. 7.54 וולט
8. א) 10 אוהם ; 0.0159 הנרי ב) 36.87° ג) 32 ווט
9. א) 0.00127 הנרי ב) לא
10. א) $2.83\times10^8$ מ'/שנ' ; $1.024\times10^6$ אלקטרון־וולט
11. א) 1.33 ס"מ ב) 3.58 ס"מ
12. א) 16 ס"מ ב) 0.0488 גרם ג) 61.1°
ד) 1.667 ג'אול ; 0.31 ג'אול
13. $6.67\times10^{-34}$ ג'אול×שניה ב) 1000 וולט

## בחינה מספר 41 (1978)

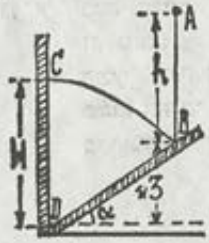
### חלק ראשון (75 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 2 שאלות מכל קבוצה ובסה"כ ענה על 6 שאלות. משך חלק זה של הבחינה 3 שעות.

**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 שאלות מהקבוצות א' ו־ב' בלבד. משך חלק זה של הבחינה 2 שעות ו־45 דקות.

#### קבוצה א' — מכניקה

1. לוח פלדה א' נטוי בזווית α ($\sin\alpha=0.6$) לגבי המישור האופקי ולוח פלדה ב' מאונך לו, כך ששני הלוחות נפגשים בנקודה D. כדור פלדה נפל נפילה חופשית אחר שנעזב בנקודה A ופגע בלוח א' בנקודה B שגובהה מעל המישור האופקי העובר דרך D הוא 3 מ'. אחר שהכדור נרתע מלוח א' בנקודה B הוא פגע בלוח ב' בנקודה C בכיוון אנכי ללוח ב' נרתע מלוח זה ופגע שוב בלוח א' ונרתע ממנו. הנח כי כל ההתנגשויות היו גמישות לחלוטין והזנח את השפעות החיכוך.




א) באיזה מקום יפגע הכדור שנית בלוח א' וכיצד ינוע אחר פגיעה זו. נמק את תשובתך.

ב) חשב את גובה הנקודה C מעל לנקודה D (חשב את H).

2. מחוג הסיבוב של הפיתולים בכביש מהיר הוא 200 מ' ומותר לנסוע בו במהירות 90 ק"מ לשעה בכל מזג אוויר. על מנת להבטיח נסיעה בטוחה גם בימי כפור בהם אין כמעט חיכוך בין צמיגי המכוניות לכביש, בנו פיתולים אלה כך שהצד החיצוני של הכביש בפיתול מוגבה לעומת הצד הפנימי, הקרוב למרכז הסיבוב.

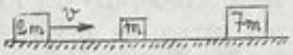
א) מה צריכה להיות זווית השיפוע לרוחב הכביש בפיתולים אלה?

ב) מה צריך היה להיות מקדם החיכוך המזערי בין צמיגי המכוניות לכביש אילו נבנו פיתולי הכביש ללא הגבהות?

ג) באיזו מהירות נסעה מכונית (לפחות) בפיתולי הכביש הנ"ל (שבו הגבהות כנ"ל) ביום גשם בו מקדם החיכוך בין

הצמיגים לכביש" היה 0.2 אם החליקה באחד הפיתולים מהכביש על אף מאמצי הנהג להשאר עליו?

3. שלושה גושי פלדה שמסותיהם 2m, m ו־7m בהתאמה מונחים בסדר זה על ישר אחד על גבי שולחן אופקי חלק. הקנו לגוש שמסתו 2m מהירות v בכיוון אל הגוש שמסתו m כך שהתנגש עמו התנגשות גמישה לחלוטין. שניה אחת אחר התנגשות זו התנגש הגוש שמסתו m בגוש שמסתו 7m ונדבק אליו כיון שהגוש האחרון היה מרוח בדבק מגע.




א) חשב את מהירות הגוש הראשון אחר ההתנגשות הראשונה ואת המהירות המשותפת של שני הגושים האחרונים אחר ההתנגשות השניה.

ב) חשב כמה זמן אחר ההתנגשות השניה התנגשו הגושים (התנגשות גמישה לחלוטין) בשלישית.

ג) חשב את ההפרש בין סכום האנרגיות הקינטיות של שלושת הגושים לפני שתי ההתנגשויות הראשונות ולאחריהן.

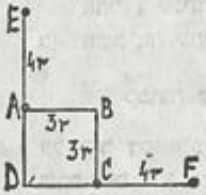
4. לווין מלאכותי של כדור הארץ שמסתו 500 ק"ג מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי במשך 100 דקות. מחוג כדור הארץ הוא 6370 ק"מ ותאוצת הנפילה על פני כדור הארץ 9.8 מ'/שנ².

א) חשב באיזה גובה מעל פני כדור הארץ נע לווין זה?

ב) איזו אנרגיה היתה דרושה להכנסת לווין למסלולו אם 80% מן האנרגיה שסופקה ללווין אבדו כתוצאה מהחיכוך באטמוספירה?

## קבוצה ב' — חשמל

5. ABCD הוא רבוע שאורך צלעו 3r מ'. E נקודה על המשך DA ו־F נקודה על המשך DC באופן שקיים 4r מ' = AE = CF. בנקודות A, C, E ו־F מטענים של 6q + קולון כל אחד.




א) חשב את עוצמת השדה בנקודה D (גודל וכיוון).

ב) חשב את הפוטנציאל החשמלי D וכן בנקודה B.

ג) חשב את העבודה הדרושה להעברת מטען ששעורו 3q מהנקודה D לנקודה B.

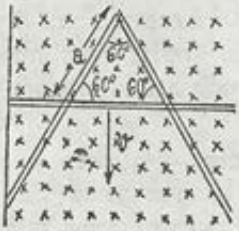
ד) כיצד תשתנינה התשובות לסעיפים א'—ג' אם בנקודות C ו־F ימצאו מטענים ששעורם (—6q) במקום מטענים של (+6q).

6. שלושה תאים בעל כא"מ של 1.5 וולט כל אחד מחוברים בטור זה לזה ולנגד שהתנגדותו 2.4 אוהם. ההתנגדויות הפנימיות של שלושת התאים הן 0.1, 0.2 ו־0.3 אוהם בהתאמה.

א) מהו הכח האלקטרומניע ומהו מתח ההדקים של הסוללת הנ"ל המורכבת משלושת התאים המחוברים זה לזה בטור, המספקת זרם לנגד הנ"ל.

ב) כאשר מחברים את שלושת התאים הנ"ל במקביל זה לזה, הם יוצרים שוב סוללה המספקת זרם לנגד הנ"ל. מהו הכח האלקטרומניע ומהו מתח ההדקים של הסוללת הזאת?

7. מוט נחושת ארוך כפוף בנקודה אחת כך ששני חלקיו יוצרים זווית בת 60° זה עם זה נתון בשדה מגנטי אחיד מאונך למישור המוט הנ"ל בעל אינדוקציה של B ובר למ"ר. מוט נחושת שני יצר בזמן $t = 0$ עם המוט הכפוף משולש שווה צלעות שאורך צלעו a מטר ונע במהירות קבועה v כך שהוא נשאר תמיד במגע עם המוט הראשון בשתי נקודות ונשאר כל הזמן מקביל למצבו בזמן $t = 0$. כל קטע שאורכו מטר של כל אחד מהמוטות הוא בעל התנגדות של ρ אוהם.




א) חשב את המתח המושרה הרגעי בשעת תנועת המוט השני אחר t שניות תנועה.

ב) חשב את עוצמת הזרם במוטות הנ"ל אחר t שניות תנועה.

## קבוצה ג' — לנבחנים אינטרניים בלבד

8. על ציר דק אנכי שמסתו זניחה מושחלים שני גלילי נחושת שבמרכזם חור דקיק למעבר הציר. מסת הגליל העליון היא

m, מחוג בסיסו R וגובהו h והוא מסוגל להסתובב סביב הציר הנ"ל כמעט ללא חיכוך. מחוג הבסיס של הגליל התחתון הוא 2R וגובהו 2h והוא דבוק לציר הנ"ל ומסתובב יחד עמו במהירות סיבובית ω בשעה שמחזיקים את הגליל העליון שאינו מסתובב. כאשר עוזבים את הגליל העליון הוא מחליק על גבי הציר כלפי מטה וירידתו נעצרת על ידי הגליל התחתון ואחר זמן קצר מאוד שני הגלילים מסתובבים יחד באותה מהירות זוויתית.

א) הבע את המהירות הזוויתית המשותפת של שני הגלילים באמצעות ω בלבד.

ב) איזה חלק של האנרגיה הסיבובית של הגליל הגדול „נעלם" אחר ההתנגשות ולמה הפך חלק זה של האנרגיה?

9. גליל וכדור בעלי מסה שווה m ומחוג שווה R מתחילים להתגלגל (בלי החלקה) מראש מדרון שאורכו l ושיפועו α בעת ובעונה אחת. הזנח את חיכוך הגלילה.

א) איזה גוף מגיע לקצה המדרון במהירות גדולה יותר ומהו יחס מהירויות אלה?

ב) חשב בכמה שניות מאחר הגוף האטי להגיע לקצה המדרון לעומת הגוף המהיר.

10. מקור מתח חליפין שתדירותו 60 הרץ ומתחו האפקטיבי 240 וולט מספק זרם לנגד שהתנגדותו 100 אוהם. לסליל בעל השראות 0.5 הנרי ולקבל שקיבולו 10 מיקרופרד שכולם מחוברים בטור זה לזה.

א) חשב את עוצמת הזרם האפקטיבית במעגל זה.

ב) חשב את הפרש המופע בין המתח ובין הזרם במעגל זה.

ג) חשב את המתח האפקטיבי על כל אחד מהמכשירים הנ"ל.

## קבוצה ד' — לנבחנים אקסטרנים בלבד

11. בסיר ששטח תחתיתו 400 סמ"ר צפה קופסת פח קטנה שנפחה 8 סמ"ק כך שהיא שקועה עד מחציתה במים שבסיר. פני המים בסיר מגיעים לגובה 10 ס"מ. לאחר ימים אחדים חדרו מים לתוך הקופסה והיא שקעה לתחתית הסיר ונתמלאה כולה

במים. האם עלו או ירדו פני המים בסיר אחר שהקופסה שקעה לעומת פני המים בשעה שהקופסה עדיין צפה על פני המים. נמק את תשובתך. הנח כי הקופסה עשויה פח דק מאוד בעל משקל סגולי גבוה לגבי המים.

12. מיכל פלדה שנפחו 40 ליטר ניתן לסגירה הרמטית בעזרת ברז. פתחו את הברז באוויר בלחץ של אטמוספירה אחת בטמפרטורה של 27 צלזיוס ואחר כך השקיעו את המיכל כשהברז סגור במי אגם בעומק 10 מטרים במקום בו טמפרטורת המים 12° צליוס כשפתח הברז בתחתית המיכל ופונה כלפי מטה. כמה ליטר מים חדרו לתוך המיכל כאשר פתחו את הברז לזמן מה?

13. אדם רחק ראיה מסוגל לראות היטב רק עצמים המרוחקים לפחות 2 מ' מעיניו.

א) מה צריך להיות מספר הדיופטריות של עדשות משקפיו של אותו אדם על מנת שיוכל לקרוא ספר המונח במרחק 25 ס"מ מעיניו.

ב) עד איזה מרחק יוכל לראות היטב אם ירכיב משקפים שעדשותיהן בנות 2.5 דיואפטריות?

## חלק שני (25 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות ליטוד:** ענה על 6 מתוך 8 השאלות. משך הבחינה $1\frac{1}{2}$ שעות.

**לנבחנים ב־4 יחידות ליטוד:** ענה על 5 מתוך 8 השאלות. משך הבחינה $1\frac{1}{2}$ שעות.

14. אדם העומד בסירה באגם זורק קצה חבל לחברו העומד על שפת האגם ושניהם מושכים בחבל עד שהסירה מגיעה לחוף. אם שני האנשים מפעילים כוחות שווים על החבל? כיצד מתי־שבת תשובתך עם עקרונות ניוטון?

15. כדור רגל מונח על הארץ ואדם בועט בו בנקודה נמוכה יותר ממרכז הכדור בכיוון אופקי. תאר את תחילת תנועת הכדור בהשפעת הבעיטה הזאת.

16. לווין מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי במישור המכיל גם את קו המשווה. שני צופים, אחד על פני כדור הארץ ואחד על כוכב שבת, מודדים את זמן המחזור של הלווין. האם יגיעו למסקנות זהות? נמק את תשובתך.

17. הסבר מדוע מרבים כיום להשתמש בזרם חילופין במקום בזרם ישר ברשתות החשמל הארציות. הסבר במיחד את יתרונו של זרם תלת־מופעי.

18. תאר כיצד מפרידים אורניום 235 מתוך אורניום טבעי.

19. הסבר כיצד ניתן למדוד אורך גל של אור מונוכרומטי.

20. הסבר כיצד אפשר להסיק מניסויו של רתרפורד כי נפח גרעין האטום קטן מאוד לעומת נפח האטום כולו.

21. הסבר כיצד נוצרת דמות של עצם העומד לפני מראה כדורית קעורה. ציין את סוג הדמות המתקבלת ואת מידת ההגדלה בכל מקרה מן המקרים האפשריים.

תשובות: 1. א) יפגע בנקודה B ויעלה חזרה ל־A
ב) 5 מ'
2. א) 17°21' ב) 0.3125
ג) 33.07 מ'/שנ'=119 ק"מ/שעה
3. א) $\frac{1}{2}v$ ; $\frac{1}{2}v$ ב) 8 שנ' ג) $7mv^2/9$
4. א) 761 ק"מ ב) $8.63\times10^{10}$ ג'אול
5. א) $10^{10}q/r^2$ ניוטון בכיוון מ־B ל־D
ב) $5.143\times10^{10}\ q/r$ וולט : $5.76\times10^{10}q/r$ וולט
ג) $1.851\times10^{10}q^2/r$ ג'אול
ד) (א) הכיוון ישתנה: מ־A ל־C (ב) 0 ; 0 (ג) 0
6. א) 4.5 וולט ; 3.6 וולט ב) 1.5 וולט ; 1.467 וולט
7. א) $2Bv(\frac{1}{2}a\sqrt{3}+vt)/\sqrt{3}$ וולט
ב) $Bv/(3\varrho)$ אמפר
8. א) $32\omega/33$ ב) $1/33$
9. א) הכדור, פי 1.035 ב) $0.02941/\sqrt{gh}$
10. א) 1.904 אמפר ב) 37.5°
ג) 190.4 וולט ; 358.9 וולט ; 505.1 וולט
11. פני המים ירדו. 12. 21 ליטר
13. א) 3.5 דיאופטריות ב) 33.33 ס"מ

## בחינה מספר 42 (1979)

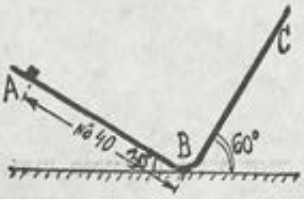
### חלק ראשון (75 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד:** ענה על 2 שאלות מכל קבוצה ובסה"כ ענה על 6 שאלות. משך חלק זה של הבחינה 3 שעות.

**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד:** ענה על 5 שאלות מהקבוצות א' ו־ב' בלבד. משך חלק זה של הבחינה 2 שעות ו־45 דקות.

#### קבוצה א' — מכניקה

1. שני מישורים משופעים AB ו־BC מחוברים בקצותיהם התחתונים על ידי מסילה מעגלית קטנה מאוד. זווית השיפוע של המישור AB לגבי המישור האופקי היא 30° וזווית השיפוע של המישור BC לגבי המישור האופקי היא 60°. גוף קטן הונח על המישור המשופע AB בנקודה המרוחקת 40 ס"מ




מ־B והחל להחליק כלפי B ואח"כ לעלות לאורך המישור BC, לרדת חזרה ל־B על CB ולעלות לאורך BA וחוזר חלילה.

א) חשב את המהירויות בהן יעבור הגוף בנקודה B בפעם הראשונה ובפעם השניה בהנחה כי החיכוך בין הגוף למישורים המשופעים הוא זניח.

ב) מהו זמן המחזור של התנועה המחזורית שהגוף מבצע?

ג) חשב את המהירות בה יעבור הגוף בפעם הראשונה בנקודה B אם החיכוך בין הגוף למישור המשופע AB אינו זניח אלא בעל מקדם 0.2.

2. עגלה ובה ילד ושני כדורים כבדים נעה על גבי פסים אופקיים ללא חיכוך במהירות 3 מ'/שנ'. מסת כל אחד מהכדורים 10 ק"ג ומסת העגלה (עם כל אשר בה) 80 ק"ג.

א) מה היתה מהירות העגלה אחר שהילד הדף את שני הכדורים בעת ובעונה אחת בכיוון נגדי לכיוון תנועת העגלה כך שיתרחקו מהעגלה במהירות אופקית של 8 מ'/שנ' (יחסית לעגלה)?

ב) מה היתה מהירות העגלה אילו הדף הילד את שני הכדורים בעת ובעונה אחת בכיוון תנועת העגלה כך שיתרחקו מהעגלה במהירות אופקית של 8 מ/שנ' (יחסית לעגלה)?

3. לווין שמסתו 500 ק"ג הועלה על ידי טיל שמסתו (בלי הלווין) 2500 ק"ג אנכית לפני כדור הארץ עד לגובה השווה למחצית מחוג כדור הארץ (מעל פני הארץ). אחר שהטיל עם הלווין הגיע לגובה הנ"ל (כשמהירותו אפס) הופעל מנוע הטיל שנית על מנת להקנות ללווין (יחד עם הטיל) את המהירות הדרושה להקפת כדור הארץ במסלול מעגלי שגובהו הקבוע מעל פני כדור הארץ שווה למחצית מחוג כדור הארץ. הזנח את החיכוך באוויר והנח כי מנוע הטיל הופעל תחילה לזמן קצר מאוד בתחילת ההמראה ואז נפלטו מתוכו 1500 ק"ג דלק שרוף, ואחר כך שוב לזמן קצר מאוד, במסלול בהקפה ואז נפלטו מתוכו 750 ק"ג דלק. כמו כן הנח כי מחוג כדור הארץ הוא 6400 ק"מ ותאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ היא 10 מ/שנ².

א) איזו עבודה נעבדה על ידי מנוע הטיל בשלב פעולתו הראשון?

ב) איזו עבודה נעבדה על ידי מנוע הטיל בשלב פעולתו השני?

ג) מה מחיר האנרגיה הכוללת שסופקה על ידי מנוע הטיל ללווין ולטיל הצמוד אליו, אם מחיר כל קו"ש של אנרגיה מופקת מחומר הדלק הוא 1.5 ל"י ונצילות מנוע הטיל 25%?

4. כאשר תלו על קפיץ, שמסתו זניחה, משקולת שמסתה 200 גרם, התארך הקפיץ ב־2.5 ס"מ. אח"כ הרימו את המשקולת הנ"ל ב־2.5 ס"מ (כך שהקפיץ שוב לא היה מתוח) ועזבו אותה, כך שהמשקולת החלה להתנודד.

א) רשום את הפונקציה המביעה את תלות העתק המשקולת ממקומה בראשית התנודות, בזמן התנועה.

ב) חשב את גודל מהירות המשקולת כאשר ההעתק 3 ס"מ.

ג) חשב את גודל תאוצת המשקולת ואת כיוונה, כאשר ההעתק 3 ס"מ.

## קבוצה ב' — תורת החשמל

5. קבל שקיבולו 0.2 מיקרופרד חובר למקור מתח בעל כא"מ

של 12 וולט. חשב את השינוי במתח ובמטען של הקבל הנ"ל בכל אחד מהמקרים הבאים

א) הקבל הנ"ל חובר בטור לקבל נוסף שקיבולו 0.1 מיקרופרד ומערכת זו חוברה למקור המתח הנ"ל.

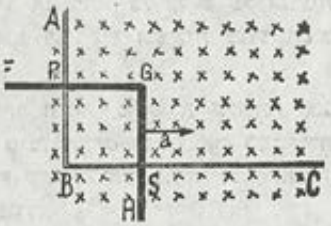
ב) הקבל הנ"ל, שלא נותק ממקור המתח הנ"ל חובר במקביל לקבל הנוסף הנ"ל.

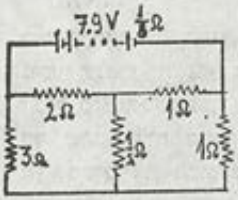
ג) הקבל הנ"ל נותק ממקור המתח וקטביו חוברו לקטבים של הקבל הנוסף שלא היה טעון תחילה.

6. תיל ארוך ABC מכופף בזווית ישרה בנקודה B נמצא בשדה מגנטי אחיד בעל אינדוקציה 0.5 ובר/מ"ר המאונך למישור התיל ABC. תיל ארוך שני, FGH שאף הוא כפוף בזווית ישרה בנקודה G נמצא במישור ABC ונוגע בתיל הקודם בנקודות P ו־S כך ש־BPGS ריבוע שצלעו 10 ס"מ. מושכים את התיל השני כך שהוא מתחיל לנוע בתאוצה קבועה $a = 0.1$ מ'/שני בתוך המישור ABC כשכיוון התאוצה זהה לכיוון BC.

א) הבע את המתח המושרה במערכת שני התילים הנ"ל כפונקציה של זמן תנועת התיל השני.

ב) חשב את עוצמת הזרם הרגעית במעגל הזרם הנוצר 4 שניות אחר התחלת התנועה, אם לשני התילים הנ"ל התנגדות של 0.2 אוהם לכל מטר תיל.



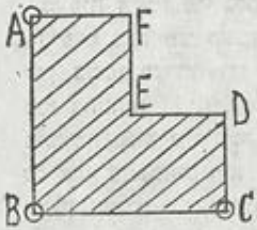




7. מקור זרם בעל כא"מ של 7.9 וולט והתנגדות פנימית של $\frac{1}{3}$ אוהם מספק זרם לרשת הנגדים המצויירת. חשב את עוצמת הזרם הזורמת בנגד שהתנגדותו $\frac{1}{2}$ אוהם.

**קבוצה ג' — מכניקה של גוף קשיח, זרם חילופין (לנבחנים אינטרנים)**

8. שולחן בפינת ישיבה מורכב מלוח זכוכית שמסתו 30 ק"ג שצורתו

כמתואר בציור (כל זוויות הציור ישרות; $AB = BC =$ 1.20 מ׳; $CD = DE = EF = FA =$ 0.60 מ׳) ומשולש רגלים כך שהלוח מונח עליהן בנקודות A, B ו־C.




א) מצא את מרכז הכובד של לוח הזכוכית בדרך גרפית.

ב) חשב את הכח שמפעיל הלוח על הרגל A.

ג) האם יתכן כי לוח הזכוכית יתהפך על ידי הנחת חפץ כבד עליו בנקודה E? הנח כי לוח הזכוכית לא ישבר. נמק את תשובתך.

9. למוט אלומיניום קל שמסתו זניחה מולחמת מצידו האחד משקולת שמסתה 15 ק״ג ומצידו השני ציר של גלגל אופנים שמסתו 5 ק״ג וקוטרו $\frac{1}{2}$ מטר (כך שציר הגלגל בהמשך המוט). באמצע המוט קידוח אנכי חו־וטי בחלקו התחתון של המוט, כך שהמוט יכול להסתובב במישור אופקי כשהוא מונח על חוד אנכי. אורך המוט ? מ׳.
החזיקו במוט כשהוא מונח על החוד במצב אופקי והניעו את גלגל האופנים כך שהחל להסתובב סביב צירו בתדירות של 5 סיבובים בשניה.

א) איזו תנועה יבצע המוט כאשר ירפו ממנו? תאר את התנועה ובאר את סיבת הווצרותה.

ב) חשב את תדירות תנועת הנקיפה (פרצסיה) הנוצרת. הנח כי כל מסת גלגל האופנים מרוכזת בהיקף הגלגל.

10. אלקטרומגנט חובר לרשת זרם חילופין בעל מתח אפקטיבי של 220 וולט ותדירות 50 הרץ. עוצמת הזרם האפקטיבית שזרמה דרך ליפופי האלקטרומגנט היתה 7 אמפר. מד הספק (וואט־מטר) הראה כי ההספק שנצרך היה 1 ק״ו.

א) חשב את הפרש המופע בין המתח ובין הזרם.

ב) חשב את ההתנגדות האוהמית ואת ההשראות של סליל האלקטרומגנט.

## קבוצה ג׳ (לנבחנים אקסטרניים)

11. בצינור גלילי אנכי הסגור מצדו התחתון עמוד שמן שגובהו 40 ס״מ (צפיפות השמן 0.9 גרם לסמ״ק). 10 ס״מ מעל פני השמן יש פתח קטן בדופן הצינור וכן מצוי פתח כזה בתחתית הצינור. אך הפתח בתחתית סגור ע״י פקק. הקוטר של כל אחד מהפתחים הוא $\frac{1}{2}$ ס״מ. בחלק העליון של הצינור בוכנה המתאימה היטב לדפנות הצינור שאפשר להניעה כלפי מטה.
לחץ האוויר מחוץ לצינור הוא 1 אטמוספירה.
כאשר הניעו את הבוכנה באיטיות כלפי מטה נדחק הפקק מתוך הפתח התחתון בדיוק כאשר הבוכנה הגיעה למרחק 2 ס״מ מפני השמן.

א) מה היו הלחצים שפעלו בתוך הצינור על הבוכנה ועל הפקק ברגע שהפקק נדחק מתוך הפתח התחתון?

ב) מה היה גדול הכח שפעל על הפקק והוציאו מתוך הפתח?

12. במיכל פלדת אלחלד שנפחו 50 ליטר היה גז כלור בטמפרטורת של 20° צלזיוס ובלחץ 200 אטמוספירות. המיכל מסוגל לעמוד בפני לחץ של 250 אטמוספירות.

א) עד לאיזו טמפרטורה מותר לחמם את הגז במיכל מבלי לסכן את שלמות המיכל? הנח כי נפח המיכל אינו משתנה בצורה ניכרת.

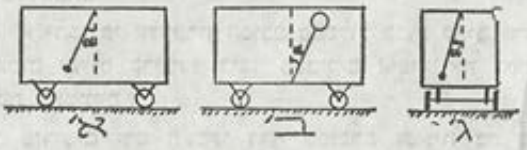
ב) חשב את מסת הכלור במיכל אם צפיפות הכלור בתנאים נורמליים היא 3.17 גרם לליטר.

13. מימדי החלק המודפס של עמוד בספר הם 10 ס״מ × 15 ס״מ. נורה שעוצמת האור שלה 60 נרות נמצאת במרחק 1.5 מטר מהספר ואור הנורה פוגע בעמוד כך שהוא יוצר זווית בת 37° עם מישור העמוד. חשב את עוצמת ההארה על עמוד הספר בלוקסים (1 לוקס = 1 נר למ״ר).

## חלק שני (25 נקודות)

**לנבחנים ב־5 יחידות לימוד — יש להשיב על שש משמונה השאלות.**
**משך הבחינה שעה ומחצית השעה.**
**לנבחנים ב־4 יחידות לימוד — יש להשיב על חמש משמונה השאלות.**
**משך הבחינה שעה ורבע.**

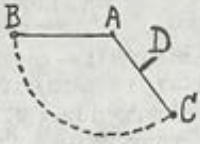
14. קרון נע על פסים אופקיים. מהו טיב תנועת הקרון (תנועת קצובה ימינה או שמאלה, תנועה מואצת ימינה או שמאלה, תנועה מואטת ימינה או שמאלה, תנועה במעגל הפונה יימנה או שמאלה מאיתנו וכו׳) אם אדם מבחין




במקרה א׳ — כי מטוטלת התלויה מתיקרת הקרון נוטה בזווית קבועה α שמאלה.
במקרה ב׳ — כי כדור פורח קשור בחוט לריצפת הקרון נוטה בזווית קבועה α ימינה.
במקרה ג׳ — כי מטוטלת התלויה מתיקרת הקרון נוטה בזווית קבועה α בכיוון אל הדופן השמאלית של הקרון.

15. כדור רגל היה מונח על הכביש לפני שבעטו בו בנקודה הנמצאת בגובה מרכז הכדור, אך מעט שמאלה מהמרכז. תאר את תנועת הכדור מייד אחר הבעיטה. נמק את תשובתך.

16. מטוטלת מתימטית שאורכה l קשורה לנקודה קבועה A. תחילה החזיקו את המשקולת B של המטוטלת כך שחוט המטוטלת




AB אופקי ומתוח ואח״כ עזבו את המשקולת. כשהגיעה משקולת המטוטלת לנקודה C (ראה ציור) נחתך חוט המטוטלת ע״י סכין גילוח D. האם תעלה משקולת המטוטלת, אחר שהחוט נחתך, עד לגובה השווה לגובה הנקודה A? נמק את תשובתך.

17. מנוע שריפה פנימית בעל הספק קבוע מפעיל גנרטור המספק זרם ל־4 משאבות מים המותקנות בבארות בסביבה. תחילת פעלו 3 משאבות בלבד ואח"כ הפעילו גם את המשאבה הרביעית. כיצד השפיע חיבור המשאבה הרביעית לרשת החשמל של הגנרטור על א) מספר סיבובי הגנרטור בדקה. ב) פעולת 3 המשאבות הראשונות?

18. כיצד אפשר לקבל על מסך לבן א) תחזית (ספקטרום) רציפה ב) תחזית קווים ג) תחזית פסים ד) תחזית בליעה?

19. תאר ניסוי (ניסויים) לקביעת מספר האטומים בגרם־אטום של יסוד כל שהוא.

20. מדוע לא יתכן כי אלקטרון הסובב במסלול קבוע סביב גרעינו של אטום יפלוט קרינה? כיצד מסבירים איפוא את הקרינה הנפלטת מאטומים?

21. כאשר מזרימים זרם חשמלי דרך שפופרת זכוכית בה מצוי גז בלחץ נמוך, בעזרת שתי אלקטרודות החודרות דרך הזכוכית לחלל השפופרת — עולה עוצמת הזרם ככל שעולה המתח בין האלקטרודות, אך כאשר המתח מגיע לרמה מסויימת — יש ירידה פתאומית בעוצמת הזרם. הסבר תופעה זו.

**תשובות:** 1. א) 2 מ'/שנ' ; 2 מ'/שנ' ב) 1.26 שנ'
ג) 1.617 מ'/שנ'
2. א) 5 מ'/שנ' ב) 1 מ'/שנ'
3. א) $3.2\times10^{10}$ ג'אול
ב) $1.6\times10^{10}$ ג'אול
ג) 80,000 ל"י
4. א) $x = 0.025\ (1 - \cos 20t)$ מ'
ב) 0.49 מ'/שנ' ג) 2— מ'/שנ'
5. א) 8 וולט ; 1.6 מיקרוקולון ב) 0 וולט ; 0 קולון
ג) 4 וולט ; 0.8 מיקרוקולון
6. א) 0.005t ב) 0.05 אמפר 7. 0.32 אמפר
8. ב) 12.5 קג"כ ג) לא 9. ב) 1.62 סיבובים לשניה
10. א) 0.864 רד' ב) 20.41 אוהם ; 76 מיליהנרי
11. א) 5 אטמ' ; 5.036 אטמ' ב) 0.99 קג"כ
12. א) 93.25° ב) 29.54 ק"ג 13. 16 לוקס

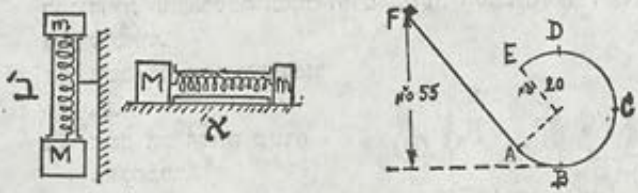
## בחינה מספר 43 (1979)

### חלק ראשון (50 נקודות)

**ענה על ארבע שאלות מתוך שבע השאלות 1—7:**

1. בניסוי ירו פגז תותח שמסתו 3 ק"ג אל לוח מתכת שעוביו 5 ס"מ. הפגז פגע בלוח בכיוון מאונך לפניו כשמהירותו 1200 מ'/שנ', חדר דרך הלוח ויצא מהעבר השני כשמהירותו 800 מ'/שנ'. הנח כי הכח שפעל על הפגז כשעבר דרך הלוח היה בעל שעור קבוע.
   א) חשב את תאוצת הפגז בתוך לוח המתכת.
   ב) חשב את הכח שפעל על הפגז בתוך לוח המתכת.
   ג) חשב את האנרגיה המכנית שאבדה לפגז תוך כדי מעברו בלוח המתכת.
   ד) חשב את הזמן שהיה דרוש לפגז על מנת לעבור דרך לוח המתכת.

2. מסלול חסר חיכוך בנוי מחלק ABCDE שצורתו $\frac{1}{4}$ של מעגל בעל מחוג 20 ס"מ, ומחלק AF שצורתו ישר המשיק למעגל הנ"ל בנקודה A. גוף קטן שמסתו 10 גרם הונח על המסילה בנקודה F שגובהה מעל לנקודה הנמוכה ביותר, B, של המעגל הוא 55 ס"מ, והחל להחליף כלפי מטה בכיוון אל A.
   א) האם יגיע הגוף לנקודה הגבוהה ביותר של המסילה המעגלית (הנקודה D). נמק את תשובתך וחשב את מהירות הגוף בנקודה D אם אמנם יגיע לשם.
   ב) איזה כח יפעל על הגוף ברגע שיעבור בנקודה C הנמצאת בגובה מרכז המסילה המעגלית? מצא את שיעור הכח ואת כיוונו.




3. שני גופים שמסותיהם m ו־M מחוברים זה לזה ע"י קפיץ שאינו מתוח הנמצא בתוך צינור מתכת. בצינור נמצאת כמות קטנה של חומר נפץ שאפשר לפוצצו ע"י קירוב גפרור לחור בדופן הצינור.

האם ניתן להשתמש בחוק שימור התנע לשם חישוב מהירויות המסות אחר t שניות.

א) כאשר שתי המסות מונחות על שולחן אפקי חסר חיכוך לפני פיצוץ חומר הנפץ.

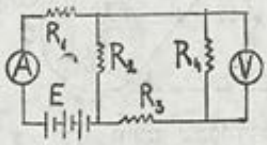
ב) כאשר הצינור מוחזק בצורה אנכית ע"י מוט קבוע בקיר, המסה m מונחת על הצינור והמסה M מוחזקת תחילה ליד פתחו התחתון של הצינור ואח"כ נעזבת.

ג) במקרה המתואר בסעיף (א') היתה מהירות המסה m מיד אחר הפיצוץ שווה ל־v. חשב (1) את מהירות המסה M מיד אחר הפיצוץ (2) את מהירות המסה M ברגע בו המסה m נעצרת לראשונה בגלל פעולת הקפיץ (עצירה רגעית).

4. אחד הירחים של מאדים מקיף את מאדים במשך 58 יממות, הירח של כדור הארץ מקיף את הארץ במשך 27 יממות. מסלול הירח של מאדים הוא בעל מחוג הקטן ב־20% ממחוג המסלול של הירח המקיף את כדור הארץ. חשב על פי נתונים אלה בלבד את היחס בין מסת המאדים ומסת כדור הארץ.

5. וולטמטר אלקטרוסטטי טעון חובר על ידי תיל דק מאוד לכדור מתכת על כן מבודד. הכדור שמחוגו 9 ס"מ היה לפני החיבור מחוסר מטען חשמלי ואז הראה הוולטמטר שהפוטנציאל עליו 1800 וולט. אחר חיבורו אל הכדור הראה הוולטמטר כי הפוטנציאל עליו 1200 וולט בלבד. חשב את קיבול הוולטמטר האלקטרוסטטי.

6. במעגל הזרם המשורטט מקור הזרם הוא בעל כא"מ 6 וולט = E והאמפרמטר A מורה על עוצמת זרם של 1.5 אמפר. הנגדים $R_1$, $R_2$, $R_3$ הם בעלי התנגדויות של 3, 5, $\frac{1}{2}$ אוהם בהתאמה. התנגדויות האמפרמטר ומקור הזרם זניחות והתנגדות הוולטמטר גדולה מאוד.




א) חשב את התנגדות הנגד $R_4$.

ב) חשב את המתח שיורה הוולטמטר.

ג) חשב את המתח שיורה הוולטמטר כשיחליפו את הנגד $R_4$ בקבל בעל קיבול של 1 מיקרופרד (אחר שמחוג הוולטמטר יתיצב ויורה על מתח קבוע).

7. בתחנת כח חשמלית מייצרים הגנרטורים זרם חילופין במתח של 250 וולט ובהספק של 50,000 ק"ו. שנאי בתחנת הכח מעלה את המתח ל־125,000 וולט והזרם במתח הגבוה מובל בחוטים בעלי התנגדות כוללת של 20 אוהם עד לשנאי שני במבואות עיר, המוריד את המתח מ־125,000 וולט ל־250 וולט, לשם סיפוק זרם לתושבי העיר. הנח כי אין הפסדי אנרגיה חשמלית בשני השנאים הנ"ל.

א) מהי עוצמת הזרם בקו המתח הגבוה?

ב) מהו יחס מספרי הליפופים בשני הסלילים של השנאי בתחנת הכח?

ג) איזה אחוז מהאנרגיה המיוצרת בתחנת הכח אובדת בשעת ההעברה בקו המתח הגבוה?

## חלק שני (25 נקודות)

ענה על חמש מתוך שמונה השאלות 8—15:

8. א) נסח את העקרון השני של ניוטון.

ב) היעזר בעקרון הנ"ל ובעובדה כי כל הגופים נופלים על פני כדור הארץ בריק באותה תאוצה, על מנת להראות כי כוח הכובד הפועל על גוף פרופורציוני למסתו.

9. קרונית חסרת גג נוסעת בתנועה שוות תאוצה בעלת תאוצה a על פסים אופקיים וישרים. כאשר הקרונית מתחילה לנסוע, היא נמצאת מתחת לגשר ובאותו רגע מתחיל כדור להתגלגל בתוך הקרונית בכיוון מאונך לכיוון הפסים. הסבר בעזרת שרטוטים כיצד נראית תנועת הכדור לצופה העומד על הגשר. אם תנועת הכדור ביחס לקרונית היא

א) תנועה קצובה במהירות v.

ב) תנועה שוות תאוצה בתאוצה b.

10. באילו מן המקרים המתוארים להלן שווה שקול הכוחות הפועלים על הגוף הנזכר בבעיה לאפס?

א) טיל העולה בתאוצה כלפי מעלה.

ב) אסטרונאוט השוכב בתא הצמוד לטיל העולה בתאוצה כלפי מעלה.

ג) טיל המסתובב במסלול עגול סביב כדור הארץ.

ד) אסטרונאוט העומד בתוך מעבדת חלל המסתובבת במסלול מעגלי סביב כדור הארץ.

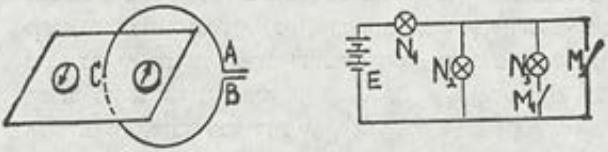
ד) טיל המפעיל רקטות בלימה ויורד בתנועה קצובה אנכית לפני כדור הארץ.

11. מיתר AB של כינור הורעד ומתנודד בתחום המקווקו המתואר בציור כשהוא משמיע טון מסויים. שרטט, באותו קנה מידה, כיצד יראה תחום התנודה של המיתר הנ"ל כאשר

א) ישמיע אותו הטון בעוצמה חזקה יותר.
ב) ישמיע טון גבוה יותר באותה העוצמה כמו הטון הקודם.
ג) ישמיע טון גבוה יותר בעוצמה גמוכה יותר מאשר הטון הקודם.

12. ברשת החשמלית המתוארת בציור שלוש נורות זהות $N_1$, $N_2$, $N_3$ ושני מפסקים $M_1$, $M_2$. התנגדויות המוליכים המחברים את הנורות ואת המפסקים למקור הזרם זניחות. נמק את תשובותיך לשאלות הבאות:

א) האם הנורות $N_1$ ו־$N_2$ מאירות בעוצמת אור שווה במצב המתואר בציור?
ב) כיצד תשתנה עוצמת האור של שתי הנורות $N_1$ ו־$N_2$ כאשר יסגרו את המפסק $M_1$?
ג) כיצד תשתנה עוצמת האור של שתי הנורות $N_1$ ו־$N_2$ כאשר יסגרו גם את המפסק $M_2$?




13. על לוח קרטון אופקי מונחים שני מצפנים קטנים. תיל מוליך מעגלי BCA חודר בנקודה C דרך לוח הקרטון בכיוון מאונך ללוח. מחטי המצפנים עומדים במצבים המתוארים בציור. קבע באיזה מארבעת המשפטים הבאים הוא נכון.

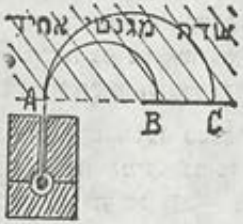
א) זרם אלקטרונים עובר בחוט המוליך מ־A אל B.
ב) זרם אלקטרונים עובר בחוש המוליך מ־B אל A.
ג) אין כלל זרם אלקטרונים בחוט המוליך.
ד) חשדה המגנטי הארצי במקום הניסוי גובר על השדה האלקטרומגנטי הנוצר ע"י הזרם בתיל המוליך.

14. מקור חלקיקים פולט פרוטונים, דדויטרונים וחלקיקי α המסוגלים להגיע לשדה מגנטי אחיד בנקודה A רק ע"י כך שהם עוברים בקידוח דקיק בגוש עופרת. אחר עוברם בשדה המגנטי הם פוגעים בלוח צילום בשתי נקודות, B ו־C. איזה חלקיקים פוגעים בנקודה B אם

א) כל החלקיקים בעלי מהירות שווה v בשעת כניסתם לשדה המגנטי.

ב) כל החלקיקים בעלי אנרגיה שווה E בשעת כניסתם לשדה המגנטי.

הנח כי מהירויות החלקיקים קטנות ביחס למהירות האור.




15. בבית חרושת כימי בודקים את הריכוז של תמיסת מלח של מתכת כבדה הזורמת בתוך צינור פלסטי מחלק אחד של מיתקן הייצור לחלק שני בו בעזרת חומר רדיואקטיבי הנתון במיכל עופרת ומגלה קרינה. הסבר כיצד פועל מודד ריכוזים זה.

## חלק שלישי (25 נקודות)

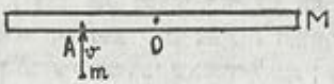
**ענה** על שתים מתוך שאלות חלק זה.

16. כדור עופרת מלא וגליל עופרת מלא בעלי מסה שווה ומחוג שווה הונחו על גבי מישור משופע בעל זווית שיפוע α בזה אחר זה. באותה נקודה ונעזבו. חשב את היחס בין

א) תאוצות מרכזי שני הגופים.

ב) זמני הירידה של שני הגופים עד קצה המישור המשופע.

17. מוט עץ שמסתו M, אורכו L, ועוביו זניח, יכול להסתובב במישור אופקי סביב ציר אנכי העובר דרך מרכזו. יורים כדור



של רובה אוויר שמסתו m כך שיפגע במוט הנח במהירות אופקית v המאונכת למוט. נקודת הפגיעה A בה נתקע הכדור במוט העץ מרוחקת $\frac{1}{4}L$ ממרכז המוט O. חשב את המהירות הסיבובית בה יסתובב המוט אחר הפגיעה ברגע שהמוט ישלים $\frac{1}{4}$ מסיבוב שלם. הזנח את השפעות החיכוך. נסח את חוקי השימור בהם השתמשת בפתרון הבעיה ונמק את השימוש בחוקים אלה בכל שלב של הפתרון.

18. א) גז חמצן במיכל פלדה סגור חומם מ־27° צלזיוס עד 195.75° צלזיוס. פי כמה גדלה המהירות הממוצעת של מולקולות החמצן?

ב) האוויר בחדר מורכב בעיקר מחמצן ומחנקן (מסות אטומיות 16 ו־14 בהתאמה, ובכל פרודת גז שני אטומים). מהו היחס בין המהירויות הממוצעות של אטומי החמצן והחנקן?

19. במיכל שנפחו 10 ליטר נמצאים 500 גרם חמצן בטמפרטורה של 47° צלזיוס ובלחץ $4.1 \times 10^6$ ניוטון למ"ר. במיכל אחר שנפחו 15 ליטר נמצא גז חנקן בטמפרטורה של 23°— צלזיוס ובלחץ של $2.05 \times 10^6$ ניוטון לס"ר.

א) כמה גרם חנקן נמצאים במיכל השני אם המסות האטומיות של חנקן ושל חמצן הן 14 ו־16 בהתאמה וכל פרודת גז חמצן או חנקן מכילה 2 אטומים.

ב) נסח את החוק הפיסיקלי בו השתמשת בחישוביך.

20. כוס גלילית הוכנסה, כשהיא הפוכה, לגיגית מלאה מים ונדחפה עד לעומק 1 מ' מתחת לפני הגיגית. גובה הכוס 11 ס"מ ומים הדרו לתוך הכוס ודחסו את האוויר הלכוד בתוכה עד שגובה עמוד האוויר 10 ס"מ. חשב את לחץ האוויר החיצוני בס"מ כספית אם צפיפות הכספית 13.6.

21. כדור פורח שנפחו 500 מ"ק מכיל גז שצפיפותו $3 \times 10^{-4}$. מסת עטיפת הבד של הכדור יחד עם החבלים והתא הקשור לכדור הפורח היא 250 ק"ג. צפיפות האוויר היא $1.3 \times 10^{-3}$. מהו המטען המועיל המירבי שאפשר להטעין בתא הכדור הפורח,

על מנת שלא יפול חזרה לפני כדור הארץ? הנח כי תנאי הלחץ והטמפרטורה הם תקינים.

22. ספק זרם חילופין בעל מתח אפקטיבי של V וולט ותדירות f מחובר למעגל זרם טורי המכיל נגד בעל התנגדות R, סליל בעל השראות L והתנגדות אוהמים זניחה וכן קב בלעל קיבול C. אחר זמן מה החליפו את הנגד בנגד בעל התנגדות 2R בלי לשנות את שאר רכיבי המעגל.

א) רשום את היחס בין הספק המעגל אחר השינוי ובין הספקו לפני השינוי.

ב) האם יתכן כי הספק במעגל קטן פי 2 בגלל השינוי הנ"ל? אם כן, באיזה תנאים יתכן הדבר?

ג) האם יתכן כי הספק המעגל גדל פי 2 בקירוב בגלל השינוי הנ"ל? אם כן — באיזה תנאים יתכן הדבר?

23. נגד וסליל בעל התנגדות אוהמית זניחה מחוברים בטור זה לזה. כאשר חוברו הנ"ל לספק זרם ישר בעל כא"מ 12 וולט היתה עוצמת הזרם דרך הנגד $\frac{1}{4}$ אמפר. כאשר הוחלף ספק הזרם הישר בספק זרם חילופין בעל מתח אפקטיבי של 12 וולט ותדירות 50 הרץ היתה עוצמת הזרם האפקטיבית דרך הנגד 0.4 אמפר בלבד. ההתנגדויות הפנימיות של מקורות הזרם והתנגדויות תילי החיבור זניחים. חשב:

א) את התנגדות הנגד.

ב) את השראות הסליל.

ג) את הספק הזרם הישר במעגל.

24. אלומה של פרוטונים בעלי אנרגיה של 5 מיליון אלקטרון־וולט כוונה אל לוח זהב $^{97}_{79}Au$.

א) חשב את המרחק המזערי האפשרי בין פרוטון של אלומה זו ובין גרעין של אטום זהב מהלוח.

ב) אילו השתמשו באלומה של דויטרונים בעלי אותה אנרגיה — כיצד היה המרחק הנ"ל משתנה?

ג) אילו השתמשו באלומה של חלקיקי α בעלי אותה אנרגיה — כיצד היה המרחק הנ"ל משתנה?

25. תקופת מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי היא 36 שעות. גרגיר של חומר זה פלט ברגע מסוים 900 חלקיקי α לדקה, בעלי אנרגיה מירבית של 160 קילו־אלקטרון־וולט.

א) כמה חלקיקי α לדקה פלט החומר הנ"ל 48 שעות אחר המועד בו נערכה המדידה הנ"ל?

ב) מה היתה האנרגיה המירבית של חלקיקי ה־α הנפלטים בשעת המדידה השניה? נמק את תשובתך.

26. מנת השבירה של יהלום היא 2.4. בשעת ניסור יהלום גדול נוצר שביב בצורת מנסרה אופטית בעלת זווית ראש α. קרן אור שפגעה במאונך בדופן אחת של המנסרה, הגיעה אל הדופן השניה, נשברה ויצאה החוצה.

א) מה צריכה להיות הזווית α על מנת שהמתואר בשאלה אמנם יקרה? מצא את התחום בו חייבת להמצא α.

ב) חשב את הזווית בין הקרן היוצאת משביב היהלום וכן הקרן הנכנסת אליו אם $\alpha = 20°$.

27. מקור אור מונוכרומטי הקרין אור על סדק בלוח אטום בכיוון מאונך ללוח והאור שעבר דרך הסדק הגיע אל חיץ לבן במרחק 1.5 מ' מהסדק, ויצר תמונת התאבכות סימטרית על גביו. רוחב הסדק היה 5 מאיות המילימטר, ורוחב פס האור המרכזי על החיץ (כל' המרחק בין שני המקומות החשוכים משני צידי פס האור המרכזי) היה 36 מ"מ.

א) מה היה אורך הגל של האור המונוכרומטי?

ב) מה היה רוחב פס האור שליד הפס המרכזי בתמונת ההת־אבכות?

ג) כיצד היתה נראית תמונת האור על החיץ, לו רוחב הסדק היה 5 מ"מ?

28. א) מהי הטרנספורמציה של לורנץ בתורת היחסות הפרטית? מהם העקרונות שמהם אפשר להסיק טרנספורמציה זו בדרך מתימטית (אין צורך ברישום ההוכחה עצמה!)?

ב) כוכב הפולט אותות רדיו כשההפסקות בין אות לאות 0.03 שניה מתרחק מכדור הארץ במהירות השווה ל־80% ממהירות האור. מהו אורך ההפסקות בין אותות הרדיו של אותו כוכב הנקלטות על ידי רדיו־טלסקופ על פני כדור הארץ?

29. א) הסבר בעזרת דוגמה מתאימה כי שני מאורעות הנראים למשקיף אחד כאילו קרו בעת ובעונה אחת יכולים להראות למשקיף אחר כאילו קרו בזה אחר זה.

ב) הסבר מאילו עובדות יסוד נובעים הבדלי הקביעות של שני משקיפים כנ"ל, ומדוע אין „אדם רגיל" מרגיש בכך שמאורעות הנראים לו כאילו קרו בעת ובעונה אחת, נראים לאדם אחר כאילו קרו בזה אחר זה.

**תשובות:** 1. א) $1.35\times10^{7}$ מ'/שנ' ב) $4.05\times10^{7}$ נ'
ג) $2.025\times10^{6}$ ג'אול ד) $6.67\times10^{-8}$ שנ'
2. א) יגיע במהירות 1.73 מ'/שנ'
ב) 0.364 נ' בזוויות 16° מתחת למישור האופקי
3. ג) (1) $mv/M$ (2) 0 4. 0.111
5. $2\times10^{-11}$ פרד
6. א) $\frac{1}{4}$ אוהם ב) 0.9 וולט ג) 3.75 אוהם
7. א) 400 אמפר ב) 1 : 500 ג) 6.4%
16. א) 15 : 14 ב) $\sqrt{14:15}$
17. $192mv/(4M+3m)L$
18. א) 1.25 ב) 0.9354 19) א) 420 גרם
20. 73.53 ס"מ כספית 21. 250 ק"ג
22. א)

$$\frac{2\{R^2+[2\pi fL-(2\pi fC)^{-1}]^2\}}{4R^2+[2\pi fL-(2\pi fC)^{-1}]^2}$$

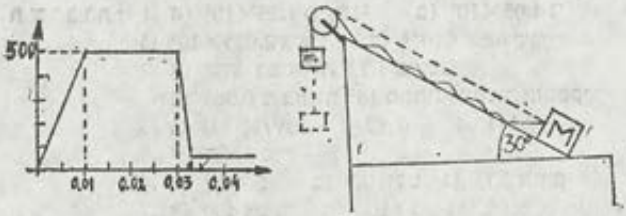
23. א) 24 אוהם ב) 0.0573 הנרי ג) 6 וט 3.84 וט
24. א) $2.275\times10^{-14}$ מ' ב) לא היה משתנה
ג) היה גדול פי 2
25. א) 357 ב) ללא שינוי
26. א) פחות מ־24°37' ב) 11°25'
27. א) 6000 אנגסטרום ב) 18 מ"מ 28. ב) 0.05 שנ'

## בחינה מספר 44 (1980)

### חלק ראשון (48 נקודות; 2 שעות)

**פרק ראשון — מכניקה.** ענה על שתיים מהשאלות 1—3:

1. על מישור משופע חלק שזווית שיפועו 30° המוצב על שולחן מונחת משקולת M שמסתה 4 ק"ג. חוט ניילון שמסתו זניחה מקשר משקולת זו, כשהוא רפוי, למשקולת שניה m שמסתה 1 ק"ג המוחזקת קרוב לגלגל (בעל מסה וחיכוך זניחים), ועובר מעל גלגל זה.
כאשר עוזבים את המשקולת m, היא נופלת ואחר שירדה 31.25 ס"מ נמתח חוט הניילון וגם המשקולת M מתחילה לנוע. כאשר חלק החוט בין הגלגל למשקולת M מקביל למישור המשופע וחלק החוט בין הגלגל ובין המשקולת m אנכי.
   א) תאר את שלבי התנועה המתרחשים בזה אחר זה עד שהמשקולת M חוזרת למקום מוצאה.
   ב) חשב את המרחק המכסימלי ממקום מוצאה שהמשקולת M מגיעה אליו. הנח כי החוט אינו מתארך וכי ברגע בו החוט נמתח מתרחשת כעין התנגשות פלסטית בין שתי המשקלות.




2. בשרטוט מתואר גרף המהירות של גוף (במטרים לשניה) כפונקציה של זמן תנועתו (בשניות).
   א) חבר בעיה מציאותית שתתאים לגרף זה (גם מבחינה מספרית).
   ב) חשב את הכוחות הפועלים על הגוף בכל אחד משלבי תנועתו.

3. אורך יממה אחת של צדק הוא 9 שעות ו־50 דקות, תאוצת הנפילה על פניו היא 24 מ'/שנ² ומחוגו (רדיוסו) 69,000 ק"מ. חשב על סמך נתונים אלה את מרחקו של לווין ממרכז צדק אם לווין זה נע במסלול מעגלי סביב צדק כך שהוא נשאר תמיד מעל נקודה קבועה על פני צדק.

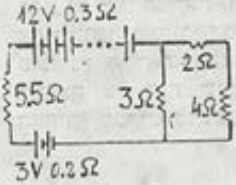
פרק שני — השמל. ענה על שתיים מהשאלות 4—6:

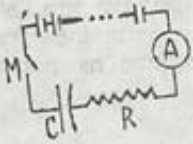
4. קבל לוחות שקיבולו C, נגד שהתנגדותו R, אמפרמטר חסר התנגדות ומפסק M מחוברים בטור למקור זרם ישר בעל כא"מ E.

א) אחר שסוגרים את המעגל על ידי הפעלת המפסק M מחכים עד שהאמפרמטר מורה שוב על עוצמת זרם אפס. מה יהיה אז המתח על פני הקבל והמטען על כל אחד מלוחותיו?

ב) אחר שמכניסים לוח מבדד בעל מקדם דיאלקטרי יחסי $\varepsilon$ בין לוחות הקבל בלי לפתוח את המעגל מחכים שוב עד שהאמפר־מטר יורה על עוצמת זרם אפס. מה יהיה עתה במתח בין לוחות הקבל ומה יהיה גודל המטען על כל אחד מלוחותיו.

ג) אחר זאת פותחים את המעגל בעזרת M ומוציאים את הלוח המבדד מבין לוחות הקבל. מה יהיה עתה המתח בין לוחות הקבל ומה יהיה גודל המטען על כל אחד מהם?




5. במעגל המצוייר 2 מקורות כא"מ ו־4 נגדים שנתוניהם בציור.

א) מהו מתח ההדקים של המקור בעל כא"מ 12 וולט?

ב) מהי עוצמת הזרם הזורמת בנגד שהתנגדותו 3 אוהם?

6. מספר המסה של הליום הוא 4. יון $He^{++}$ שהואץ ע"י מתח של 1000 וולט נכנס לשדה מגנטי שעוצמתו 0.5 טסלה (ובר למ"ר) בכיוון מאונך לקווי השדה. חשב את מחוג (רדיוס) מסלול היון בשדה המגנטי.

## חלק שני (24 נקודות; $1\frac{1}{2}$ שעות)

פרק שלישי — שאלות קצרות. ענה על שש מהשאלות 7—14:

7. באילת משתמשים במצנני אוויר הבנויים ממאוורר המזרים זרם אוויר דרך בד רטוב הטבול בחלקו בתוך קערת מים. הסבר מדוע מכשיר זול ופשוט זה יעיל באילת אך אינו יעיל בתל אביב.

8. לתוך כוס הוכנסה קובית קרח בטמפרטורה 0°C ואחר כך מולאה הכוס במים קרים בטמפרטורה 0°C. כך שפני המים הגיעו לשפת הכוס העליונה. באם ישפכו מים מהכוס כאשר הקרח ימס בגלל קליטת חום מהסביבה? נמק את תשובתך.

9. ספורטאי משתתף בתחרות ריצה. הסבר בעזרת ציור מתאים מהם הכוחות הפועלים על הספורטאי בשעת ריצתו. הסבר מדוע וכיצד אפשר לשפר את ביצועי הספורטאי על ידי נעליים מת־אימות.

10. תאר את השימוש באיזוטופים רדיואקטיביים א) לתיארוך ממצ־אים ארכיאולוגיים. ב )לקביעת מיקומם של גידולים ממאירים בתוך גופו של אדם חי.

11. כאשר מוציאים תקע של מאוורר חשמלי מתוך השקע רואים ניצוץ. האם הגדלת מהירות הוצאת התקע תשפיע על חוזק הניצוץ ? כיצד ? נמק את תשובתך.

12. הסבר בעזרת ציורים מדוע מדידת התנגדותו של נגד באמצעות וולטמטר ואמפרמטר בלבד אינה מדוייקת.

13. האם גל הדף אוויר של התפוצצות מטען נפץ הוא גל אורך או גל רוחב ? נמק את תשובתך.

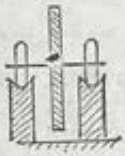
14. במונית הרוחב של החלון האחורי הוא 1.05 מטר והמרחק בין חלון זה וביו המראה (המישורית) המאפשרת לנהג המונית לראות את הנעשה מאחורי המונית הוא 1.50 מטר. עין הנהג מרוחקת 25 ס"מ מן המראה. הסבר בעזרת ציור מהו הגודל המינימלי של המראה על מנת שהנהג יוכל לראות את מלוא רוחב החלון האחורי ממקום מושבו.

## חלק שלישי (24 נקודות: שעה אחת)

**ענה על שתי שאלות מתוך שני פרקים שונים מהשאלות 15—28.**

**פרק רביעי — מכניקה של גוף קשיח**

15. גלגל תנופה שמסתו 100 ק"ג הוא בעל צורת גליל שקוטרו מטר אחד. צירו העובר דרך מרכזי בסיסי הגליל הוא דק ומסתו זניחה. גלגל זה מסתובב בתדירות של 3000 סיבובים לדקה כשצירו מוחזק אופקית בשני מיסבים חסרי חיכוך. המיסבים מונחים בתוך גומות חרוטיות משומנות היטב בראשי שני עמודים.
א) חשב את התנע הזוויתי של גלגל התנופה.
ב) אם יסלקו באופן פתאומי את **אחד** משני העמודים התומכים את הציר תיווצר תנועה חדשה של גלגל התנופה. הסבר כיצד ומדוע נוצרת תנועה זו.



16. דיסקת אבן שמסתה 50 ק"ג וקוטרה 50 ס"מ מסתובבת בתדירות 50 סיבובים לדקה סביב ציר אנכי המתלכד עם ציר הדיסקה. גוש חימר שמסתו 10 ק"ג נפל מגובה לא רב על מרכז הדיסקה

ונדבק אליה כשגם הוא מקבל צורת דיסקה שקוטרה 20 ס"מ (כשצירי שתי הדיסקות מתלכדים).

א) חשב את תדירות האבן אחרי שהחימר נפל עליה.

ב) חשב את השינוי שחל באנרגיה של דיסקת האבן והחימר ברגע שנבדקו זה אל זו.

## פרק המישי — תורת החום

17. שני מיכלי גז המחוברים בעזרת צינור דק שנפחו זניח (ובו שסתום סגור) טבולים בבריכת מים גדולה שהטמפרטורה בה 27° צלזיוס. נפח המיכל הראשון 15 ליטר ולחץ הגז בו 2.5 אטמוספירות. נפח המיכל השני 9 ליטר ולחץ הגז בו 5 אטמוס־פירות. למיכלים מחובר שסתום בטחון הנפתח כאשר לחץ הגז עולה על 5.2 אטמוספירות.

א) חשב כמה מולים גז נמצאים בשני המיכלים יחד.

ב) מה יהיה לחץ הגז במיכלים אחר שיפתחו את השסתום בצינור המחבר את שני המיכלים?

ג) באיזו טמפרטורה יפתח שסתום הבטחון אם יוציאו את שני המיכלים מן הבריכה ויחממו אותם?

18. 2.9 ליטר חנקן כלואים בגליל פלדה הסגור על ידי בוכנה הניתנת להזזה בתוך הגליל. טמפרטורת החנקן 17° צלזיוס ולחצו $1.5\times10^5$ ניוטון למ"ר.

א) איזו עבודה דרושה על מנת לדחוס את החנקן בעזרת הבוכנה עד שנפחו יקטן עד מחצית נפחו ההתחלתי.

(I) כאשר הגליל שקוע במיכל גדול השומר על טמפרטורה קבועה במשך כל תהליך הדחיסה אשר נעשה באיטיות רבה.

(II) כאשר הגליל והבוכנה מבודדים מבחינה תרמית מן החנקן ע"י שכבת מגן שאינה מאפשרת מעבר חום.

ב) חשב את השינוי באנרגיות הפנימיות של החנקן בזמן הדחיסה בשני המקרים הנ"ל. האם הפרש האנרגיות הפנימיות אחרי הדחיסה בשני המקרים שווה להפרש בעבודות שבוצעו על ידי הזזת הבוכנה בשני המקרים?

## פרק ששי — תורת הנוזלים והגזים

19. א) תיבת עץ שצפיפותה 0.6 גרם לסמ"ק צפה על פני נפט שצפיפותו 0.8 גרם לסמ"ק כך שהיא בולטת 3 ס"מ מעל פני הנפט. חשב עד לאיזה עומק שקועה התיבה בתוך הנפט.

ב) חשב את עומק השקיעה של אותה התיבה במים מזוקקים שצפיפותם 1 גרם לסמ"ק.

20. בכלי שנפחו אינו משתנה בשל שינויים בטמפרטורה נמצאת כמות גז אשר לחצה $2.5\times10^5$ ניוטון למ"ר כאשר הטמפרטורה 37° צלזיוס. כאשר מעלים את טמפרטורת הגז עד 657° צלזיוס

עולה להצו עד $7.5\times10^5$ ניוטון למ"ר. רשום על סמך נתונים אלה נוסחה לחישוב לחץ הגז בתוך הכלי כאשר טמפרטורת הגז $t^\circ$ צלזיוס.

## פרק שביעי — תורת היחסות הפרטית

21. א) גזור את נוסחת חיבור המהירויות הרלטיביסטית (במקרה של מהירויות שוות כיוון) מתוך הטרנספורמציות של לורנץ.
ב) הסבר את ההבדל בין רוחד (אינטרוול) דמוי מרחק בין שני מאורעות ובין רווח דמוי זמן בין שני מאורעות (אחרים).

22. שני טילים בעלי מסה של 1 טון כל אחד נעו זה לקראת זה במהירות 300 מטרים לשניה כל אחד (יחסית לכדור הארץ) והתנגשו חזיתית. חשב בכמה עלתה מסת המנוחה של שני הטילים בשעת ההתנגשות בהנחה שכל האנרגיה בהתנגשות זו שמשה להגדלת המסה בלבד.

## פרק שמיני — זרם חילופין וגלים אלקטרומגנטיים

23. מקור זרם חילופין בעל תדירות ניתנת לשינוי, בעל מתח מכסימלי של 200 וולט. מחובר לנגד שהתנגדותו 200 אוהם. לקבל שקיבולו 2 מיקרופרד ולסליל חסר התנגדות בעל השראות 0.02 הנרי. כשכל הרכיבים מחוברים בטור.
א) באיזו תדירות יווצר במעגל זה זרם שעוצמתו מכסימלית ?
ב) מה תהיה עוצמתו המכסימלית של זרם זה ?

24. א) כאשר מגדילים את העומס על מנוע חשמלי — הוא משנה את צריכת האנרגיה שלו. הסבר כיצד נעשה דבר זה.
ב) במה דומה ובמה שונה וויסות צריכת האנרגיה בהתאם לעומס במקרה של מנוע חשמלי ובמקרה של מנוע מכונית (ע"י שמוש בתיבת הילוכים) ?

## פרק תשיעי — אלקטרונים ומבנה האטום

25. א) תאר את מודל אטום המימן של בהר וחשב את האנרגיה של אלקטרון הנע ברמה ה־n־ית במסלול מעגלי.
ב) הוכח שכאשר האלקטרון באטום מימן עובר מהרמה ה־n־ית לרמה הסמוכה לה — שווה התדירות של הקרינה הנפלטת בקירוב לתדירות סיבוב האלקטרון ברמה זו — ושוויון זה נעשה יותר ויותר מדוייק ככל ש־n גדול יותר.

26. כשהוקרן לוח מתכת באור בעל אורך גל 5500 אנגסטרום נפלטו אלקטרונים בעלי אנרגיה שאינה עולה על 1.02 אלקטרון־וולט מהלוח. אך כאשר הוקרן אותו לוח מתכת באור בעל אורך גל של 4800 אנגסטרם לא עלתה האנרגיה של האלקטרונים שנפלטו מהלוח על 1.35 א'־טרון—וולט.

א) חשב על סמך הנתונים לעיל את הקבוע של פלנק.
ב) חשב את פונקצית העבודה (אנרגית הקשר) של המתכת ממנה עשוי הלוח.

## פרק עשירי — תורת האור וגלים

27. אדם מסויים מסוגל לראות היטב עצמים הנמצאים במרחק 30 ס"מ מעיניו (לפחות). כשאדם זה משתמש בזכוכית מגדלת מסויימת, הוא מסוגל לראות היטב עצמים הנמצאים במרחק 6 ס"מ מעיניו כשהוא מצמיד את הזכוכית המגדלת לעיניו.
א) מהו מרחק המוקד של הזכוכית המגדלת?
ב) מהי ההגדלה בה רואה אותו האדם את העצם דרך הזכוכית המגדלת?

28. אדם המסוגל להבחין באור בעל אורך גל כל שהוא בין 3800 ובין 7200 אנגסטרם מודד את אורך התחזית (הספקטרון) מסדר ראשון שהוא רואה כאשר הוא מעביר קרן אור לבנה במאונך דרך שריג שבו 5000 קווים לס"מ ומאפשר לאור שעבר ליפול על מסך מקביל לשריג המרוחק 50 ס"מ ממנו. חשב את אורך התחזית שמדד.

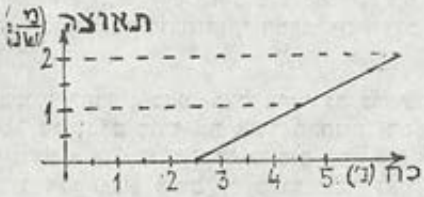
**תשובות:** 1. ב) 6.25 ס"מ 2. ב) 50000 m ; ג' 180000 m ; ג' 0
3. 153,600 ק"מ 4. א) CE ; E ב) εCe ; E
ג) εCE : Eε
5. א) 11,6625 וולט ב) 0.75 אמפר 6. 1.29 ס"מ
14. 15 ס"מ 15. א) 3927 ק"ג×מ²/שנ'
16. א) 48.45 סל"ד ב) 0.664 ג'אול
17. א) 3.35 מול ב) 3.44 אטמ' ג) 180.8° צלזיוס
18. א) (I) 301.5 ג'אול (II) 347.5 ג'אול
ב) (I) 0 (II) 347.5 ג'אול
19. א) 9 ס"מ ב) 7.2 ס"מ
20. 806.45(273+t)=ס נ' למ"ר 22. $10^{-6}$ גרם
23. א) 795.8 הרץ ב) 1 אמפר
26. א) $6.64\times10^{-34}$ ג'אול×שניה
ב) ב) 1.24 אלקטרון—וולט
27. א) 7.5 ס"מ ב) 5 28. 9.6 ס"מ

## בחינה מספר 45 (1980)

### חלק ראשון (52 נקודות; 2 שעות)

**מכניקה** — ענה על שתיים מהשאלות 1—3:

1. על תיבה המונחת על מישור אופקי הפעילו בזה אחר זה כוחות אופקיים שונים ומדדו בכל פעם את התאוצה שנוצרה עקב הפעלת אחד הכוחות. תוצאות הניסויים סוכמו בגרף המצורף.
   א) מה גודלו של כח החכוך שפעל על התיבה?
   ב) מה היתה מסת התיבה?




   ג) הניחו על התיבה משקולת שמסתה זהה למסת התיבה וחזרו על הניסויים הנ"ל. שרטט גרף המתאר את תלות התאוצה הנוצרת בכח האופקי המופעל על התיבה במקרה זה.

2. קרונית פתוחה מלמעלה נעה על מישור אופקי חלק במהירות קבועה של 5 ס"מ לשניה. כאשר הקרונית עוברת מתחת למשפך מלא חול, נופלים לתוכה גרגירי חול בקצב של 50 גרם לשניה.
   א) איזה כח אופקי צריך להפעיל על הקרונית כשהחול נשפך לתוכה, על מנת שתמשיך בתנועתה הקצובה?
   ב) מהו ההספק הדרוש על מנת שהקרונית תמשיך בתנועתה הקצובה גם כאשר החול נשפך לתוכה?
   ג) לאיזו מטרה משמשת האנרגיה המסופקת בהספק הנ"ל?

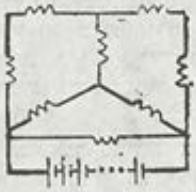
3. בתוך חריץ אופקי חלק מונח קפיץ שקצהו האחד קבוע ואשר מסתו זניחה ביחס למסת משקולת בת 0.25 ק"ג הקשורה לקצהו השני. כאשר מותחים את הקפיץ על ידי משיכה בכח של 10 ניוטון מתארך הקפיץ ב־10 ס"מ.
   א) איזה סוג של תנועה יווצר בשעה שירפו מן הקפיץ המתוח ומה תהיה מהירותה הגדולה ביותר של המשקולת?
   ב) כמה זמן דרוש על מנת שהמשקולת תגיע למהירותה המירבית (בערכה המוחלט) בפעם הראשונה?
   ג) מה היא תאוצתה הגדולה ביותר של המשקולת ומהי מהירותה של המשקולת כאשר תאוצתה מירבית?

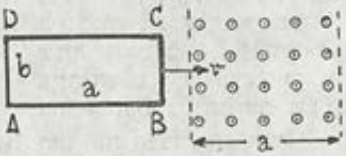
**חשמל** — ענה על שתיים מהשאלות 4—6:

4. שני לוחותיו האופקיים של קבל לוחות מחוברים למקור מתח שאפשר לשנות את מתחו. טיפח שמן זעירה שמסתה m ומטענה ne מרחפת ללא תנועה באמצע בין לוחות הקבל כאשר מקור המתח מספק ללוחות מתח V.

א) אילו הגדילו את המתח פי שניים היתה הטיפה פוגעת בלוח העליון אחר 0.05 שניות. חשב את המרחק בין הלוחות.
ב) אילו ניתקו את מקור המתח כשמתחו V מן הלוחות וקרבו את הלוחות עד מחצית מרחקן הקודם — כיצד היה דבר זה משפיע על טיפת השמן. נמק את תשובתך.
ג) אילו לא ניתקו את מקור המתח מלוחות הקבל כשהמתח V וקרבו את הלוחות עד מחצית מרחקן המקורי — כיצד היה דבר זה משפיע על טיפת השמן. נמק את תשובתך.

5. כל אחד מן הנגדים המסומנים בציור המצורף הוא בעל התנגדות R אוהם ומקור המתח הוא בעל כא"מ E וולט ובעל התנגדות פנימית r.
א) חשב את ההתנגדות בשקולה של כל הנגדים בציור.
ב) חשב את מתח ההדקים של מקור הזרם במעגל המצוייר.






6. מסגרת תיל מלבנית (אורכה a ורוחבה b) שהתנגדותה הכוללת R נעה בכיוון מקביל לצלעה a במהירות קבועה v לקראת שדה מגנטי שעוצמתו B. רוחבו a וכיוונו מאונך למישור המסגרת "אלינו". המסגרת נכנסת לשדה ואחר כך יוצאת ממנו.
א) מהי עוצמת הזרם במסגרת התיל בשלבי התנועה השונים (גודל ומגמה) ?
ב) מהם הכוחות הפועלים על תילי המסגרת (גודל וכיוון) בשלבי התנועה השונים.

חלק שני (24 נקודות ; $1\frac{1}{2}$ שעות)

ענה על שש מהשאלות 7—14 :

7. שתי כוסות מולאו עד גדותיהן שמן שצפיפותו 0.9 גרם לסמ"ק. לאחת הכוסות הוכנס כדור חמרן שמסתו 20 גרם וצפיפותו 2.7 גרם לסמ"ק. לכוס השניה הוכנסה קובית זכוכית שמסתה 20 גרם וצפיפותה 1.8 גרם לסמ"ק. מאיזו כוס נשפכה כמות שמן גדולה יותר ? נמק את תשובתך.

8. לשם קביעת מהירותו של כדור אקדח יורים אותו לתוך גוש עץ גדול התלוי על חבל. מדוע חשוב כי גוש העץ יהיה מעץ קשה ככל האפשר ?

9. א) אילו תכונות דרושות למתכת על מנת שאפשר יהיה להכין ממנה סליל של שמיכה חשמלית לחימום המיטה בחורף?
ב) אילו תכונות דרושות למתכת על מנת שאפשר יהיה להכין ממנה חוט להט של נורת ליבון חשמלית.

10. לקצה התחתון של מוט מתכת קל מאוד מולחמת משקולת כבדה שמסתה M. על המוט מושחלת משקולת קלה הרבה יותר שמסתה m ויש חיכוך ניכר בינה ובין המוט. המוט יכול להסתובב ללא חיכוך סביב ציר אופקי המאונך לו. מכשיר זה המתנודד כמטוטלת משמש לקביעת קצב הנגינה של לומדי נגינה. כיצד מושפע קצב תנודות המכשיר על ידי החלקת המשקולת m בכיוון אל הציר?

11. במכשיר וון־דה־גרף מעלה הרצועה המבדדת המסתובבת מטענים אל כדור מתכת חלול ומבודד בקצב של 20 מיקרוקולון בכל שניה, ואת כאשר פוטנציאל הכדור הגיע ל־1.5 מליון וולט. איזה הספק דרוש ברגע זה על מנת להניע את הרצועה (הזנח את השפעת כל הכוחות שאינם חשמליים)?

12. תאר את המבנה העקרוני של מד זרם המאפשר מדידת עוצמת זרם חילופין. קבע אם המכשיר שתיארת מתאים גם למדידת עוצמת זרם של זרם ישר.

13. גבר שמרחק הראייה הטובה שלו 25 ס"מ משתמש בזכוכית מגדלת על מנת לבדוק פרט קטן בצלום. אחר כך מסר אותה זכוכית מגדלת לאישתו שמרחק הראייה הטובה שלה 30 ס"מ על מנת שתבדוק אותו פרט בצלום. מי משניהם רואה את הפרט בצלום בהגדלה גדולה יותר כששניהם מחזיקים את הזכוכית המגדלת קרובה מאוד לעינם ומשתמשים בה בצורה מיטבית?

14. חומר רדיואקטיבי A פלט קרינת β וקרינת γ והפך לחומר B שאף הוא רדיואקטיבי ופולט קרינת α תוך הפיכתו לחומר C. במה שונה המספר האטומי של C מזה של A ובמה שונה המסה האטומית של C מזו של A?

## חלק שלישי (24 נקודות: שעה אחת)

**ענה על שתי שאלות משני פרקים שונים מהשאלות 15—28:**
**מכניקה של גוף קשיח**

15. במרכזו של שולחן אופקי תקוע מסמר ארוך. כדור שקוטרו 10 ס"מ ומסתו 8 ק"ג קשור בחוט מתוח ואופקי אל המסמר כך שמרכז הכדור מסתובב סביב המסמר במעגל שקוטרו מטר אחד בתדירות של 3 סיבובים לשניה כך שהוא מתגלגל ללא החלקה על השולחן תוך כדי סיבובו סביב המסמר. הזנח את השפעת הפיתול על החוט. מומנט ההתמד של כדור סביב ציר

העובר במרכזו הוא $0.4mr^2$. חשב את האנרגיה הקינטית הכוללת של הכדור.

16. מוט דקיק שאורכו 80 ס"מ ומסתו זניחה יכול לנוע במישור אנכי סביב ציר אופקי העובר דרך מרכזו. משקולת שמסתה 100 גרם דבוקה לקצהו התחתון של המוט ומשקולת שניה שמסתה 50 גרם דבוקה למוט במרחק 20 ס"מ מקצהו העליון. חשב את זמן התנודה של המוט אם יוציאוהו ממצב שיווי המשקל שלו וירפו ממנו.

## תרמודינמיקה

17. מכונה תרמית אידיאלית (שבה כל התהליכים הפיכים) עובדת כשהמיכל הקר שלה בטמפרטורה 100° צלזיוס. והמיכל החם בטמפרטורה 200° צלזיוס. מכונה תרמית אידיאלית שניה עובדת כשהמיכל הקר שלה בטמפרטורה 200° צלזיוס והמיכל החם בטמפרטורה 300° צלזיוס.
   א) איזו משתי המכונות בעלת נצילות גבוהה יותר? נמק את תשובתך.
   ב) אם שתי מכונות החום הנ"ל מחוברות כך שהראשונה הופכת אנרגיה תרמית לאנרגיה מכנית ומוסרת אותה לשניה שהו־פכת את האנרגיה המכנית לאנרגית חום — האם אנרגית החום שנצרכה על ידי המכונה הראשונה שווה לאנרגית החום שנתקבלה מן המכונה השניה? נמק את תשובתך.

18. בגליל אחד בעל דפנות מבדדים שנפחו ניתן לשינוי בעזרת בוכנה נמצאים תחילה 224 סמ"ק חמצן בתנאים נורמליים ובגליל שני שדפנותיו מוליכי חום טובים נמצאים גם כן 224 סמ"ק חמצן בתנאים נורמליים. הגליל השני שגם נפחו ניתן לשינוי בעזרת בוכנה שקוע במיכל גדול השומר על טמפרטורה קבועה של 0° צלזיוס. הנח כי חמצן הוא גז דו־אטומי אידיאלי.
   א) חשב את העבודה הדרושה לשם הקטנת נפח החמצן עד רבע מהנפח המקורי בכל אחד משני הגלילים.
   ב) חשב את עליית האנרגיה הפנימית של החמצן בכל אחד משני הגלילים כתוצאה מהקטנת הנפח.

## תורת הנוזלים והגזים

19. חבית גלילית פתוחה מלמעלה מלאה נוזל בלתי צמיג שצפיפותו 600 ק"ג למ"ק. גובה פני הנוזל מעל הקרקע 1 מטר. באיזה גובה מעל פני הקרקע צריך לנקב חור בדופן החבית על מנת שהנוזל שיפרוץ אופקית מחור זה יגיע למרחק המירבי מהחבית? נמק את תשובתך.

20. מיכל שנפחו 200 ליטר מחובר למיכל שני שנפחו 100 ליטר באמצעות צנור דק בעל נפח זניח. במיכלים נמצא חמצן בלחץ אטמוספירי ובטמפרטורה 27° צלזיוס.
   א) כמה ק"ג גז נמצאים בשני המיכלים?

ב) אחר כך מכניסים את המיכל הגדול יותר לבריכה בעלת טמפרטורה קבועה של 67° צלזיוס ואת המיכל הקטן לבריכה בעלת טמפרטורה קבועה של 7° צלזיוס. חשב את הלחץ במיכלים המחוברים בעזרת הצנור.

**תורת היחסות הפרטית**

21. תאר ניסויים המאשרים את
א) התכווצות אורכו של גוף הנ״ל ביחס לצופה.
ב) התארכות הזמן של גוף הנע ביחס לצופה.
ג) גידול המסה של גוף הנע ביחס לצופה.

22. מסת המנוחה של פרוטון היא $m_0$. שני פרוטונים נפלטו מתוך מאיץ באותו הכיוון — האחד במהירות 0.75c והשני במהירות 0.25c ביחס למאיץ. הבע את מסת הפרוטון האחד ביחס למערכת צירים הקשורה לפרוטון השני כאמצעות $m_0$.

**זרם חילופין וגלים אלקטרומגנטיים**

23. כאשר מספקים זרם ישר במתח 200 וולט לסליל, צורך הסליל הספק של 800 ווט. וכאשר מספקים לאותו סליל זרם חילופין במתח אפקטיבי של 200 וולט בתדירות 50 הרץ — צורך הסליל הספק של 300 ווט בלבד.
קבע איזה רכיב, מבחינה איכותית ומבחינה כמותית צריך להוסיף למעגל על מנת שהספק בסליל יהיה מכסימלי כאשר הוא ניזון ממקור מתח החילופין הנ״ל, ומה יהיה גודלו של הספק מכסימלי זה.

24. קבל שקיבולו 0.25 מיקרופרד נטען עד פוטנציאל של 100 וולט וחובר למשרן אידיאלי בעל השראות 100 מיליהנרי. מה היתה עוצמת הזרם הרגעית המירבית שעברה במשרן?

**תורת האור והגלים**

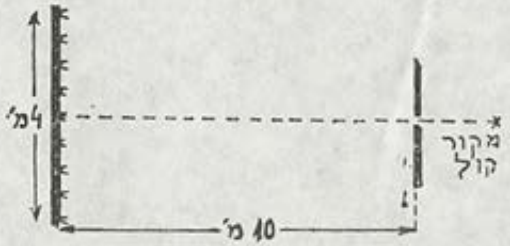
25. א) גל אור המתפשט בתווך א׳ במהירות $V_1$ פוגע במישור המפריד בין תווך א׳ לתווך ב׳ ועובר לתווך ב׳ בו מהירותו $V_2$. אם α ו־β הן הזוויות בין כיווני התפשטות גלי האור בשני התווכים ובין האנך למישור הנ״ל, בהתאמה — הוכח על סמך תורת הגלים כי היחס $\sin\alpha : \sin\beta$ הוא גודל קבוע.
ב) אלומת חלקיקים טעונים זהים בעלי מהירות $V_1$ בתווך א׳ פוגעת במישור המפריד בין תווך א׳ לתווך ב׳ וממשיכה לנוע בתווך ב׳ בו מהירות החלקיקים $V_2$. כיון שקיים הפרש פוטנציאלים בין שני התווכים מקבלים החלקיקים תוספת מהירות מאונכת למישור המפריד בין התווכים בזמן שרכיב המהירות של החלקיקים המקביל למישור אינו משתנה.

אם α ו־β זוויות כנ"ל, הוכח כי גם במקרה זה היחס $\sin\alpha : \sin\beta$ הוא גודל קבוע.

ג) אם $V_1$ ו־$V_2$ בסעיף א' זהים ל־$V_1$ ו־$V_2$ בהתאמה בסעיף ב', האם גם היחס $\sin\alpha : \sin\beta$ בסעיף א' זהה לאותו היחס בסעיף ב'?

26. אוזנו של אדם מסויים מסוגלת להבחין בגלי קול שתדירותם בין 25 הרץ ובין 15000 הרץ. מהירות הקול באוויר היא 335 מטרים לשניה.

א) באיזה תחום נמצאים אורכי הגל של הטונים בהן מסוגלת אוזנו של אותו אדם להבחין?




ב) בקיר המצופה חומר בולע קול יש סדק שרוחבו a ס"מ. מול סדק זה עומד קיר שני מקביל לקיר הראשון ועליו מותקנת שורה של קולטי קול בצורה סימטרית לגבי המקום על הקיר הנמצא מול הסדק בקיר השני. המרחק בין שני הקירות הוא 10 מטרים.

מקור המייצר גלי קול בעלי אורך גל של 5 ס"מ ממוקם מול מרכז הסדק שולח גלי קול לעבר הקיר בעל הסדק וחלק מהם מגיע לאחר מכן אל הקיר עליו מותקנים הקולטים. כשהפעילו את מקור הקול התברר כי כל קולטי הקול פרט לשני הקיצוניים ביותר (שהמרחק ביניהם 4 מטרים) הורו על עצמת קול שונה מאפס ושני הקיצוניים הורו עוצמת קול שווה לאפס. חשב על סמך נתונים אלה את רוחב הסדק.

## אלקטרונים ומבנה האטום

27. א) אילו תדירויות של קרינה אלקטרומגנטית מסוגל אטום של חומר כל שהוא לבלוע (I) על פי התורה הקלסית (II) על פי תורת בוהר?

ב) באיזה מקרה מתלכדות תוצאות החישוב של התדירויות של הקרינה הנקלטת על פי שתי התורות הנ"ל במקרה של אטום המימן?
נמק את תשובתך על ידי עריכת חישובים מתאימים.

28. אור שתדירותו $1.5\times10^{15}$ הרץ פוגע בלוח מתכת בעל פונקצית עבודה בשעור $7\times10^{-19}$ ג'אול.
א) חשב את האנרגיה המכסימלית של האלקטרונים הנפלטים מלוח המתכת.
ב) חשב את המתח הנגדי המינימלי הדרוש למניעת פליטה של אלקטרונים מלוח המתכת.
ג) חשב את תדירות הסף עבור מתכת זו.

**תשובות:** 1. א) 2.5 נ' ב) 2 ק"ג
2. א) $2.5\times10^{-3}$ נ' ב) $1.25\times10^{-4}$ וט
3. א) 2 מ'/שנ' ב) 0.0785 שנ' ג) 40 מ'/שנ$^2$ ; 0
4. א) 2.5 ס"מ ב) לא היה משפיע
ג) הטיפה היתה עולה
5. א) 4R/7 ב) 4ER/(4R+7r) 11. 30 וט
15. 497.4 ג'אול 16. 1.54 שנ'
18. א) 41.5 ג'אול ; 31.05 ג'אול ב) 41.5 ג'אול ; 0
19. $\frac{1}{4}$ מ' 20. א) 0.39 ק"ג ב) 1.058 אטמ'
22. $1.269m_0$ 23. קבל בן 49.31 מיקרופרד ; 800 וט
24. 0.158 אמפר
26. א) בין 2.23 ס"מ ובין 13.4 מטר ב) 25.5 ס"מ
28. א) $2.93\times10^{-19}$ ג'אול ב) 1.83 וולט
ג) $1.057\times10^{15}$ הרץ

## בחינה מספר 46 (1981)

### חלק ראשון (24 נקודות: שעה אחת)

**פרק ראשון** — ענה על שתיים מהשאלות 1—4:

1. חשב במקורב את נפחו של אטום כסף. הסבר באילו נתונים פיסיקליים השתמשת.
2. תאר כיצד תוכל להוכיח כי אור הנפלט מנורת להט מורכב מקרינה באורכי גל רבים, שחלקה נראית לעין וחלקה אינה נראית לעין האדם.
3. מהירות האור בחומר שקוף מסויים היא 200,000 ק"מ לשניה.
   א) חשב את הזווית הקריטית במעבר אור מחומר זה לתוך ריק.
   ב) באילו תנאים יכולה להווצר החזרה גמורה?
4. מגנט תלוי על חוט מתנודד כמשקולת מטוטלת במישור אנכי בכיוון צפון—דרום. משרעת התנודות הולכת וקטנה באיטיות בגלל כוחות החיכוך. אך אם מעמידים שני לוחות נחושת מקבילים למישור התנודות משני עברי מישור התנודות — קטנה משרעת התנודות בקצב הרבה יותר מהיר. הסבר את סיבת התופעה הזאת.

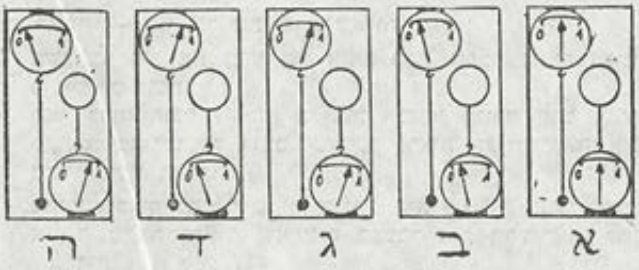
**פרק שני** — ענה על כל השאלות 5—9 בפרק זה על ידי הקפת האות המציינת את התשובה הנכונה מבין חמש התשובות הרשומות בסוף כל שאלה. רק אחת התשובות היא נכונה.

5. קרן אור פוגעת בשריג עקיפה ומגיעה למסך במרחק מה מן השריג. אילו מן הקביעות הרשומות להלן הן נכונות?
   1. כאשר קרן האור באה ממקור אור לבן — מופיעים פסים צבעוניים סביב פס העקיפה המרכזי.
   2. כאשר מספר הקוים לס"מ בשריג גדל — פס העקיפה המרכזי מתרחב.
   3. כאשר אורך הגל של האור הפוגע גדל — פס העקיפה המרכזי מתרחב.

   א. 1 ו־2 בלבד  ב. 1 ו־3 בלבד  ג. 2 ו־3 בלבד
   ד. 1, 2 ו־3  ה. 1 בלבד.
6. שני גלים מחזוריים נעים באותו התווך זה לקראת זה במהירות 0.5 מטר לשניה כל אחד. משרעות שני הגלים 2 ס"מ ותדיריות הגלים 25 הרץ כל אחד. המרחק בין שתי נקודות צומת סמוכות יהיה

   א. 0.5 ס"מ  ב. 1 ס"מ  ג. 2 ס"מ  ד. 2.5 ס"מ
   ה. 4 ס"מ.
7. בתא של מעלית העומד בקומת הקרקע מוצמד מד־כח אחד לתיקרה ואליו קשורה בחוט משקולת כך שמחוג מד־הכח מורה אל אמצע לוח השנתות. מד־כח שני מוצמד לריצפת התא ואליו

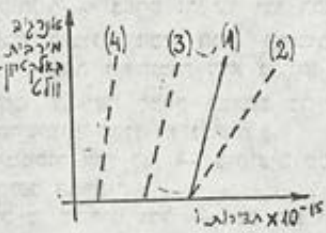
קשור בלון ממולא הליום בחוט כך שגם מחוג מד־כח זה מורח לאמצע לוח השנתות (ציור א').




מה יורו מחוגי שני מדי הכח ברגע שהמעלית תתחיל לעלות כלפי מעלה בתאוצה מסויימת — בחר את הציור המתאים למצב תנועה זה.

8. הקרינו בזה אחר זה אור ממקורות או מונוכרומטיים שונים על לוח מתכת ומדדו בכל פעם את האנרגיה הקינטית המירבית של הפוטואלקטרונים שנפלטו מלוח המתכת. תוצאות ניסויים אלה סוכמו בקו מס' 1 בגרף המצורף.

חזרו על ביצוע הניסויים הנ"ל תוך החלפת מקורות האור המונוכרומטיים באחרים והח־לפת לוח המתכת בלוח אחר וסיכמו את תוצאות הניסויים בגרף באותה מערכת צירים. הגרף שנתקבל היה:




א. 1 בלבד ב. 2 בלבד
ג. 3 בלבד ד. 4 בלבד
ה. 1 או 3 בלבד.

9. קרינת X (קרני רנטגן) היא בעלת התכונות הבאות:
1. היא ניתנת להסחה על ידי שדה אלקטרוסטטי
2. היא מועברת ב„מנות" ולא ברציפות.
3. היא מסוגלת בתנאים מסויימים לגרום לתופעת עקיפה.

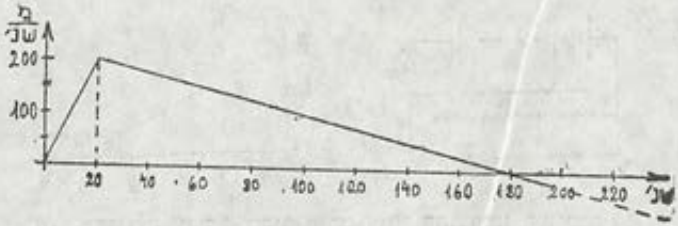
א. 1 ו־2 בלבד ב. 1 ו־3 בלבד ג. 2 ו־3 בלבד
ד. 1, 2 ו־3 ה. 2 בלבד.

## חלק שני (52 נקודות; 2 שעות)

**פרק ראשון** — מכניקה. ענה על שתיים מהשאלות 10—12:

10. רקטה לחקר מזג האוויר שולחה אנכית כלפי מעלה וברגע שאזל הדלק במנוע הראשי של הרקטה נדלק מנוע עזר שתפקידו

להאט את נפילת הרקטה בחזרה אל פני האדמה. מנוע העזר פעל ללא הפסק עד שהרקטה חזרה אל פני האדמה.
מהירות הרקטה (בכיוון אנכי) במטרים לשניה מתוארת בגרף המצורף כפונקציה של הזמן בשניות. ענה בעזרת הגרף על השאלות הבאות:



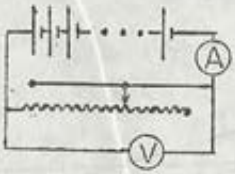

א) באיזה גובה היתה הרקטה ברגע שאזל הדלק במנוע הראשי?
ב) כמה שניות אחר שילוח הרקטה הגיעה לגובהה המכסימלי מעל פני האדמה ומה היה גובה זה?
ג) מה היתה תאוצת הרקטה בשעת פעולת המנוע הראשי ומה היתה תאוצתה בשעת פעולת מנוע העזר?
ד) כמה שניות אחר שילוח הרקטה חזרה זו ארצה ומה היתה אז מהירותה?

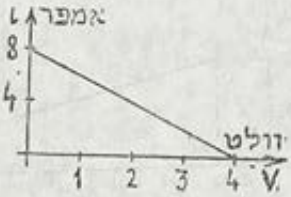
11. לווין שמסתו 1.5 טון הקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי שגובהו מעל פני כדור הארץ גדול פי ארבעה ממחוג (רדיוס) כדור הארץ (שהוא 6,400 ק"מ בקירוב). לווין זה התנגש עם מטיאור שמסתו 0.5 טון שנצמד אליו, ולאחר ההתנגשות החל הלווין לנוע באותו מסלול מעגלי עצמו בו נע תחילה — אך במגמה הפוכה למגמתו הקודמת.
א) חשב את מהירות הלווין לפני ההתנגשות.
ב) חשב את מהירות המטיאור לפני ההתנגשות.
ג) חשב את כמות החום (בקילוקלוריות) שנוצרה כתוצאה מההתנגשות. הנח כי כל האנרגיה הקינטית שנעלמה הפכה לחום בלבד.

12. משקולת קטנה שמסתה 50 גרם תלויה על חוט ניילון שאורכו 2.5 מטרים ומסתו זניחה. המשקולת מתנודדת במישור אנכי כך שהזווית בין מצבי החוט הקיצוניים היא 5°.
א) חשב את מהירותה המירבית של המשקולת בתנודה זאת.
ב) חשב כמה זמן עובר מרגע שמהירות המשקולת מזערית בערכה המוחלט) ועד שמהירות המשקולת מירבית (בערכה המוחלט) בפעם הראשונה.
ג) חשב את המתיחות המירבית בחוט הניילון בתנודה זאת.
ד) חשב את המתיחות המזערית בחוט הניילון בתנודה זאת.

פרק שני — חשמל. ענה על שתיים מן השאלות 13—15:

13. במעגל המצוייר נמדדו עוצמת הזרם שהראה האמפרמטר והמתח שהראה הוולטמטר באותו הזמן במצבים שונים של המגע הנייד M ותוצאות המדידה סוכמו בגרף המצורף. הנח כי התנגדות האמפרמטר זניחה בעוד התנגדות הוולטמטר „אין־סופית".




א) מהו הכא"מ של מקור הזרם ומהי התנגדותו הפנימית?

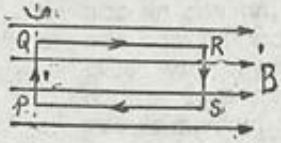
ב) שרטט תרשים של הגרף המתאר את תלות עוצמת הזרם במעגל הנ"ל במתח V, במצבים שונים של המגע הנייד M, אם לאמפרמטר התנגדות פנימית של 0.5 אוהם ולוולטמטר התנגדות של 1000 אוהם.

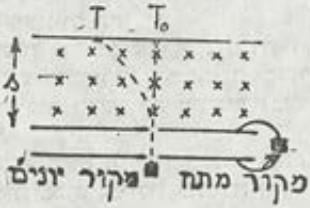
14. מקור של יונים גזיים אטיים מאוד בעלי מטען Q ומסה M כל אחד נמצא ליד לוח קבל, מחוץ לקבל, בקרבת חור קטן בלוח. לוחות הקבל מחוברים למקור מתח בעל מתח V המאיץ את היאונים הנכנסים לקבל דרך החור הנ"ל. היאונים שהואצו יוצאים מהקבל דרך חור קטן בלוח השני הנמצא מול החור בלוח הראשון וממשיכים לנוע עד שהם פוגעים בלוח ZnS המקביל ללוחות הקבל ונמצא במרחק s מהקבל. בין הקבל ובין לוח ה־ZnS מצוי שדה מגנטי שעוצמתו B טסלה (וב־ר למ"ר) המכוון (בציור) לתוך הנייר. כתוצאה מהשפעת השדה המגנטי סוטה נקודת האור T על לוח ה־ZnS שמאלה מן הנקודה $T_0$. בה נראה האור כשהשדה המגנטי לא הופעל.

א) מהו המרחק המירבי s בין לוח ה־ZnS ובין הקבל בו נראית נקודת אור T כנ"ל?

ב) הבע את המרחק $TT_0$ בעזרת האותיות הנתונות בשאלה בלבד.

ג) האם לוח הקבל הקרוב ללוח ה־ZnS הוא בעל מטען חיובי או שלילי? נמק את תשובתך.



15. מסגרת תיל מוליך מלבנית PQRS מוזרמת זרם שעוצמתו 1.5 אמפר. כך שהזרם בקטע PQ זורם מ־P ל־Q. ממקור זרם חיצוני שאינו מצוייר. אורך PQ הוא 5 ס"מ ואורך PS הוא 10 ס"מ. המסגרת נמצאת בשדה מגנטי שעוצמתו 0.1 טסלה (ובר למ"ר) וכיוונו בכיוון הזרם בתיל QR.

א) חשב את הכוחות החשמליים הפועלים על כל אחת מצלעות המלבן.

ב) הבע את כא"מ המושרה במסגרת התיל אם ינתקו את מקור הזרם החיצוני ויסובבו את מסגרת התיל סביב ציר העובר דרך PQ במגמת השעון, כאשר מסתכלים בכיוון מ־P ל־Q, בתדירות של 30 סיבובים בשניה כפונקציה של זמן הסיבוב.

ג) באיזה מצב של המסגרת יחסית לשדה המגנטי יהיה הכא"מ המושרה מכסימלי (בערכו המוחלט) ובאיזה מצב של המסגרת יהיה הכא"מ מינימלי (בערכו המוחלט)?

חלק שלישי (24 נקודות; שעה אחת)

**ענה על שתי שאלות משני פרקים שונים מהשאלות 16—29:**

**פרק ראשון — מכניקה של גוף קשיח**

16. גלגל אופניים ללא צמיג יכול להסתובב סביב ציר אופקי. הנח כי כל המסה של הגלגל שהיא 3 ק"ג נמצאת בהיקף הגלגל ושהחיכוך זניח. חוט ניילון דק שמסתו זניחה קשור בקצהו האחד לנקודה, על היקף הגלגל, וכרוך מספר כריכות מסביב להיקף הגלגל במעגל שקוטרו 0.8 מטר. בקצה החופשי של החוט תלויה משקולת שמסתה 1 ק"ג.
תחילה מחזיקים את הגלגל כך שהגלגל והמשקולת במנוחה. אחר שמרפים מן הגלגל, הגלגל מתחיל להסתובב והמשקולת יורדת עד שהיא נתקלת בריצפה אחר שירדה 0.8 מטרים.

א) חשב את האנרגיה של הגלגל אחר שהמשקולת נתקלה בריצפה.

ב) חשב את תאוצת המשקולת במשך זמן תנועתה.

17. לחבית ריקה ללא בסיסים קוטר של 60 ס"מ, גובה 40 ס"מ ומסה 5 ק"ג. לוח עץ רחב שאורכו 2.5 מ' יוצר זווית α עם המישור האופקי. כאשר מניחים את החבית כך שקו יוצר שלה נוגע בקצהו העליון של הלוח — החבית מתגלגלת ללא החלקה עד קצהו התחתון של הלוח כשחכוך הגלילה זניח. כאשר מניחים את החבית בקצה העליון של הלוח כך שבסיסו האחד מונח על הלוח — החבית מחליקה עד הקצה התחתון של הלוח כך שמקדם חיכוך הגרירה בין הלוח לחבית הוא k.

א) הבע את המהירויות בה מגיעה החבית לקצה התחתון של הלוח בשני המקרים הנ"ל בעזרת k ו־α.

ב) הבע את k בעזרת α אם ידוע כי שתי המהירויות הנ"ל זהות.

## פרק שני — תרמודינמיקה

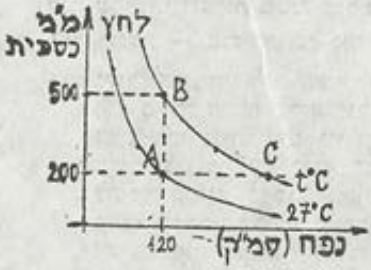
18. כמות גז אידיאלי דו־אטומי מצוי בגליל הסגור בעזרת בוכנה. תחילה טמפרטורת הגז 27° צלזיוס ולחצו 2 אטמוספירות. מפעילים כח חזק על הבוכנה ומכווצים את הגז במהירות עד שהוא תופס נפח הקטן פי 10 מנפחו המקורי.

א) חשב את הלחץ ואת הטמפרטורה של הגז אחר הכיווץ בהנחה כי התהליך היה אדיאבטי.

ב) אילו הפעילו כוחות קטנים על הבוכנה כך שנפחו היה מתכווץ באיטיות רבה עד שהיה מגיע ל־0.1 מנפחו המקורי בלי שטמפרטורת הגז היתה משתנה — מה היה לחצו אחר הכיווץ?

ג) הסבר מדוע שתי התוצאות שחישבת בסעיפים (א) ו־(ב) אינן זהות

19. בתרשים המצורף מצויירות שתי איזותרמות של כמות מסויימת של גז אידיאלי דו־אטומי אחת לטמפרטורה של 27° צלזיוס והשניה לטמפרטורה של t° צלזיוס.




א) חשב את נפח הגז בנקודה C.

ב) חשב את הטמפרטורה t° צלזיוס המתאימה לאיזותרמה המצויירת השניה.

ג) כמה מולים בכמות הגז הנ"ל?

ד) מהו שעור העבודה שעובד הגז בשעת התפשטותו בלחץ קבוע מ־A ל־C?

ה) כמה אנרגיה צריך להשקיע בגז כדי להעבירו ממצב A למצב C בלחץ קבוע?

## פרק שלישי — תורת הנוזלים והגזים

20. מקובל לרשום את חוק ברנולי בצורה

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{const}$$

א) הסבר את פירוש האותיות בנוסחה ואת המובן הפיסיקלי של הקבוע (Const).

ב) לקצה של הצנור הראשי של אספקת המים שקוטרו 20 ס"מ ושזורמים בו מים בלחץ 7 אטמוספירות חובר צנור כבאים שקוטרו 5 ס"מ ממנו יוצאים מים בקצב של 30 ליטרים

לשניה. חשב את לחץ המים בצנור הכבאים בהנחה כי כל הצנורות אופקיים.

**21.** קערה ובה גוש חמרן שמסתו 5 ק"ג וצפיפותו 2.7 גרם לסמ"ק וכן גוש קרח שמסתו 5 ק"ג וצפיפותו 0.9 גרם לסמ"ק צפה על פני המים בתוך אמבטיה. אחר שמוציאים את שני הגושים הנ"ל מתוך הקערה ומטילים אותם לתוך האמבטיה מחכים עד שגוש הקרח נמס בתוך מי האמבטיה.

א) האם הקערה עלתה, נשארה במקומה, או ירדה יחסית לפני המים באמבטיה? נמק את תשובתך.

ב) האם השתנה גובה פני המים באמבטיה במשך תהליך ההמסה של הקרח במים. הנח כי לא חל שינוי בטמפרטורת המים בגלל קליטת חום מהאוויר. נמק את תשובתך.

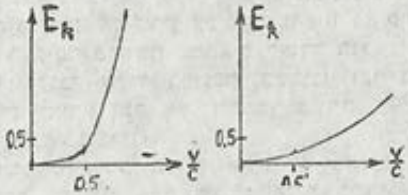
## פרק רביעי — תורת היחסות הפרטית

**22.** צופה אחד הטס בחללית וצופה שני הנמצא על פני כדור הארץ מודדים שניהם את אורכו של מכשיר המצוי בתוך החללית. אחד הצופים מצא כי אורך המכשיר 1 מטר והשני מצא כי אורך המכשיר 999.999 מ"מ.

א) איזה משני הצופים מצא כי אורך המכשיר 1 מטר ומה מהירות החללית יחסית לכדור הארץ?

ב) כיצד נובע מטרנספורמציות לורנץ כי מהירות האור היא קבועה לגבי כל המערכות הנעות במהירות קבועה כלפי כדור הארץ.

**23.** א) בשפופרת דמוית שפופרת רנטגן מאיצים אלקטרונים בעזרת מתח V ונותנים להם לפגוע ולהעצר בתוך גוש מתכת. חשב את מהירות פגיעת האלקטרונים בגוף המתכת ואת האנרגיה המשתחררת אם המתח המאיץ V הוא (I) 100 וולט (II) 100 מליון וולט?




ב) נתונים שני גרפים המתארים את תלות האנרגיה הקינטית של חלקיק נע כפונקציה של מהירותו (יחסית למהירות האור בריק) — גרף אחד לפי המכניקה הקלסית וגרף אחד לפי המכניקה הרלטיביסטית. בשני הגרפים קנה המידה הוא שווה. איזה משני הגרפים מתאים למכניקה הרלטיביסטית? נמק את תשובתך.

24. למקור זרם בעל מתח אפקטיבי של 120 וולט והתנגדות פנימית זניחה, תדירות הניתנת לשינוי. למקור זרם זה מחוברים במעגל טורי קבל, סליל שהשראותו 100 מיליהנרי, ואמפרמטר שהתנגדותו 1 אוהם. בניסויים שבהם משנים את תדירות המקור באופן רציף מתברר כי עוצמת הזרם האפקטיבית היא מכסימלית ושעורת 1.5 אמפר כאשר תדירות המקור 500 הרץ.

א) חשב את התנגדות הסליל ואת קיבול הקבל.

ב) חשב את המתח על הסליל יחד עם האמפרמטר ואת המתח על הקבל כשעוצמת הזרם מכסימלית.

ג) חשב את עוצמת הזרם האפקטיבית דרך המקור, דרך הקבל ודרך הסליל יחד עם האמפרמטר אם הקבל חובר **במקביל** לסליל עם האמפרמטר ושניהם חוברו למקור הזרם כאשר תדירותו 500 הרץ.

25. מקור מתח חילופין הוא בעל התנגדות פנימית זניחה, בעל תדירות 100 הרץ ובעל מתח אפקטיבי 200 וולט. למקור זה חובר סליל שהתנגדותו האוהמית 50 אוהם והשראותו 0.1 הנרי.

א) רשום נוסחות לחישוב המתח הרגעי ועוצמת הזרם הרגעית דרך הסליל כפונקציות של הזמן אם ידוע כי בזמן $t=0$ גם המתח הרגעי שווה אפס.

ב) חשב את ההספק של החום הנוצר בסליל.

ג) מה צריך להיות קיבולו של קבל המחובר בטור לסליל במעגל הזרם כדי שלא יווצר הפרש מופע בין הזרם ובין המתח בהדקי המקור.

ד) חשב את המתח האפקטיבי על הסליל ועל הקבל במקרה זה.

## פרק ששי — תורת האור והגלים

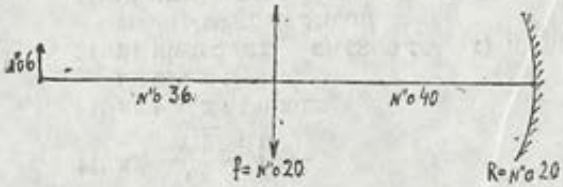
26. בספקטרום הפליטה של גז מסוים יש שני קווים בולטים המתאימים לאורכי גל $\lambda$ ו־$\lambda_2$ שלחו אלומת קרנים צרה שנפלטה מגז זה במאונך אל שריג עקיפה שבו $8\times10^5$ קווים למטר ומצאו כי קו העקיפה הראשון המתאים לאורך הגל $\lambda_2$ נתקבל בזווית $30°16'$ (לגבי הקרן הפוגעת בשריג) וקו העקיפה הראשון המתאים לאורך הגל $\lambda_2$ התקבל בזווית $19°38'$ (לגבי כיוון הקרן שפגעה בשריג).

א) חשב את אורכי הגלים $\lambda_1$ ו־$\lambda_2$ באנגסטרם.

ב) אחר שהחליפו את השריג הנ"ל בשריג אחר וחזרו על הניסוי התברר כי קו העקיפה ה־n־י המתאים לאורך הגל $\lambda_1$ התלכד עם קו העקיפה ה־$(n+1)$ המתאים לאורך הגל $\lambda_2$ ושניהם התקבלו יחד בזווית $39°3'$ (לגבי כיוון הקרן הפוגעת בשריג). חשב את מספר הקווים בשריג השני.

27. המרחק בין עדשה מרכזת, שרוחק מוקדה 20 ס"מ, ובין מראה קעורה שמחוגה (רדיוסה) אף הוא 20 ס"מ, הוא 40 ס"מ ולשתיהן

ציר אופטי משותף. גוף שגובהו 6 ס"מ נמצא במרחק 36 ס"מ מן העדשה כך שהעדשה נמצאת בין הגוף ובין המראה הקעורה.




א) שרטט את תמונת הגוף המתקבלת אחר מעבר האור הנפלט מן הגוף דרך העדשה והחזרתו מן המראה.
ב) חשב את מקום התמונה הנ"ל.
ג) חשב את גודל התמונה וקבע את טיבה (ממשית או מדומה, ישרה או הפוכה יחסית לגוף).

**פרק שביעי — אלקטרונים ומבנה האטום**

28. לוחות קבל בנויים ממתכת שפונקציית העבודה שלה 3.65 אלקטרון־וולט. אחד הלוחות מוארק ועל הלוח הלא מוארק מקרינים אור כך שהוא פוגע בצד הלוח הפונה אל הלוח המוארק. קיבול הקבל 0.02 מיקרופרד.
א) מהו תחום אורכי הגלים המסוגלים לגרום לפליטת אלקטרונים מן הלוח המוקרן.
ב) מהו הפוטנציאל המירבי אליו יגיע הלוח המוקרן אם אורך הגל של האור המוקרן עליו הוא 2500 אנגסטרם ?
ג) מהו מספר האלקטרונים המירבי שיפלט מן הלוח המוקרן כנ"ל ?

29. להלן רשימת רמות האנרגיה הראשונות של אטום הכספית באלקטרון־וולט $E_\infty = 0$ .

$E_1 = -10.4$ ; $E_2 = -5.5$ ; $E_3 = -3.7$ ; $E_4 = -1.6$ ; ...

א) מהו אורך הגל המירבי של קרינה אלקטרומגנטית המסוגלת לגרום ליינון אטומי כספית הנמצאים ברמת האנרגיה הבסיסית שלהם.
ב) בשפופרת שקופה נמצאים אדי כספית בלחץ נמוך מאוד. מהי תדירות האור הנפלט משפופרת זו כאשר מעבירים דרכה זרם חשמלי במתח 5.5 וולט ?
ג) האם יפלט אור מהשפופרת גם אם יעבירו דרכה זרם חשמלי במתח 4.5 וולט ? נמק את תשובתך.

**תשובות:** 1. $1.7\times10^{-23}$ סמ"ק 3. א) $41°49'$
5. (ה) 6. (ב) 7. (ג) 8. (ב) 9. (ג)
10. א) 2000 מ' ב) 180 שנ' ; 18 ק"מ

ג) 10 מ׳/שנ׳² ; 1.25— מ׳/שנ׳²
ד) 413.2 שנ׳ ; 291.5 מ׳/שנ׳

11. א) 3.578 ק״מ/שנ׳ כ) 25 ק״מ/שנ׳
ג) $3.66\times10^{7}$ קילו קלוריות

12. א) 0.218 מ׳/שנ׳ ב) 0.785 שנ׳ ג) 0.501 נ׳
ד) 0.4995 נ׳

13. א) 4 וולט ; 0.5 אוהם

14. א) $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2MV}{Q}}$

ב) $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2MV}{Q}}-\sqrt{\frac{2MV}{B^2Q}-s^2}$

15. א) 0.0015 נ׳ (על RS אלינו ועל PQ מאיתנו) ; O על QR ו־PS. ב) $0.094\cos(188.5t)$

16. א) 8 ג׳אול ב) 2.5 מ׳/שנ׳²

17. א) $5\sqrt{\sin\alpha}$ מ׳/שנ׳ .
$5\sqrt{2(\sin\alpha-k\cos\alpha)}$ מ׳/שנ׳
ב) $k=\frac{1}{2}\tan\alpha$

18. א) 50.24 אטמ׳ ; 480.6° ב) 20 אטמ׳

19. א) 300 סמ״ק ב) 477°C ג) $1.283\times10^{-3}$ מול
ד) 4.737 ג׳אול ה) 16.58 ג׳אול

20. ב) 6.982 אטמ׳

22. א) $3\times10^{5}$ מ׳/שנ׳ ב) גרף II

23. א) (I) $5.9\times10^{6}$ מ׳/שנ׳ ; $1.6\times10^{-17}$ ג׳אול
(II) $2.992\times10^{8}$ מ׳/שנ׳ ; $1.6\times10^{-11}$ ג׳אול

24. א) 79 אוהם ; 1.013 מיקרופרד
ב) 475 וולט ; 471.3 וולט
ג) סליל : 0.382 אמפר ; קבל : 0.0382 אמפר ;
מקור : 0.344 אמפר

25. א) $V=282.8\sin(628t)$ ; $i=3.522\sin(628t-0.9)$
ב) 620.5 ג׳אול ג) 25.33 מיקרופרד
ד) 321.2 וולט ; 251.3 וולט

26. א) 6300 ו־4200 אנגסטרום ב) $5\times10^{5}$ קווים למטר

27. ב) $3\frac{1}{2}$ ס״מ לפני המראה. ג) 5 ס״מ ; ממשית הפוכה

28. א) 3401 ~ $0<\lambda_1$ (אנגסטרום)
ב) 1.315 וולט ג) $1.644\times10^{11}$

29. א) 1193.5 אנגסטרום ב) $1.1843\times10^{15}$ הרץ

## מבחן מספר 47 (1982)

חלק ראשון — 3 שעות — 80 נקודות.

**נושא א': פרקי בחירה: עליך לענות על שתי שאלות משני פרקים שונים, שאלה אחת מכל פרק. לכל שאלה 10 נקודות.**

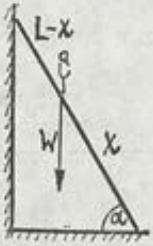
**פרק ראשון — מכניקה של גוף קשיח.**

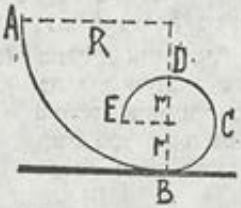
1. סולם אלומיניום בעל משקל זניח עומד על ריצפה אופקית כשהוא נשען אל קיר אנכי. מקדם החיכוך בין רגלי הסולם לריצפה הוא $k_1$ ומקדם החיכוך בין ראש הסולם לקיר הוא $k_2$. אדם שמשקלו W עלה למרחק x (לאורך הסולם) מרגלי הסולם. אורך הסולם כולו L והזווית בין הסולם לריצפה היא α.

א) הבע את המרחק המירבי x אליו מותר לאותו אדם להגיע מבלי שהסולם יחליק באמצעות L, α, $k_1$ ו־$k_2$.

ב) חשב את הזווית המזערית α שבה יכול אותו אדם לעלות עד הקצה העליון של הסולם מבלי שהסולם יחליק.

ג) האם מותר לעלות בסולם זה (I) אם אין חיכוך בין רגלי הסולם ובין הריצפה? (II) אם אין חיכוך בין ראש הסולם לקיר?




2. מסילה ABCD מורכבת מחלק AB בצורת רבע מעגל שמחוגו R ומחלק BCDE בצורת שלושה רבעים של מעגל שמחוגו r ($R > 2r$), כשלשני המעגלים משיק משותף אופקי בנקודה B. מביאים גליל מלא בעל מסה m ומחוג $r_1$ לנקודה A ועוזבים אותו, כך שהגליל מתגלגל ללא החלקה לאורך המסילה.

א) מה צריך להיות יחס המחוגים $R:r$ על מנת שהגליל המלא יגיע לנקודה הגבוהה ביותר, D, של המסילה BCDE?

ב) אם היחס $R:r$ יהיה בעל הערך המזערי האפשרי בהתאם לחישוביך בסעיף הקודם ויביאו גליל חלול לנקודה A ויעזבו אותו — האם יגיע גליל חלול זה לנקודה D אם גם הוא יתגלגל ללא החלקה על המסילה?

## פרק שני — תרמודינמיקה

3. שני כלים אטומים ומבודדים מבחינה תרמית מן הסביבה מחוברים זה לזה באמצעות צינור דקיק וקצר שבאמצעיתו שסתום.
תחילה השסתום סגור ובכלי הראשון נמצא מול אחד של גז אידיאלי דו־אטומי בנפח $V_1$, בלחץ $P_1$ ובטמפרטורה $T_1$ כשהאנרגיה הפנימית $U_1$ והאנטרופיה שלו $S_1$. בכלי השני שנפחו $V_1$ שורר ריק. אחר פתיחת הברז עובר חלק מן הגז לכלי השני ולאחר זמן מה נמדדו הלחץ והטמפרטורה וחושבה האנרגיה הפנימית הכוללת $U_2$ והאנטרופיה הכוללת $S_2$ של הגז בשני המיכלים.
א) באילו מן הגדלים שנזכרו לעיל חל שינוי כמותי?
ב) חשב את הטמפרטורה, הלחץ, האנרגיה הפנימית הכוללת והאנטרופיה הכוללת זמן ניכר אחר פתיחת הברז.

4. בגליל חלול הסגור מצדו האחד ע"י טבלה סגורה קבועה ובצידו השניה על ידי בוכנה המסוגלת לנוע בתוך הגליל נמצאים 20 מול של גז אידיאלי בטמפרטורה של 27° צלזיוס כשהגז תופס נפח של 0.5 מ"ק. מקטינים את נפח הגז ע"י הזנת הבוכנה עד 0.25 מ"ק ומחכים עד שטמפרטורת הגז שוב 27° צלסיוס.
איזו עבודה נעבדה בשעת דחיסת הגז אם דחיסה זו נעשתה
א) בתהליך איזותרמי.
ב) בתהליך איזוברי שלאחריו תהליך איזומטרי.
ג) בתהליך איזומטרי שלאחריו תהליך איזוברי.
חשב בכל מקרה גם את כמות החום שנמסרה לסביבה או נקלטה ממנה בשעת התהליכים הנ"ל.

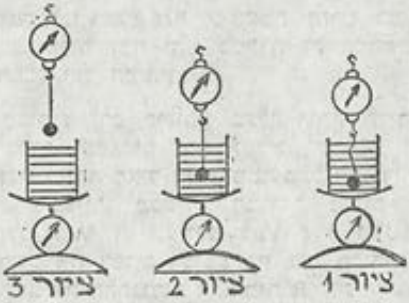
## פרק שלישי — נוזלים וגז

5. בצינור זכוכית אנכי סתום מלמטה ובעל ברז מלמעלה שאורכו 125 ס"מ נמצאת עמודת כספית שאורכה 20 ס"מ ותחתיה כלואה כמות אוויר. כשהברז בקצה העליון פתוח גובה עמוד האוויר מתחת לכספית הוא 42 ס"מ. לחץ האוויר החיצוני הוא 74 ס"מ כספית.

א) מסובבים את הצינור ב־90° כך שהוא מונח אופקית כאשר הברז פתוח. מהו אורך עמוד האוויר בקצה הסגור של הצינור במצב זה?
ב) ממשיכים לסובב את הצינור כך שהוא שוב אנכי כשהחלק הסגור למעלה והחלק הפתוח למטה. מהו אורך עמוד האוויר בחלק הסגור של הצינור במצב זה?

ג) מחזירים את הצינור למצב ההתחלתי וסוגרים את הברז. עתה מביאים את הצינור תחילה למצב אופקי ואח"כ למצב אנכי כשהברז למטה. מהם אורכי עמוד האוויר הכלוא בצד המרוחק מהברז בשני מצבים אלה?

6. על מאזני קפיץ מונח סיר ממולא נוזל שצפיפותו $s_1$. בתחתית הסיר מונח כדור מתכת שנפחו V וצפיפותו $s_2$ ($s_2 > s_1$), הקשור בעזרת חוט נילון רפוי אל מאזני קפיץ המוחזקים מעל הסיר (ציור 1). במצב זה מראים המאזנים הראשונים משקל W ק"ג.




א) מרימים את מאזני הקפיץ השניים עד שחוט הנילון נמתח וכדור המתכת תלוי כך שאינו נוגע בסיר ומכוסה כולו בנוזל (ציור 2). מה יורו שני המאזניים במצב זה?

ב) מרימים את מאזני הקפיץ עוד יותר עד שכדור המתכת תלוי מעל לנוזל מבלי לגעת בנוזל (ציור 3). מה יורו שני מאזני הקפיץ במצב זה?

## פרק רביעי — תורת היחסות הפרטית

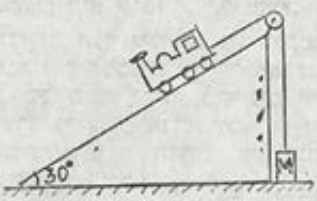
7. המנוע של טיל הוא מאיץ פרוטונים העובד במתח של $3.34 \times 10^7$ וולט. הפעילו את המנוע הנ"ל כאשר מהירות הטיל יחסית לכדור הארץ כבר הגיעה ל-$10^8$ מטר לשניה כך שיגביר את מהירות הטיל בצורה מירבית. חשב את מהירות הפרוטונים הנפלטים ממנוע הטיל יחסית לכדור הארץ.

8. שני מאיצי חלקיקים מזרימים חלקיקים זהים בעלי מסות של $3MeV/c^2$ ובעלי תנע $2MeV/c$ בתוך אותה שפופרת ריק בכיוונים מנוגדים זה לזה.

א) חשב את מסת המנוחה של חלקיק הנוצר כאשר שני חלקיקים שנעו זה לקראת זה בשפופרת הנ"ל והתנגשו התנגשות מצח פלסטית.

א) מהיר מהירות הנער אחר שבעט בכדור, אך לפני שתפס את הכדור החוזר?
ב) מהי מהירות הנער אחר שתפס את הכדור החוזר מהקיר?
ג) מהו המרחק בין המקום בו בעט הנער בכדור ובין המקום בו תפס את הכדור החוזר?
ד) האם התנע של הנער עם הכדור אחר שתפסו שווה לתנע שהיה להם לפני הבעיטה? כיצד מתישבת תשובתך עם חוק שמור התנע?

16. קטר צעצוע שמסתו 400 גרם נמצא על פסים קבועים על מישור משופע שזווית שיפועו 30° וקשור בעזרת חוט שמסתו זניחה העובר מעל גלגל שאף מסתו זניחה בראש המישור אל משקולת שמסתה 600 גרם. המשקולת מונחת על השולחן ליד המישור המשופע והחוט המגיע ממנה לגלגל הוא אנכי. כאשר מפעילים את מנוע הקטר, הוא מצידו מפעיל כח בן 5 ניוטון כלפי מטה בכיוון מקביל למישור והקטר מתחיל לנוע ולהרים את המשקולת הקשורה אליו, אך אחר 1.5 שניות ניתק הקשר בין מנוע הקטר וגלגליו והקטר ממשיך לנוע על הפסים כשהחיכוך בינו ובין הפסים זניח.




א) תאר את שלבי התנועה השונים של הקטר עד שהמשקולת חוזרת אל מקומה ההתחלתי על פני השולחן.
ב) מהי מהירות הקטר ברגע בו ניתק הקשר בין מנוע הקטר וגלגליו, ואיזה מרחק הספיק הקטר לעבור עד רגע זה?
ג) כמה שניות עברו מרגע שהמשקולת התרוממה מעל השולחן ועד שחזרה למקומה?

17. מעבדת חלל שמסתה 50 טון מקיפה את כדור הארץ במסלול מעגלי. אחר שמפעילים את מנועי המעבדה אשר מספקים לה אנרגיה בשעור $1.2 \times 10^{11}$ ג'אול עוברת המעבדה למסלול מעגלי גבוה יותר כך שמרחקה ממרכז כדור הארץ במסלול הגבוה גדול פי ארבעה ממרחקה ממרכז כדור הארץ במסלול הנמוך.
א) מה היה זמן ההקפה של מעבדת החלל סביב כדור הארץ במסלול הנמוך?
ב) מה היה מרחק המעבדה ממרכז כדור הארץ במסלול הנמוך?
ג) איזו אנרגיה היתה דרושה להעלאת המעבדה מפני כדור הארץ למסלול הנמוך והכנסתה למסלול זה (תוך הזנחת איבודי אנרגיה בגלל החיכוך, יצירת חום וכד').

## נושא ג׳ — חשמל

**עליך לענות על שתיים מהשאלות 18—20 (לכל שאלה 15 נקודות).**

18. מקור זרם בעל כא״מ 1200 וולט מחובר באמצעות נגד שהתנגדותו R לקבל לוחות שקיבולו 0.1 מיקרופרד.

א) חשב את כמות המטען המצטברת על לוח הקבל המחובר אל הקוטב החיובי של מקור הזרם ואת האנרגיה החשמלית שנקלטה בקבל אחר חיבורו למקור הזרם אם לא היה טעון תחילה.

ב) חשב את כמות החום שנוצרה בנגד בשעת טעינת הקבל.

ג) לאחר שהקבל נטען, הוא נותק ממקור הזרם ולוחותיו חוברו לשני קצות הנגד. חשב את כמות החום שנוצרה בנגד תוך כדי פריקת הקבל דרכו.

ד) אחר שהקבל נטען שנית בעזרת אותו מקור זרם ונותק ממקור הזרם — קירבו את לוחותיו זה אל זה עד כדי מחצית המרחק שהיה ביניהם תחילה ורק אחר זאת פורק מטען הקבל דרך הנגד. חשב את כמות החום שנוצרה בנגד במקרה זה.

19. ברשותך מקור מתח בעל כא״מ 9 וולט שהתנגדותו הפנימית זניחה, נורה שעליה רשום 6V 12W ונגד בצורת חוט גלוי שהתנגדותו הכוללת 6 אוהם, וחוטי חיבור בעלי התנגדות זניחה.

א) שרטט שתי אפשרויות שונות לחיבור הנורה הנ״ל למקור הזרם כך שתפעל בצורה תקינה בהתאם לרשום עליה.

ב) חשב את צריכת הזרם מן המקור בכל אחד משני המקרים.

ג) באיזה משני המקרים ששרטטת ניתן לעמעם את אור הנורה עד כדי כיבויה הגמור? נמק את תשובתך.

20. שדה חשמלי אחיד שעוצמתו 120 וולט לס״מ מכוון מצפון לדרום, ושדה מגנטי אחיד שעוצמתו $6 \times 10^{-5}$ טסלה (ובר למ״ר) מכוון ממזרח למערב. אלומת אלקטרונים נעה אנכית לפני כדור הארץ בשני השדות מבלי לסטות מהמסלול האנכי.

א) קבע את מהירות האלקטרונים באלומה ואת כיוון תנועתם (מלמעלה למטה או מלמטה כלפי מעלה).

ב) מה היה המתח שהאיץ אלקטרונים אלה בתותח האלקטרונים שיצר את האלומה?

ג) באיזה מישור ובאיזה סוג של מסלול ינועו האלקטרונים של האלומה אם ינתקו את המתח היוצר את השדה החשמלי הנ״ל מבלי לשנות את השדה המגנטי הנ״ל?

ד) באיזה מישור ובאיזה סוג של מסלול ינועו האלקטרונים של האלומה אם ינתקו את הזרם לאלקטרומגנטים היוצרים את השדה המגנטי מבלי לשנות את השדה החשמלי הנ״ל.

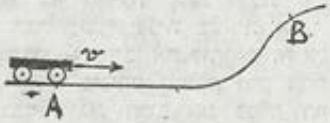
חלק ב׳ — שעה אחת — 20 נקודות

עליך לענות על עשר שאלות מתוך השאלות 21—32 (לכל שאלה 2 נקודות).

21. לעגלה העומדת על פסים אופקיים הוקנתה בנקודה A מהירות אופקית v והיא עלתה בחלק המשופע של הפסים עד לנקודה B והחלה להחליק חזרה. אחר שהחזירו את העגלה לנקודה A והעמיסו עליה משקולת נוספת — הקנו לה שוב מהירות אופקית v כדי שתעלה שוב על הפסים המשופעים. עד איזו נקודה תעלה העגלה עכשיו לפני שתחליק חזרה?

א) עד לנקודה נמוכה מנקודה B.

ב) עד לנקודה B.




ג) עד לנקודה גבוהה מנקודה B.

ד) לפי נתוני השאלה בלבד אי אפשר לענות על השאלה.

22. מקור זרם חילופין מספק זרם לסליל נחושת. מביאים טבעת אלומיניום לנקודה P הסמוכה לקצה השמאלי של הסליל כך שמישורה מאונך לציר סליל הנחושת (ראה ציור). האם הטבעת

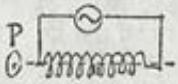
א) תמשך אל הסליל?

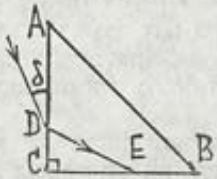
ב) תדחה מן הסליל?

ג) לא תמשך ולא תדחה?

ד) תמשך ותדחה חליפות?

23. ABC הוא חתך מאונך לגובה של מנסרת זכוכית וצורתו משולש ישר זווית שווה שוקיים. כאשר קרן אור מונוכרומטית פוגעת במנסרה בנקודה D, היא נשברת ומגיעה לדופן השניה של המנסרה בנקודה E. כל זמן שהזווית δ (ראה ציור) קטנה מ־60° יוצאת הקרן בנקודה E מהזכוכית לאוויר, אך אם הזווית δ

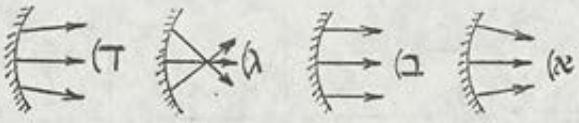


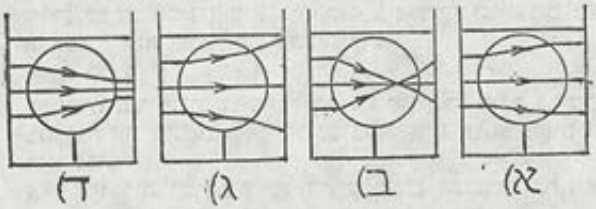

גדולה מ־60° אין הקרן יכולה לצאת בנקודה E מתוך מנסרת הזכוכית. מנת השבירה של הזכוכית ממנה עשויה מנסרה זו היא

א) $\frac{1}{2}\sqrt{5}$ ב) $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ ג) $\sqrt{3}$ ד) 1.25

24. אדם מתבונן בפצע ליד עינו במראת גילוח קמורה. חלק מקרני האור שיצאו מפצע זה, פגעו במראה והוחזרו ממנה מצויירים בתרשימים הבאים. איזה תרשים מתאר קרנים אלה בצורה נכונה?

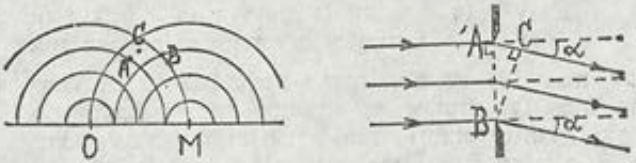



25. בתוך אקוריון ממולא מים מוחזק בלון שקוף דקיק מפלסטיק הממולא אוויר בעזרת חוט כך שהבלון כולו מתחת לפני המים. מקור אור שולח קרניים מקבילות דרך המים אל הכדור. איזה תרשים מתאר את מהלך הקרניים בצורה נכונה?




26. אור מונוכרומטי בעל אורך גל $\lambda$ פגע במאונך בסדק במחיצה אטומה ונוצרה תבנית עקיפה על מסך מרוחק. הזווית בין הקרן המרכזית ובין הישר המקשר את הסדק עם הפס הכהה השני (מן המרכז) היא $\alpha$. במקרה זה המרחק AC (ראה ציור) חייב להיות

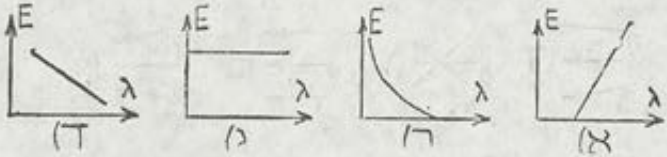
א) $\frac{1}{2}\lambda$ ב) $\lambda$ ג) $1\frac{1}{2}\lambda$ ד) $\frac{1}{4}\lambda$




27. שני מקורות קול המשמיעים טונים שווים בעלי אורך גל $\lambda$ בעוצמה שווה נמצאים בנקודות O ו־M בהתאמה. המעגלים בציור מתארים את חזיתות הגלים הנוצרים ע"י המקורות ברגע מסויים. מקרופונים ממוקמים בנקודות A, B ו־C. באיזה מהמקרופונים לא יקלט אות קול?

א) ב־A ב) ב־B ג) ב־C ד) אף לא באחד מהם.

28. איזה מהגרפים הבאים מתאר את תלות האנרגיה E של פוטו־אלקטרונים שהוצאו ממתכת ע"י קרינה באורך הגל λ של האור הפוגע במתכת הקטודה של תא פוטואלקטרי.




29. שני מקורות קרינה מספקים אלומות קרינה אלקטרומגנטית. אורך הגל של קרינת המקור הראשון הוא $1.5 \times 10^{-7}$ מטר ושטף האנרגיה בו $5 \times 10^{-12}$ ג'אול/שניה. אורך הגל של קרינת המקור השני הוא $6 \times 10^{-7}$ מטר ושטף האנרגיה בו $2.5 \times 10^{-12}$ ג'אול/שניה. יוצא איפוא כי היחס בין שטף הפוטונים באלומה הראשונה לזה שבאלומה השניה הוא

א) 2 ב) $\frac{1}{2}$ ג) 4 ד) $\frac{1}{4}$

30. מקרינים אור מונוכרומטי על תא פוטואלקטרי ואחר כך מקטינים בהדרגה את עוצמת האור הפוגע בתא. איזו מן הקביעות הבאות היא נכונה:

א) המהירות המירבית של האלקטרונים העוברים בתא פוחתת בהדרגה אך מספרם בכל דקה נשאר קבוע.

ב) מספר האלקטרונים העוברים בתא בכל דקה הולך ופוחת ומהירותם המירבית אף היא פוחתת.

ג) מספר האלקרונים העוברים בתא בכל דקה הולך ופוחת, אך מהירותם המירבית אינה משתנה.

ד) מספר האלקטרונים העוברים בתא וכן מהירותם המירבית של האלקטרונים אינם משתנים.

31. כשאטום $_{89}Ac^{228}$ פולט חלקיק β נוצר חלקיק

א) $_{90}X^{228}$ ב) $_{88}Y^{228}$ ג) $_{90}Z^{229}$ ד) $_{88}V^{229}$

איזו מארבעת האפשרויות הנ"ל נכונה?

32. לפולוניום $_{84}Po^{210}$ תקופת מחצית חיים של 136 שעות. לכלי סגור הוכנסה כמות מסויימת של פולוניום. 17 ימים אחר שהכלי נסגר נבדקה תכולת הכלי ונמצא שנותרו בכלי 2 מיליגרם פולוניום. כמה פולוניום הוכנס לכלי תחילה?

א) 16 מ"ג ב) 4 מ"ג ג) 6 מ"ג ד) 8 מ"ג

תשובות: 1. א) $x = L k_1(\tan\alpha + k_2) / (1 + k_1 k_2)$

ב) $\tan\alpha = 1/k_1$

ג) (I) לא (II) כן, אם α מקיים את התנאי $\tan\alpha \geq 1/k_1$

2. א) $R : r \geq 2.75$ ב) לא יגיע

3. ב) $T_2=0.85T_1$ ; $p_2=0.567p_1$ ;
$U_2=U_1-0.375RT_1$ ; $S_2=S_1-6.19R$

4. א) 34,124 ג'אול ; 34,124 ג'אול נמסרו לסביבה
ב) 24,615 ג'אול ; 24,615 ג'אול נמסרו לסביבה
ג) 24,615 ג'אול ; 24,615 ג'אול נמסרו לסביבה

5. א) 53.53 ס"מ ב) 73.11 ס"מ
ג) 48.15 ס"מ ; 54.54 ס"מ

6. א) $W-Vg(s_2-s_1)$ ; $Vg(s_2-s_1)$
ב) $W-Vs_2g$ ; $Vs_2g$

7. $2.4\times10^7$ מ'/שנ'

8. א) $6MeV/c^2$ ב) לא, יש תיסוף של $1.528MeV/c^2$

9. א) 23.88 אמפר ב) $53.35°$
ג) 88.97 הרץ ; 120 וולט ; 357.8 וולט ; 89.44 וולט

10. א) $90°$ ב) 4 אוהם ; 19.6 אוהם ; 20 אוהם

11. א) קטע ישר ב) $1.44°$ ג) בזווית $45°$ לגבי הדופן

12. א) 3 ב) 2667 ג) 7 קווים ; 5 קווים

13. א) $4.23\times10^{14}$ הרץ ב) $1.063\times10^8$ מ'/שנ'
ג) 3.215 וולט

14. א) 4.85 אנגסטרום ג) $4.095\times10^{-16}$ ג'אול

15. א) 0.25 מ'/שנ' ב) 0.488 מ'/שנ' ג) 30.77 ס"מ

16. ב) 1.5 מ'/שנ' ; 0.75 מ' ג) 2.593 שנ'

17. א) 159,000 שניות ב) $6.4\times10^7$ מ'
ג) $3.04\times10^{12}$ ג'אול

18. א) 120 מיקרוקולון ; 0.072 ג'אול ב) 0.072 ג'אול
ג) 0.072 ג'אול ד) 0.036 ג'אול

19. א) 3.196 אמפר ; 2 אמפר

20. א) $2\times10^6$ מ'/שנ' מלמעלה כלפי מטה
ב) 11.375 וולט

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21. (ב) | 22. (ד) | 23. (א) | 24. (ד) |
| 25. (ג) | 26. (ג) | 27. (א) | 28. (ב) |
| 29. (ב) | 30. (ג) | 31. (א) | 32. (ד) |

## מבחן מספר 48 (1982)

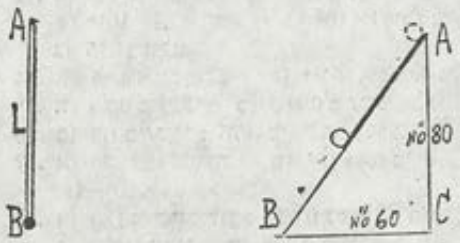
### חלק ראשון — 3 שעות — 80 דקות

**נושא א': פרקי בחירה**

**עליך לענות על שתי שאלות משני פרקים שונים, שאלה מכל פרק. לכל שאלה 10 נקודות.**

**פרק ראשון — מכניקה של גוף קשיח**

1. סרט בד קל כרוך מספר כריכות סביב היקפו של גליל מתכת מלא שקוטרו 4 ס"מ וגובהו 7 ס"מ. צפיפות המתכת 9 גרם לסמ"ק. קצה הסרט מודבק לקצה העליון A של מנסרת עץ משולשת ישרת זווית המונחת על פיאתה הצדדית שרוחבה 60 ס"מ = BC. רוחב הפיאה האנכית הוא 80 ס"מ = AC (ראה ציור). גליל המתכת מתחיל להתגלגל מ־A. חשב את המהירות הזוויתית בה מגיע הגליל לנקודה B כשהחיכוך זניח.




2. מוט עץ דק שאורכו L ומסתו m תלוי על ציר העובר בנקודה A. לקצה B של המוט דבוקה משקולת עופרת קטנה שמסתה 3m.
   א) חשב את מומנט ההתמד של המוט יחד עם המשקולת ביחס לנקודה A.
   ב) חשב את זמן המחזור של מוט העץ עם המשקולת הדבוקה אליו אם יתנודד כמטוטלת סביב הציר בנקודה A.

**פרק שני — תרמודינמיקה**

3. כלי זכוכית שנפחו 3 ליטר מכיל המצן בלחץ 2 אטמוספירות בטמפרטורת החדר שהיא 27° צלזיוס. כלי זכוכית אחר שנפחו 5 ליטר מכיל חנקן בלחץ 4 אטמוספירות בטמפרטורת החדר. שני הכלים מחוברים באמצעות צינור זכוכית קצר ודק ובו שסתום סגור.
   א) חשב את לחץ תערובת הגזים בשני הכלים אחר שיפתחו את השסתום הנ"ל אם טמפרטורת הגזים לא תשתנה.
   ב) חשב את לחץ תערובת הגזים בשני הכלים אחר שיחממו את תערובת הגזים בכלים ב־30° צלזיוס.

4. מיכל גז בישול מכיל 60 ליטר גז פרופן (מסה מולקולרית 58) בלחץ 35 אטמוספירות בטמפרטורה 17° צלזיוס.
א) חשב עד לאיזו טמפרטורה מותר לחמם את הגז במיכל אם המיכל מסוגל לעמוד בלחץ של 45 אטמוספירות בלבד.
ב) חשב כמה מולים של גז פרופן נמצאים במיכל הנ"ל בהנחה כי פרופן גז אידיאלי.
ג) חשב את מסת גז הפרופן במיכל.

## פרק שלישי — נוזלים וגזים

5. אל קצהו של מיכל זכוכית שנפחו V הולחם צינור זכוכית ששטח חתכו הפנימי 0.5 סמ"ר. גוש כספית שאורכו 5 ס"מ סגר כמות אוויר בתוך המיכל וחלק מן הצינור. כאשר הצינור

היה במצב אופקי היה המרחק המזערי בין גוש הכספית לקצה המיכל 10 ס"מ (ראה ציור), אך כשהעמידו את הצינור אנכית כך שהמיכל מעל לצינור — גדל המרחק המזערי בין גוש הכספית לקצה המיכל ל־15 ס"מ.
א) חשב את נפח המיכל V אם הלחץ האטמוספירי היה 75 ס"מ כספית.
ב) חשב את המרחק המזערי בין גוש הכספית ובין קצה המיכל כאשר צינור הזכוכית היה במצב אנכי מעל המיכל.

6. בלון עשוי גומי דקיק מולא על פני כדור הארץ בהליום בטמפרטורה 37° צלזיוס ונעזב. הכדור עלה לגובה רב עד מקום בו הטמפרטורה 17°C ולחץ האוויר 60% מהלחץ על פני כדור הארץ והתפוצץ.
א) חשב בכמה אחוזים השתנה הלחץ של ההליום בתוך הכדור לפני שהתפוצץ אם הכדור לא יכול לעמוד בפני הגדלת נפח של יותר מ־20% וקבע אם לחץ ההליום בבלון גדל או קטן בשעת עליית הבלון.
ב) הסבר מדוע התפוצץ הבלון.

## פרק רביעי — תורת היחסות הפרטית

7. הסבר בעזרת ניסוי מחשבתי כיצד שני מאורעות הנראים למשקיף מסויים כבו־זמניים, נראים למשקיף אחר כאילו המאורע האחד הקדים את חברו.

8. א) מהי הגדרת המסה במכניקה של ניוטון?
ב) הסבר מדוע ההנחה בתורת היחסות על דבר הגבלת המהירות של גופים גוררת אחריה כמסקנה שמסתו של גוף אינה יכולה להיות קבועה.

ג) מה צריכה להיות מהירותו של אלקטרון על מנת שמסתו תהיה גדולה פי 10 ממסת המנוחה שלו?

## פרק חמישי — זרם חילופין

9. מקור זרם חילופין בעל מתח אפקטיבי של 150 וולט ותדירות 100 הרץ מספק זרם לסליל בעל התנגדות 20 אוהם והשראות 120 מיליהנרי ולקבל המחובר בטור לסליל אשר קיבולו 25 מיקרופרד.
א) חשב את עוצמת הזרם האפקטיבית במעגל זה.
ב) חשב את הספק הזרם במעגל.
ג) חשב את המתחים האפקטיביים על הסליל ועל הקבל.

10. זרם חילופין סינוסואידלי מסופק לסליל בעל התנגדות אוהמית זניחה.
א) חשב את הפרש המופע בין הזרם למתח במקרה זה.
ב) חשב את הספק הסליל במקרה זה.
ג) הבא דוגמה מכנית למקרה בו מופעל כח על גוף מבלי שתיעבד עבודה.

## פרק ששי — תורת האור והגלים

11. אדם מתבונן בפניו בעזרת מראות גילוח בעלת מרחק מוקד של 25 ס"מ. חשב את ההגדלה בה רואה אותו אדם את פניו אם מרחק ראייתו הברורה היא
א) 30 ס"מ.
ב) 20 ס"מ.

12. שני מקורות אור שהמרחק ביניהם 1/400 ס"מ מקרינים אור קוהרנטי באורך גל 5000 אנגסטרום, אך בהפרש פזה מסויים. על מסך מקביל לישר העובר דרך שני מקורות האור במרחק 50 ס"מ מהם נוצרת תמונת התאבכות בה הפס הקהה הראשון מצוי במרחק 1 ס"מ ממרכז תמונת ההתאבכות.
חשב את הבדל המופע בין שני מקורות האור.

## פרק שביעי — אלקטרונים ומבנה האטום

13. כאשר מקרינים אור באורך גל 4500 אנגסטרום על תא פוטו־אלקטרי דרוש מתח נגדי של 1.25 וולט על מנת לעצור את הזרם הפוטואלקטרי בתא.
א) חשב את תדירות הסף של תא זה.
ב) חשב את המתח הנגדי הדרוש לעצירת הזרם הפוטואלקטרי הנוצר כאשר מקרינים על התא קרינה באורך גל 3250 אנגסטרום.

14. א) חשב את רמות האנרגיה של אטום המימן לפי מודל הגלים העומדים.

ב) חשב את רמות האנרגיה של אטום המימן לפי ספקטרום המימן.
ג) חשב את תדירות הקרינה הנפלטת כאשר אלקטרון באטום המימן עובר מהרמה המעוררת הראשונה לרמה היסודית.

**נושא ב' — מכניקה**

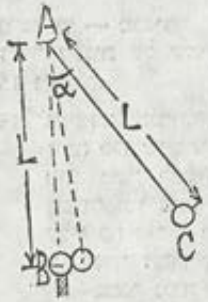
**עליך לענות על שתיים מתוך שלוש השאלות 15—17. לכל שאלה 15 נקודות.**

15. מנקודה הנמוכה ב־400 מטר ממטרה הנמצאת מאחורי הר נורה פגז שמסתו 15 ק"ג אל המטרה הנ"ל. מהירותו ההתחלתית 250 מטר לשניה וכיוון היריה 45° כלפי המישור האופקי. במשך זמן מעוף הפגז נשבה רוח בכיוון תנועת הפגז והפעילה עליו כח אופקי קבוע בשיעור 10 ניוטון.
א) מהו המרחק האופקי בין מקום פגיעת הפגז ובין המקום ממנו נורה?
ב) באיזו מהירות (גודל וכיוון) פגע הפגז במטרתו?

16. קטר שמסתו 40 טון הקשור לקרונות שמסתם הכוללת 360 טון התחיל לנוע על פסים אופקיים כשהספק מנועו קבוע ושווה 500 ק"ו והגיע כעבור 60 שניות למהירות 36 ק"מ לשעה.
א) איזה חלק מהאנרגיה שנוצרה במנוע הקטר במשך 60 שניות הנ"ל נוצל לשם ייצור האנרגיה הקינטית של הקטר והקרונות?
ב) כשהקטר הנ"ל הרתום לקרונות מפעיל את מלוא הספקו של 500 ק"ו — אין מהירותו יכולה לעלות על 90 ק"מ לשעה. חשב את מקדם החיכוך בין גלגלי הקרונות לפסים (תוך הזנחת החיכוך באוויר) ואת מקדם החיכוך המזערי בין גלגלי הקטר לפסים.

17. גוש חומר שמסתו 1000 טון נכנס לתחום המשיכה של השמש. כשהגוש היה עדיין מרוחק מאוד מן השמש היתה מהירותו 1000 ק"מ לשניה בכיוון אל השמש.
א) חשב את מהירות גוש החומר כשהוא הגיע למרחק 150 מיליון ק"מ מהשמש.
ב) חשב את כח המשיכה שהפעילה השמש על הגוש כאשר זה היה במרחק 150 מיליון ק"מ מהשמש.

עליך לענות על שתיים משלוש השאלות 18—20. לכל שאלה 15 נקודות.




18. כדור מתכת שמסתו m תלוי באמצעות חוט ניילון דקיק כמטוטלת בנקודה קבועה A כשהמרחק בין מרכז הכדור והנקודה A הוא L. כדור מתכת שני הזהה במימדיו לכדור הראשון מודבק אל מוט מבדד הובא לנקודה B בה היה תחילה הכדור הראשון ודחק את הכדור הראשון מעט הצידה. כאשר מביאים מטען חשמלי q אל הכדורים, מתרחק הכדור התלוי עד שחוט הניילון יוצר זווית α עם האנך (ראה ציור).

א) הוכח כי גודל המטען ניתן לחישוב בעזרת הנוסחה

$$q = 4L \sin^{3/2}\alpha \sqrt{mg \sin^{1/2}\alpha / k}$$

(k המקדם בנוסחת כח קולון).

ב) הראה כי ניתן למצוא את גודל המטען q בניסוי המתואר לעיל רק אם $q < 4L\sqrt{mg/k}$

19. נתונות שתי נורות ומצבר בעל כא״מ 12 וולט והתנגדות פנימית של 0.5 אוהם. נורה אחת נועדה למתח 6 וולט והספקה 12 ווט והנורה השניה נועדה למתח 4.5 וולט והספקה 6 ווט.

א) שרטט מעגל זרם בו המצבר הנ״ל מספק זרם לשתי הנורות הנ״ל בעזרת נגדים מתאימים כששתי הנורות מחוברות זו לזו בחיבור מקביל.

ב) חשב את הגדלים של הנגדים הדרושים לשם הפעלה תקינה של שתי הנורות הנ״ל.

ג) שרטט מעגל זרם בו המצבר מזרים זרם דרך הנורה הראשונה וחלק מזרם זה עובר גם דרך הנורה השניה.

ד) חשב את הגדלים של הנגדים הדרושים בחיבור ששרטטת בסעיף ג׳.

20. אלקטרומגנט יוצר שדה מגנטי אחיד בעל אינדוקציה של $2.5 \times 10^{-2}$ טסלה (ובר למ״ר). סליל שמספר ליפופיו 100, שטח חתכו 5 סמ״ר והתנגדותו 0.5 אוהם נמצא בשדה המגנטי כשצירו מקביל לקוי האינדוקציה.

א) חשב את כמות המטען העוברת בסליל כאשר מנתקים את הזרם לאלקטרומגנט והשדה המגנטי נעלם תוך 0.05 שניות.

ב) איזה נתון בשאלה זו מיותר לשם מתן תשובה לסעיף א׳?

## חלק ב׳ — שעה אחת — 20 נקודות

עליך לענות על חמש מתוך שמונה השאלות 21—28. לכל שאלת 4 נקודות.

21. באילו תנאים קיימת פרופורציה בין המסה ובין המשקל של שני גופים ובאילו תנאים לא קיימת פרופורציה כזאת.

22. מקור זרם שמתחו 30 וולט מזרים זרם שעוצמתו 10 אמפר דרך חוט מתכת גלוי. האם מסוכן לאדם לגעת בחוט הגלוי הנ״ל אם ידוע כי זרם העולה על 20 מיליאמפר העובר דרך גופו של אדם מסוכן לחייו?

23. מכשיר מכ״ם מסוגל לקבוע את המרחק של עצם מתכתי ממכשיר המכ״ם ואת מהירות העצם יחסית למכשיר המכ״ם. הסבר כיצד נקבעים שני גדלים אלה.

24. אם צלם במצלמה משוכללת טועה בהערכת מרחק הגוף המצולם מן המצלמה — מתקבלת תמונה מטושטשת. כיצד אפשר להקטין את טשטוש התמונה בשעת צילום אף אם יש טעות בהערכת מרחק הגוף מהמצלמה. הסבר את תשובתך בעזרת ציור.

25. מקרינים אור מונוכרומטי על תא פוטואלקטרי ומגדילים בהדרגה את עוצמת האור המוקרן. כיצד משתנה המהירות המירבית של האלקטרונים העוברים בתא וכיצד משתנה עוצמת הזרם הפוטואלקטרי בשעת הגדלת עוצמת האור?

26. חומר רדיואקטיבי פולט קרינת β מעורבת בקרינת γ. כיצד משתנה המספר האטומי וכיצד משתנה המסה האטומית של אטום החומר הרדיואקטיבי בשעת פליטת הקרינה?

27. במה שונות הנחותיו של בוהר ביחס למודל האטום של המימן מן ההנחות של הפיסיקה הקלסית בענין זה?

28. חומר רדיואקטיבי שזמן מחצית החיים שלו 20 שנה מקרין $5.4\times10^{10}$ חלקיקי β בכל שניה.
א) כמה חלקיקים יפלוט חומר זה בכל שניה כעבור 60 שנה?
ב) לאיזו עוצמת זרם שקולה פליטת הקרינה של החומר עתה?

**תשובות:** 1. 163.3 שנ״

2. א) $10mL^2/3$ ב) $2\pi\sqrt{20L/(21g)}$
3. א) 3.25 אטמ׳ ב) 3.575 אטמ׳
4. א) 99.86° צלזיוס ב) 88.25 מולים ג) 5.118 ק״ג
5. א) 30 סמ״ק ב) 5.625 ס״מ
6. א) ירד ב־22% 8. ג) 0.995c

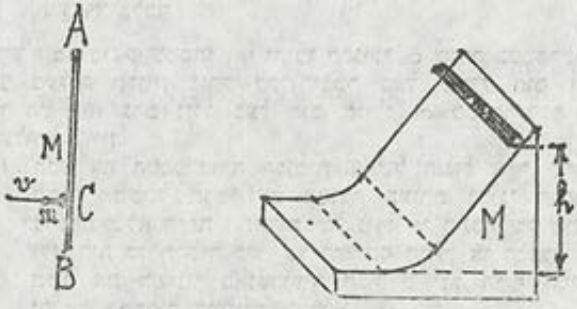
9. א) 6.47 אמפר  ב) 836.8 ווט
ג) 504.7 וולט ; 411.8 וולט
11. א) 1.766  ב) 1.477
12. π רדיאנים  13. א) $3.65\times10^{14}$ הרץ  ב) 2.31 וולט
14. ג) $2.47\times10^{15}$ הרץ
15. א) 6,182 מ'  ב) 250.5 מ'/שנ' ; 52.5° מתחת לאופק
16. א) $\frac{1}{3}$  ב) 0,000556 ; 0,005
17. א) 1000,9 ק"מ/שנ'  ב) 3950 נ'
19. ב) 13/6 אוהם ; 4.375 אוהם
ד) 0.25 אוהם ; 6.75 אוהם או 0.375 אוהם ; 7.5 אוהם
20. א) 2500 מיקרוקולון  ב) הזמן
28. א) $6.75\times10^{9}$ חלקיקים לשניה
ב) $8.64\times10^{-9}$ אמפר

## מבחן מספר 49 (תשמ"ג)

**חלק ראשון** (שעה אחת) — ענה על שתי שאלות **משני פרקים שונים** בחלק זה. לכל שאלה 10 נקודות.

**פרק א' — מכניקה של גוף קשיח**

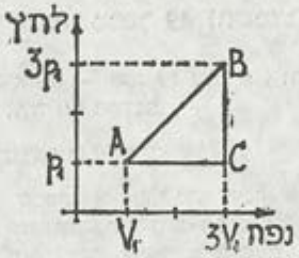
1. גוש פלסטיק שמסתו $M=450$ גרם מונח על שולחן אופקי חלק. צורת הדופן העליונה של גוש הפלסטיק היא בתחילה מישור משופע ובסוף מישור אופקי כשמשטח גלילי המשיק לשני המישורים מחבר אותם.
מניחים צינור מתכת דק דופן שמסתו $m=100$ גרם על המישור המשופע כשגוש הפלסטיק במנוחה, בגובה $h=25$ ס"מ מעל המישור האופקי ומניחים לצינור להתגלגל ללא החלקה על גוש הפלסטיק עד שהוא ניתק מקצה גוש הפלסטיק. חשב את מהירות הצינור ברגע בו הוא ניתק מגוש הפלסטיק.




2. מוט פלדה אחיד ודק AB שמסתו $M=81$ גרם תלוי על ציר חסר חיכוך בקצהו A כשהוא במנוחה. כדור שמסתו m פגע במוט בנקודה C כשמהירותו אופקית ושעורה $v=30$ ס"מ/שנ'. ידוע כי $AC=3CB$ וכי ההתנגשות היתה גמישה לחלוטין.
א) חשב את מסת הכדור m אם ידוע כי נפל מנקודה C אנכית כלפי מטה אחר ההתנגשות.
ב) חשב את מהירות קצה המוט B מייד אחר ההתנגשות.

**פרק ב' — —אנרגית חום**

3. מול אחד של גז אידיאלי דו אטומי בעל טמפרטורה $T_1$ כלוא בגליל. נפח הגז $V_1$ ולחצו $p_1$. נפח הגליל ניתן להגדלה ע"י הזזת בוכנה וכן ניתן לחמם את הגז בגליל בעזרת מיתקן חימום.
א) חיממו את הגז בגליל כך שנפחו גדל עד $3V_1$ ולחצו גדל עד $3p_1$ באופן שלחץ הגז גדל ביחס ישר לנפחו (לאורך הקטע AB בציור). הבע את כמות החום שהושקעה בגז בתהליך זה בעזרת R ו־$T_1$ בלבד.




ב) חזרו על הניסוי (כשתנאי ההתחלה היו זהים לאלה בניסוי הקודם) כשתחילה חיממו את הגז ונתנו לו להתפשט עד שנפחו גדל ל־$3V_1$ אך לחצו נשאר $p_1$ ואחר כך המשיכו לחמם את הגז תוך שמירה על נפח קבוע $3V_1$ עד שלחץ הגז הגיע ל־$3p_1$ (לאורך הקו השבור ACB בציור). הבע את כמות החום המושקעת בתהליך במקרה זה בעזרת R ו־$T_1$ בלבד.

4. גוש חומר מוצק שמסתו $m_1$ וחומו הסגולי $c_1$ שהיה בטמפרטורה $T_1$ מעלות קלווין נזרק לקלורימטר בעל קיבול חום זניח בו היו $m_2$ גרם נוזל בעל חום סגולי $c_2$ בטמפרטורה $T_2$ מעלות קלווין.

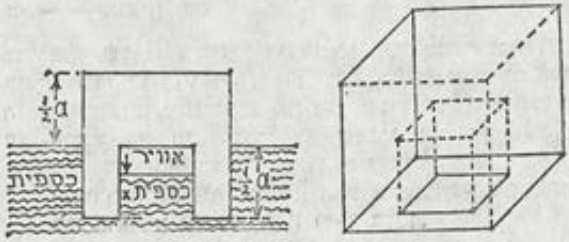
א) הבע את הטמפרטורה הסופית T של הנוזל אחר שהגיע לשיווי משקל תרמי עם המוצק בעזרת נתוני השאלה בהנחה שלא היתה התאדות של נוזל או התכה של מוצק, ולא היה כל תהליך כימי בו השתתף הנוזל או המוצק.

ב) חשב את השינוי באנטרופיה הכוללת של הגוף המוצק והנוזל בתהליך המתואר לעיל.

ג) הוכח שאם קיבול החום של גוש החומר המוצק שווה לקיבול החום של הנוזל, הרי האנטרופיה הכוללת גדלה במשך התהליך הנ"ל.

## פרק ג' — נוזלים וגזים

5. יצקו גוש חומר בצורת קוביה בעלת צלע a=50 ס"מ שבמרכז אחד מדפנותיה הוצאה מתוכה קוביה שאורך צלעה $\frac{1}{2}a$. צפיפות חומר הקוביה היא s.



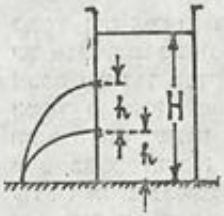
הפכו את הקוביה כך שהחור בצורת הקוביה קטנה פנה כלפי מטה והשקיעו את הגוף בכספית. הגוף צף כך בתחתית הגוש עד לגובה x וגרמה לדחיסת האוויר שנכלא בו. לחץ האויר החיצוני היה 75 ס"מ כספית. הנח כי הטמפרטורה לא השתנתה.

א) חשב את לחץ האוויר הכלוא p ואת הגובה x של חדירת הכספית לתוך החור בתחתית הגוש.

ב) חשב את הצפיפות s של החומר ממנו עשוי הגוש אם צפיפות הכספית 13.6 גרם לסמ"ק.

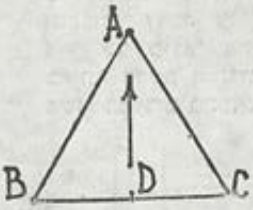
6. א) כשכד חרס ריק תלוי על מאזני קפיץ, המאזנים מורים על משקל $w_1$. אחר שממלאים את הכד מים מזוקקים ומשקיעים אותו בחבית מלאה מים מזוקקים. קושרים את הכד בחבל דק בעל משקל זניח אל אותם מאזני קפיץ, ואלה מורים עתה על משקל $w_2$. מה יורו מאזני קפיץ אלה אם ימלאו את הכד במי ים שצפיפותם גדולה ב־5% מזו של מים מזוקקים וישקלו אותו כשהוא שקוע בחבית מלאה מי ים?

ב) בדופן של חבית גלילית נקבו שני נקבים אופקיים, האחד בגובה h מעל הריצפה האופקית עליה עומדת החבית, והשני בגובה 2h מעל הריצפה. עד לאיזה גובה מעל הריצפה צריך למלא את החבית במים על מנת ששני סילוני המים היוצאים משני הקידוחים יפגעו באותה נקודה על הריצפה.




## פרק ד' — תורת היחסות הפרטית

7. ABC הוא משולש שווה צלעות בו אורך כל צלע 1 מטר, ו־D נקודת האמצע של הצלע BC.




א) צופה חולף מעל משולש זה במהירות 0.6c (c מהירות האור) בכיוון מ־D ל־A. מה יהיה שטח המשולש במערכת הנעה עם הצופה?

ב) באיזו מהירות חייב הצופה לנוע בכיוון מקביל לקטע AD על מנת שהמשולש ABC ייראה בעיניו כמשולש ישר זווית?

8. א) מאיץ אלקטרונים מגביר את מהירותם של אלקטרונים מערכים קרובים לאפס עד למהירות כזו שהאנרגיה שלהם גדלה ב־50%. חשב את מהירותם של האלקטרונים בצאתם ממאיץ זה ואת המתח המינימלי שהיה דרוש לשם כך.

ב) פוטון רב עוצמה יוצר זוג אלקטרון—פוזיטרון כך שהאנרגיה הקינטית של כל אחד משני החלקיקים שנוצרו היא 0.25 MeV. מה היה אורך הגל של פוטון זה?

## פרק ה׳ — זרם חילופין

9. למקור זרם חילופין שמתחו 220 וולט ותדירותו 50 הרץ מחוברים בטור קבל שקיבולו 6.366 מיקרופרד וסליל השראה בעל התנגדות אוהמית בלתי זניחה. כאשר מדדו את המתחים על הקבל ועל הסליל, מצאו כי כל אחד מהם היה בשעור 250 וולט.

א) חשב את עוצמת הזרם במעגל זה.

ב) חשב את ההתנגדות האוהמית של הסליל ואת השראתו.

ג) חשב את הפרש המופע בין מתח המקור ובין הזרם.

10. למקור זרם חילופין בעל תדירות ניתנת לשינוי יש מתח קבוע של 110 וולט. כשחיברו למקור זה סליל השראה בעל התנגדות ניכרת זרם דרך הסליל זרם בעוצמה של 0.25 אמפר, כשתדירות המקור 40 הרץ, אחר כך חיברו קבל בטור עם הסליל הנ״ל והתברר תוך שינויי התדירות כי המתח על הקבל היה 250 וולט כאשר תדירות מקור הזרם היתה 60 הרץ, ואז היתה עוצמת הזרם מכסימלית.

א) חשב את ההתנגדות בסליל ואת השראתו.

ב) חשב את המתח על הסליל כאשר הזרם בקבל מכסימלי.

## פרק ו׳ — תורת האור והגלים

11. א) עומקה של צלוחית זכוכית 4 ס״מ ועל קרקעיתה חרוט סמל ביה״ח שייצר את הצלוחית. כיסו את פתח הצלוחית ע״י עדשת זכוכית דקה בעלת מרחק מוקד של 5 ס״מ, והתבוננו דרכה על הסמל החרוט על תחתית הצלוחית. אחר כך מילאו את הצלוחית במים וכיסו אותם שוב באותה עדשה והתבוננו בסמל דרך העדשה. הסבר באיזה משני המקרים נראה הסמל גדול יותר.

ב) בקערה מלאה מים מצויה מראה שיכולה להסתובב סביב

ציר A ליד דופן חקערה. אלומת קרנים צרה מכוונת אל פני המים ($n=4/3$) כך שהזווית בין האלומה לפני המים היא $\alpha=30°$. האלומה מגיעה אל המראה, ומוחזרת ממנה אל פני המים. כאשר מסובבים את המראה סביב הציר A — חשב את הזווית $\beta$ בין המראה לפני המים שבה חדלה האלומה לצאת מהמים אל האוויר.

12. נהוג להשתמש בזכוכית מצופה בשכבה דקיקה של חומר שקוף (עובי השכבה קטן ביחס לאורכי הגלים של אור נראה) כדי להגן על תמונות מוצגות במסגרות, על מנת למנוע החזרת אור מן הזכוכית — דבר המפריע לצפיה בתמונות.
   א) הסבר מדוע חלשה החזרת האור מזכוכית מצופה כנ"ל.
   ב) אם אור בעל אורך גל 6912 אנגסטרום עובר דרך שכבת הציפוי בעלת מקדם השבירה $n_1=1.2$ ודרך הזכוכית בעלת מקדם השבירה $n_2=1.6$ — חשב את תדירות האור ואת אורך הגל שלו בשכבת הציפוי ובזכוכית.

**פרק ז' — פיסיקה מודרנית**

13. רמות האנרגיה הנמוכות ביותר מעל לרמה הבסיסית של אטומי גז מסויים הן (באלקטרון—וולט) 3.60 ; 5.76 ; 7.68 ; . . .
   א) מהם אורכי הגלים של האור הנראה (4000—7000 אנגס־טרום) שיכולים להתקבל מאטומים מעוררים של גז זה?
   ב) עוררו אטומים של גז זה והעבירו את האור הנפלט דרך מסנן המעביר אור נראה בלבד. האור המסונן פגע בתא פוטואלקטרי שפונקצית העבודה שלו 1.9 אלקטרון—וולט. חשב את המתח הדרוש לעצירת הזרם הפוטואלקטרי במעגל הכולל את התא הפוטואלקטרי. מד זרם ומקור זרם בעל מתח ניתן לשינוי.
   ג) אם מעבירים אור לבן (בתחום הנראה) דרך שפופרת המכילה גז זה במצב בלתי מעורר ודרך ספקטרומטר — מתקבלת תחזית בליעה. אילו קוי בליעה יופיעו בתחזית זו?
14. בשפופרת רנטגן האיצו אלקטרונים במתח של 4000 וולט לקראת האנטיקטודה של השפופרת.
   א) באיזה תחום נמצאים אורכי הגלים של קרני ה־X שנוצרו בשפופרת.
   ב) מה צריכה להיות האנרגיה הקינטית של אלקטרונים כדי שאורך הגל שלהם יהיה שווה לאורך הגל המזערי של קרני X הנ"ל.

**חלק שני (שעתיים) — לכל שאלה 15 נקודות.**

**פרק א — מכניקה. ענה על שתיים מן השאלות 15—17.**

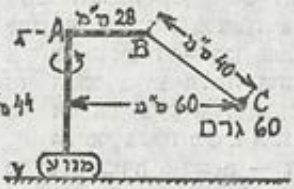
15. לוח פלדה כבד מאוד נטוי בזווית $\alpha$ לגבי הריצפה האופקית ונשען אל קיר ההדר. לוח מחומר פלסטי מחובר אל לוח

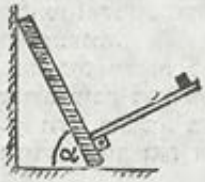
הפלדה כך ששני הלוחות מאונכים זה לזה. כאשר מניחים גוף על לוח הפלסטיק, הגוף מתחיל להחליק עליו, מתנגש התנגשות גמישה לחלוטין בלוח הפלדה וחוזר ועולה לאורך לוח הפלסטיק. מהו יחס הדרכים שהגוף עובר לפני ההתנגשות ואחרי ההתנגשות (עד שהוא נעצר לראשונה).

א) כאשר לוח הפלטיק חלק?

ב) כאשר מקדם החיכוך בין הגוף ללוח הפלסטיק הוא k?

ג) מה קורה כאשר $k \geq \cot \alpha$?



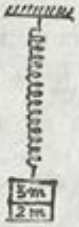

16. מנוע חשמלי שתדירות סיבוביו ניתנת לשינוי מסובב ציר אנכי שקצהו העליון A נמצא בגובה 44 ס"מ מעל לשולחן. לקצה A מולחם מוט אופקי שאורכו AB=28 ס"מ. לקצה B קשור כדור עופרת קטן C שמסתו 60 גרם באמצעות חוט שאורכו 40 ס"מ ומסתו זניחה. מגבירים בהדרגה את מהירות סיבוביו של המנוע עד אשר כדור העופרת מסתובב במעגל סביב הציר במרחק 60 ס"מ ממנו.

א) חשב את התדירות של סיבובי המנוע.

ב) חשב את המתיחות בחוט בשעת סיבוב זה.

ג) בשעת הסיבוב הנ"ל ניתק מעל כדור העופרת שביב עופרת שהיה דבוק אליו ופגע בפני השולחן. חשב את המרחק בין מקום הפגיעה והציר המרכזי תוך הזנחת החיכוך באוויר.

17. שתי לוחיות מתכת שמסותיהן 3m ו־2m בהתאמה הודבקו זו על זו בעזרת שעוה ונתלו על קפיץ שהת־ארך בגלל זה ב־s יחידות. אחר זמן מה התמוססה השעוה בגלל עליית הטמפרטורה בחדר, הלו־חית שמסתה 2m נפלה והלוחית שמסתה 3m החלה להתנודד בקצה הקפיץ. הבע את תשובותיך לסעיפים הבאים באמצעות m, s ו־g.




א) חשב את משרעת התנודה של הלוחית ואת מחזורה.

ב) חשב את מהירותה המירבית של הלוחית המתנודדת ואת הכח המירבי הפועל עליה בשעת תנודתה.

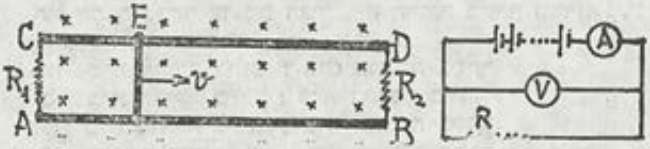
**פרק ב' — חשמל. ענה על שתיים מהשאלות 18—20.**

18. בבי"ח למכשירי מדידה חשמליים מייצרים גלוונומטרים שהמחוג שלהם מראה סטיה מירבית כאשר זורם דרכם זרם של 2 מיליאמפר. התנגדות כל גלוונומטר 12 אוהם.

א) הסבר כיצד הופכים גלוונומטר כזה למד־זרם המסוגל למדוד זרמים עד 10 מיליאמפר.

ב) הסבר כיצד הופכים גלוונומטר כזה למד־מתח המסוגל למדוד מתחים עד 10 וולט.

ג) מד הזרם שתיארת בסעיף א' ומד המתח שתיארת בסעיף ב' לעיל חוברו לנגד R ולמקור זרם כמתואר בציור והורו על זרם של 5 מיליאמפר ועל מתח של 5 וולט בהתאמה. חשב את התנגדות הנגד R לפי נתונים אלה.




19. שני מוטות מתכת עבים וארוכים AB ו־DC מקבילים זה לזה ומרוחקים 20 ס"מ זה מזה. מושכים מוט מתכת שלישי EF במהירות v=6 מ'/שנ' ימינה כך שהוא נשאר כל הזמן מאונך לשני המוטות הראשונים ונוגע בהם. בין הנקודות A ו־C מחובר נגד $R_1$=6 אוהם ובין הנקודות B ו־D מחובר נגד $R_2$=12 אוהם. במשך כל זמן התנועה של המוט השלישי פועל שדה מגנטי בעל אינדוקציה של $5\times10^{-4}$ טסלה (ובר למ"ר) במאונך למישור העובר דרך שני המוליכים הראשונים כמתואר בציור.

א) חשב את הכא"מ המושרה בין קצוות EF בזמן התנועה.

ב) חשב את עוצמות הזרם דרך הנגדים $R_1$ ו־$R_2$ (גודל וכיוון).

ג) חשב את הכח הדרוש להנעת המוט EF בתנועה הנ"ל (גודל וכיוון).

20. בשפופרת ריק יש שתי קופסות מתכת. בתוך אחת מהן נמצא חוט להט M ופתח צר A ובשניה שני פתחים צרים B ו־C, כך שהחוט M ושלושת הפתחים נמצאים על ישר אחד. לנקודות 1 ו־2 מחברים ספק מתח של 3 וולט ולנקודות 2 ו־3 ספק מתח גבוה של 10,000 וולט.

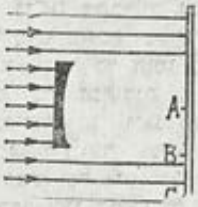
א) תאר תנועת אלקטרון שנפלט במהירות קטנה מאוד מחוט הלהט M ועובר דרך הפתחים A, B ו־C (תנועה קצובה, תנועה מואצת וכד').

ב) חשב את הזמן הדרוש לאלקטרון כזה כדי להגיע מ־B ל־C אם המרחק BC=5 ס"מ.

**חלק שלישי (שעה אחת)** — ענה על **עשר** מתוך השאלות 21—32 (בחר את התשובה הנכונה מבין 4 התשובות הניתנות בסוף כל שאלה).

21. אלומת קרני אור מקבילות זו לזו פוגעת במאונך בעדשת זכוכית מישורית־קעורה, עוברת דרכה ופוגעת במסך המוצב מקביל לעדשה, במרחק השווה למרחק המוקד של העדשה, ממנה. באיזו נקודה משלושת הנקודות המסומנות על המסך בציור עוצמת האור היא החזקה ביותר ובאיזו נקודה היא החלשה ביותר?

א) ב־B החזקה ביותר ; ב־C החלשה ביותר
ב) ב־B החזקה ביותר ; ב־A החלשה ביותר
ג) ב־C החזקה ביותר ; ב־B החלשה ביותר
ד) ב־A החזקה ביותר ; ב־C החלשה ביותר




22. משקולת בת קילוגרם אחת נתלתה על שני קפיצים שווים זה לזה המתוארים כמתואר בציור א' ובמקרה זה כל אחד מהקפיצים מתארך ב־4 ס"מ. כאשר תולים אותה משקולת על אותם קפיצים כמתואר בציור ב' מתארך כל אחד מהקפיצים
א) ב־1 ס"מ ב) ב־2 ס"מ ג) ב־4 ס"מ ד) ב־8 ס"מ

23. מקור אור נקודתי האיר שפופרת פוטואלקטרית כשהמרחק בין מקור האור לשפופרת 25 ס"מ ואז נדרש מתח נגדי מזערי של 0.4 וולט על מנת לגרום להפסקת הזרם הפוטואלקטרי. אחר שהרחיקו את מקור האור למרחק 50 ס"מ מהשפופרת הפוטואלקטרית נדרש מתח נגדי מזערי להפסקת הזרם הפוטו־אלקטרי בשעור
א) 0.1 וולט ב) 0.2 וולט ג) 0.4 וולט ד) 0.8 וולט

24. רמות האנרגיה הראשונות של אטום מימן (באלקטרון—וולט) הן $E_1=-13.6$ ; $E_2=-3.4$ ; $E_3=-1.6$ ; $E_4=-0.85$ ;...
אלקטרון בעל אנרגיה קינטית E פגע באטום מימן שהיה ברמת

היסוד שלו והמשיך לנוע אחר הפגיעה כשהוא בעל אנרגיה $E^*$.
איזה זוג ערכים מן הרשומים להלן יכול היה להתאים למציאות?

א) $E=14.2$ ; $E^*=4.0$ ב) $E=4.8$ ; $E^*=3.0$

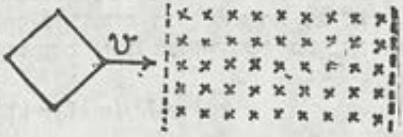
ג) $E=11.6$ ; $E^*=3.2$ ד) $E=4.8$ ; $E^*=15.0$

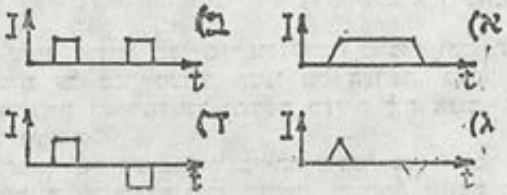
25. שני לוחות מתכת מונעים הלוך וחזור למרחק שווה — האחד בתדירות $f_1$ הרץ, והשני בתדירות $f_2$ הרץ. תחום השמע של אדם הוא בין 20 הרץ ובין 20,000 הרץ.
באיזה מן המקרים הבאים לא ישמע אדם הנמצא בקרבת שני הלוחות הנ"ל טון כל שהוא הנוגע מתנועת הלוחות:

א) $f_1=9500$ ; $f_2=10,500$ ב) $f_1=25,500$ ; $f_2=25,000$

ג) $f_1=50,000$ ; $f_2=40,000$ ד) $f_1=90,000$ ; $f_2=40,000$

26. מסגרת תיל ריבועית נעה במהירות קבועה בכיוון מקביל לאחד מאלכסוני הריבוע ונכנסת לשדה מגנטי אחיד המאונך למישור הריבוע ונמצא בין שני מישורים מקבילים המאונכים לכיוון תנועת מסגרת התיל, עוברת את השדה ויוצאת ממנו. הזרם שיזרום במסגרת התיל בשעת תנועתו כפונקציה של זמן התנועה ניתן תיאור גרפי כצורה






27. אלומת אלקטרונים שכל אחד מהם בעל תנע P עוברת דרך סדק צר שרוחבו d בלוח אטום המאונך לאלומת האלקטרונים ופוגע בלוח פלואורסצנטי במקביל ללוח האטום ומרוחק מרחק L (הגדול מאוד לעומת d) ממנו. המרחק x בין מרכזי שני הפסים הכהים על הלוח הפלואורסצנטי הקרובים ביותר לפס האור המרכזי הוא:

א) $hL/(Pd)$ ב) $2hd/(PL)$ ג) $2h/P$ ד) $d$

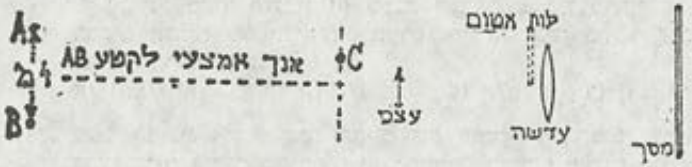
28. לשם קביעת זמן מחצית החיים של חומר רדיואקטיבי ערכו ניסוי ב־m גרמים של חומר זה כשהטמפרטורה t מעלות קלווין ומצא כי זמן מחצית החיים הוא T.
כאשר ערכו ניסוי שני ב־3m גרמים של חומר זה כשהטמפרטורה 2t מעלות קלווין מצאו כי זמן מחצית החיים של החומר הרדיואקטיבי הוא

א) 6T ב) 3T ג) 2T ד) T

29. בלוח אטום שני סדקים דקיקים קרובים מאוד זה לזה. כשהאירו סדקים אלה באור בעל אורך גל 6300 אנגסטרם בכיוון מאונך ללוח האטום נוצרה על חיץ מקביל ללוח האטום במרחק מה מאחוריו תמונת התאבכות. אחר שהחליפו את מקור האור במקור אחר הפולט אור באורך גל 4200 אנגסטרם נתקבלה תמונת התאבכות על החיץ שמרכזה התלכד עם מרכז תמונת ההתאבכות הראשונה.
בניסוי השני נתקבל במקום בו היה בניסוי הראשון מרכז הפס הבהיר הראשון
א) מרכז הפס הכהה השני
ב) מרכז הפס הבהיר השני
ג) מרכז הפס הכהה הראשון
ד) מרכז הפס הבהיר הראשון

30. שני כדורי מתכת קטנים קשורים זה לזה בחוט שמסתו זניחה ואורכו L. כל אחד משני הכדורים טעון מטען q — קולון ומסת כל אחד מהם m גרם. אחד מהכדורים דבוק לתיקרה מבדדת והשני מתנודד תחתיו כמטוטלת. זמן המחזור של מטוטלת זו הוא:
א) $2\pi\sqrt{L/g}$ ב) $2\pi\sqrt{mL^3/(mgL^2-kp^2)}$
ג) $2\pi\sqrt{mL^3(mgL^2+kp^2)}$ ד) אף לא אחד מהנ"ל.

31. עצם עומד במרחק מסויים לפני עדשה מרכזת ותמונת העצם מתקבלת על מסך מצידה השני של העדשה. כאשר מכסים את המחצית העליונה של העדשה בעזרת לוח אטום, הרי על המסך ניראית
א) תמונה של העצם כולו באותה עוצמה כמו קודם.
ב) תמונה של העצם כולו בעוצמה מופחתת לעומת העוצמה הקודמת.
ג) תמונת מחציתו העליונה של העצם בלבד.
ד) תמונת מחציתו התחתונה של העצם בלבד.




32. בנקודות A ו־B נמצאים רמקולים זהים קטני מימדים המשמיעים טון זהה בעוצמה שווה כיון שהם מחוברים בטור לאותו מקור מתח. המרחק בין הרמקולים הוא 4 מ' ואורך הגל של הטונים הנפלטים מהם הוא 3 מ'. ע"י הזזת מיקרופון רגיש בסביבת הנקודה C על ישר מקביל לקטע AB מתברר כי בנקודה C

עוצמת הטון הנקלטת במקרופון גבוהה מאשר בכל הנקודות בסביבתה הקרובה. אם המרחק בין A ו־C הוא 20 מטרים, הרי המרחק המזערי שיכול להיות בין B ו־C הוא

א) 17 מ׳ ב) 18.5 מ׳ ג) 21.5 מ׳ ד) 23 מ׳

**תשובות:** 1. 1.5 מ׳/שנ׳ 2. א) 48 גרם ב) 0.4 מ׳/שנ׳

3. א) $24RT_1$ ב) $22RT_1$

4. א) $T=(m_1c_1T_1+m_2c_2T_2)\ /\ m_1c_1+m_2c_2)$

ב) $m_1c_1\ln(T/T_1)+m_2c_2\ln(T/T_2)$

5. א) 94.78 ס״מ כספית ; 5.22 ס״מ ב) 7.37 גרם/סמ״ק

6. א) $1.05W_2 - 0.05W_1$ ב) $H=3h$

7. א) 0.346 מ״ר ב) $0.8165c$

8. א) $0.745c$ ; 255,800 וולט ב) 0,00815 אנגסטרום

9. א) 0.5 אמפר ב) 975 מיליהנרי ; 395 אוהם

ג) $-26.1°$

10. א) 1.46 הנרי ; 242.4 אוהם ב) 273 וולט

11. ב) $4.04°$

12. ב) $4.34\times10^{14}$ הרץ ; 5760 ו־4320 אנגסטרום

13. א) 5747 ו־6465 אנגסטרום ב) 0.26 וולט

ג) 5747 ו־6465 אנגסטרום

14. א) מעל 3.1 אנגסטרום ב) $2.5\times10^{-14}$ ג׳אול

15. א) 1 ב) $(1+k\tan\alpha)\ /\ (1-k\tan\alpha)$

16. א) 0.75 הרץ ב) 1 נ׳ ג) 0.82 מ׳

17. א) 0.4s ; $2\pi\sqrt{0.6s/g}$ ב) $2mg$ ; $2\sqrt{sg/15}$

18. א) נגד מקביל של 3 אוהם

ב) נגד בטור של 4988 אוהם ג) 1250 אוהם

19. א) 0.6 מילוולט ב) 0.1 ו־0.05 מיליאמפר

מ־C אל A ומ־D ל־B בהתאמה ;

ג) $1.5\times10^{-8}$ נ׳ בכיוון v

20. ב) $8.43\times10^{-10}$ שנ׳

21. (ב) 22. (ב) 23. (ג) 24. (א)

25. (ד) 26. (ג) 27. (א) 28. (ד)

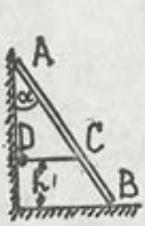
29. (א) 30. (א) 31. (ב) 32. (ד)

## מבחן מספר 50 (תשמ"ד)

**חלק ראשון (שעה אחת)** — ענה על שתיים מהשאלות 1—14 משני פרקים שונים. לכל שאלה 10 נקודות.

**פרק א' — מכניקה של גוף קשיח**

1. סולם אחיד AB שאורכו 3 מ' ומשקלו 200 נ' הושען אל קיר אנכי חלק כך שהוא יצר זווית $\alpha=25^\circ$ עם הקיר. כיון שגם הריצפה היתה חלקה נקשר חבל אל השלב C של הסולם וקצהו השני של החבל נקשר אל וו D בקיר כך שהחבל היה אופקי ומתוח בגובה $h=0.5$ מ' מעל הרצפה. הוו נשלף מתוך הקיר אם מושכים אותו בכח העולה על 120 ניוטון.




א) חשב את המתיחות בחבל ואת הכוחות שהסולם מפעיל על הריצפה ועל הקיר.

ב) חשב את הגובה המירבי h מעל הריצפה בו ניתן לקשור את החבל הנ"ל כדי שהוו לא ישלף מתוך הקיר.

2. מוט אחיד AB שאורכו 120 ס"מ ומסתו 0.8 ק"ג מתנודד כמטוטלת כאשר הוא נתלה על ציר חסר חיכוך העובר בקצהו A.

א) חשב את זמן המחזור של תנודתו.

ב) חשב את זמן המחזור של תנודת אותו מוט אם יתלו אותו על ציר חסר חיכוך העובר בנקודה C עליו המרוחקת 30 ס"מ מקצהו A.

ג) אל הקצה B של המוט חוברה דיסקית שמסתה 1 ק"ג, מחוגה 22.5 ס"מ ומרכזה בנקודה B, באופן שמישור הדיסקית יתלכד עם מישור תנודת המוט. חשב את זמן המחזור של המטוטלת שנוצרה עם הציר עובר שוב בנקודה C.

**פרק ב' — אנרגית החום**

3. בכלי גלילי הסגור בצידו האחד על ידי בוכנה המסוגלת לנוע בתוכו והמצוייד במיתקן חימום וקירור נמצא מול אחד של גז חד אטומי. תחילה לחץ הגז (בנקודה A בציור) 1 אטמוספירה ונפחו 40 ליטר. דוחסים את הגז באופן איזותרמי עד שנפחו יורד עד 10 ליטר (לאורך האיזותרמה AB בציור) ואח"כ מאפשרים לגז להתפשט באופן איזוברי (לאורך הקטע BC בציור) עד שנפחו חוזר להיות 40 ליטר כבראשונה. לבסוף מצננים את הגז כשהבוכנה נעולה במקומה עד אשר לחצו חוזר ללחץ המקורי של 1 אטמוספירה (לאורך הקטע CA בציור).

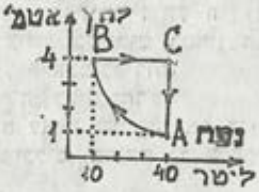
א) חשב את העבודה המכנית שיש להשקיע על מנת לדחוס

את הגז (לאורך האיזותרמה AB).

ב) חשב את העבודה המכנית שהגז עובד בשעת התפשטותו לאורך הקטע CB).

ג) חשב את כמות החום שהגז פולט כשלחצו יורד חזרה ללחצו ההתחלתי (לאורך הקטע AC).

ד) חשב את נצילות המיתקן כמכונה.




4. בתוך כלי גלילי נמצאת בוכנה שמסתה 1 ק"ג ושטחה הפונה אל פנים הגליל 25 סמ"ר אשר יכולה לנוע כלפי מעלה או מטה ללא חיכוך. מתחת לבוכנה בכלי כלואים 2.46 ליטר גז חד אטומי בעל מסה מולקולרית 32 גרם בטמפרטורה של 27° צלזיוס. לחץ האוויר החיצוני 1 אטמוספירה.

א) חשב את נפח הגז הכלוא מתחת לבוכנה אחר שהניחו על הבוכנה משקולת שמסתה 4 ק"ג בהנחה כי טמפרטורת הגז לא השתנתה.

ב) חשב את מסת הגז הכלוא מתחת לבוכנה.

ג) חשב עד לאיזו טמפרטורה (במעלות צלזיוס) צריך לחמם את הגז הכלוא מתחת לבוכנה כשהמשקולת מונחת עליה, על מנת שנפח הגז יחזור להיות כבתחילה.

ד) איזו כמות חום צריך היה לספק לגז כדי שיחזור לנפחו ההתחלתי ואיזו עבודה מכנית נעבדה ע"י הגז בשעת התפשטותו.

## פרק שלישי — נוזלים וגזים

5. בצינור U מזכוכית היתה כמות מסויימת של מים מזוקקים. שפכו בזרוע השמאלית של הצינור שמן טרפנטין (שאינו מתערבב עם מים) עד שנוצר עמוד שמן שגובהו 20 ס"מ שצף על פני המים. בזרוע הימנית של הצינור עלו כתוצאה מכך פני המים עד שהיו נמוכים ב־3 ס"מ בלבד מפני השמן העליונים בזרוע השמאלית.

א) חשב את צפיפות השמן.

ב) משקולת מתכת שמשקלה באוויר 0.5 ניוטון נשקלה שנית כשהיא שקועה בכלי המכיל שמן טרפנטין כנ"ל ונמצא שמשקלה במקרה זה 0.4 ניוטון. חשב את נפח המשקולת ואת הצפיפות של המתכת ממנו היא עשויה.

ג) המשקולת הנ"ל הוכנסה לתוך כלי המכיל נוזל והיא צפה על פני הנוזל כך ש־5% מנפחה בלטו מעל פני הנוזל. חשב את צפיפותו של נוזל זה.

6. שני מיכלים לגז מחוברים זה לזה בצינור דק בעל נפח זניח ובו מותקן שסתום. שני המיכלים מכילים גז בטמפרטורה של 17° צלזיוס. נפח המיכל הראשון 10 ליטר ולחץ הגז בו 3 אטמוספירות. נפח המיכל השני 6 ליטר ולחץ הגז בו 6 אטמוספירות. המיכל הראשון מצוייד בשסתום בטחון הנפתח ברגע שלחץ הגז במיכל עולה על 5 אטמוספירות.

א) כמה מולים של גז יש בשני המיכלים יחד?

ב) חשב את לחץ הגז במיכלים לאחר שיפתחו את השסתום בצינור המחבר את שני המיכלים, בהנחה כי טמפרטורת הגז לא תשתנה.

ג) מחממים את הגז בשני המיכלים כשהשסתום בצינור המחבר אותם פתוח. באיזו טמפרטורה מתחיל להפלט גז דרך שסתום הבטחון?

ד) כמה מולים גז ישארו בשני המיכלים אחר שטמפרטורת הגז אחר שטמפרטורת הגז בהם תגיע ל־127° צלזיוס?

## פרק ד' — תורת היחסות הפרטית

7. חלקיק בעל אנרגיה של 500 מא"ו ומסת מנוחה של $135/c^2$ מא"ו התפרק לשני פוטונים.

א) חשב את תנע החלקיק לפני התפרקותו.

ב) חשב את האנרגיה של כל אחד מהפוטונים שנוצרו אם אחד מהם נע בכיוון בו נע תחילה החלקיק, והפוטון השני נע בכיוון מנוגד לזה של הראשון.

ג) אילו החלקיק היה מתפרק לשני פוטונים הנעים בכיוונים היוצרים זוויות $\gamma$ ו־$(-\gamma)$ עם כיוון תנועת החלקיקים — חשב את גודלה של הזווית $\gamma$.

8. חללית רוסית מאויישת שאורכה 150 מטר עוברת ליד חללית אמריקאית מאויישת שאורכה 75 מטר הנעה בכיוון מנוגד לכיוון תנועת החללית הרוסית. איש החלל הרוסי מדד שהיו דרושים $2\times10^{-7}$ שניות על מנת שהחללית האמריקאית תחלוף מתחילתה ועד סופה לפני המשקפת הקבועה בדופן הצדדית של החללית הרוסית.

א) מהי המהירות בה חלפה החללית האמריקאית ליד החללית הרוסית לפי חישובי איש החלל הרוסי?

ב) מהי המהירות שמיחס איש החלל האמריקאי לחללית הרוסית?

ג) כמה זמן היה דרוש, לפי שעונו של איש החלל האמריקאי על מנת שהחללית הרוסית תחלוף ליד משקפת הקבועה בדופן החללית האמריקאית.

פרק ה׳ — זרם חלופין

9. אל ספק מתח חילופין בעל מתח אפקטיבי 12 וולט ותדירות 50 הרץ חוברו בטור סליל השראה בעל התנגדות מסויימת ונגד שהתנגדותו 5 אוהם. המתח האפקטיבי בין קצות הנגד היה 4 וולט וההספק שהתפתח במעגל כולו היה 4 ווט.
   א) חשב את עוצמת הזרם במעגל זה.
   ב) חשב את התנגדותו האוהמית של הסליל ואת השראתו.
   ג) חשב את המתח האפקטיבי בין קצות הסליל.

10. במעגל חוברו בטור: (1) מקור מתח חילופין של 24 וולט ותדירות 50 הרץ; (2) נגד שהתנגדותו 7.2 אוהם והספק מירבי של 24 ווט; (3) קבל שקיבולו 40 מיקרופרד ומתח פריצה של 50 וולט; (4) סליל שהתנגדותו האוהמית 10 אוהם והשראתו 60 מיליהנרי.
   א) חשב את עוצמת הזרם במעגל זה.
   ב) האם יותך הנגד או תהיה פריצת זרם דרך הקבל?
   ג) חשב את המתח המתפתח בין קצות הסליל.

פרק ו׳ — תורת האור והגלים

11. נורה תלויה בגובה 1.8 מעל הריצפה. כשמכניסים עדשה בעלת מרחק מוקד של 40 ס״מ בין הנורה והריצפה, קיימות שתי נקודות שאם מחזיקים בהן את העדשה כשהיא מקבילה לריצפה — מתקבלות תמונות חדות של הנורה על גבי הריצפה בדיוק מתחת לנורה.
   א) חשב את המרחק בין שתי הנקודות הנ״ל.
   ב) חשב את היחס בין הגודלים של שתי התמונות הנ״ל של הנורה.
   ג) אם יחליפו את העדשה באחרת בעלת מרחק מוקד אחר — איזו הגבלה יש להטיל על מרחק המוקד של העדשה על מנת שאמנם אפשר יהיה לקבל שתי תמונות חדות על הריצפה משני מצבים שונים של העדשה כמתואר לעיל?

12. בחדר בעל קירות אנכיים לבנים הונחה מראה מישורית גדולה על הריצפה. מקור אור נקודתי מונוכרומטי M הפולט אור בעל אורך גל 5400 אנגסטרם הוחזק מעל למראה במרחק ½ מ״מ מהמשטח המחזיר של המראה ובמרחק 2.5 מטר מהקיר הלבן.

   א) הסבר מדוע תיווצר במקרה זה תמונת התאבכות על הקיר הלבן.

ב) חשב את המרחק בין מרכזי פסי האור בתמונת ההתאבכות בקרבת המראה.
ג) כיצד תיראה תמונת ההתאבכות אם יחליפו את מקור האור המונוכרומטי במקור אור הפולט אור לבן?

פרק ז' — פיסיקה מודרנית

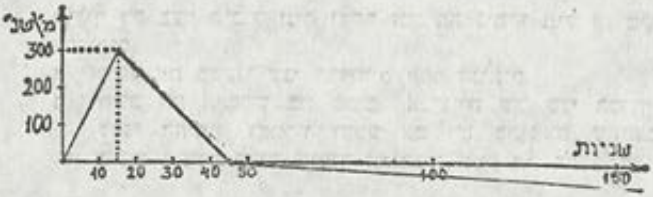
13. לשפופרת שקופה המכילה גז מימן סופקה אנרגיה שיכלה לגרום לערעור האלקטרונים של אטומי המימן עד לרמה השלישית לכל היותר. כשנבדק הספקטרום של האור שנפלט משפופרת זו נתגלו שלושה קוים בלבד והקו המתאים לאורך הגל הקצר ביותר ביניהם היה הקו המתאים לאורך גל של 1027 אנגסטרם.
א) הסבר מדוע הופיעו 3 קוי ספקטרום בלבד ובאיזה תחום (אור נראה, אור אולטרסגול, אור אנפראדום) נמצא האור בעל אורך הגל הנ"ל. חשב את האנרגיה של כל פוטון מאור זה.
ב) חשב את שלושת רמות האנרגיה הנמוכות ביותר של אטום מימן לפי נתוני שאלה זו.
ג) חשב את אורכי הגל של שני הקווים האחרים שנתגלו בספקטרום הנ"ל.

14. תא פוטואלקטרי חובר אל מקור מתח בעל מתח ניתן לשינוי דרך אמפרמטר רגיש. אור מונוכרומטי בעל אורך גל של 5600 אנגסטרם הוקרן על קטודת התא הפוטואלקטרי והחל לזרום בו זרם אשר הלך ונחלש ככל שעלה המתח המסופק ע"י מקור הזרם. כאשר מתח זה הגיע ל־1.3 וולט נפסק הזרם כליל.
א) חשב את אנרגית הקשר של האלקטרונים במתכת בה ציפו את פני הפוטוקטודה באלקטרון—וולט.
ב) מהי תדירות הסף של תא פוטואלקטרי זה?
ג) החליפו את חיבורי החוטים אל מקור המתח זה עם זה (כלומר החוט שהיה מחובר לקוטב החיובי חובר אל הקוטב השלילי ולהיפך) והעלו בהדרגה את המתח המסופק ע"י מקור המתח, החל ממתח אפס. כיצד השתנתה עוצמת הזרם במעגל כאשר בתא הפוטואלקטרי הוקרן כל הזמן באור בעל אורך גל 5600 אנגסטרם בעוצמה קבועה.

חלק שני (שעתיים) — ענה על שתי שאלות מכל פרק ובסה"כ על 4 שאלות

פרק א' — מכניקה: ענה על שתיים מהשאלות 15—17:

15. רקטה עלתה אנכית כלפי מעלה בהשפעת מנועה בתנועה שווה תאוצה עד שאזל הדלק. ברגע שהרקטה הגיעה לשיא גובהה הופעל מנוע עזר שגרם לירידת הרקטה בתאוצה קבועה של 60 ס"מ/שנ' עד שחזרה למקום השילוח. מהירות הרקטה כפונקציה של הזמן שעבר מרגע השילוח מתוארת בגרף המצורף.




א) חשב את הגובה המירבי אליו הגיעה הרקטה בזמן מעופה, וכמה שניות אחר שילוחה הגיעה לגובה זה.
ב) חשב כמה שניות אחר שילוחה חזרה הרקטה למקום שילוחה.
ג) גוף שמסתו 2 ק"ג היה תלוי על מאזני קפיץ בתוך הרקטה. איזה משקל הורו מאזני הקפיץ בכל אחד משלבי התנועה של הרקטה?

16. סירה שאורכה 4.5 מ' עמדה באגם כך שציר אורכה היה מאונך לחוף וחלקה הקרוב ביותר לחוף היה במרחק 6 מ' ממנו. אדם שמסתו 80 ק"ג עמד בסירה שמסתה 40 ק"ג בקצה הקרוב ביותר אל החוף והחל ללכת עליה כך שהתרחק מהחוף במהירות 1.5 מ'/שנ'. הנח כי התנגדות המים והאוויר לתנועות האדם והסירה זניחות.
א) באיזו מהירות נעה הסירה בשעה שהאדם הלך על גביה (גודל וכיוון)?
ב) באיזה מרחק מהחוף היה אותו אדם כשהגיע לקצה המרוחק של הסירה?
ג) אם האדם יעצר בקצה המרוחק של הסירה — האם תיעצר גם הסירה? נמק את תשובתך.

17. מהוג (רדיוס) של כוכב לכת אחד גדול פי k מזה של כוכב לכת שני וצפיפות כוכב הלכת הראשון גדולה פי s מזו של השני. בהנחה כי שני כוכבי הלכת הם כדורים בעלי צפיפות אחידה — הבע בעזרת k ו־s בלבד את היחס בין
א) תאוצות הנפילה החופשית על שני כוכבי הלכת.
ב) זמני ההקפה של לווינים של שני כוכבי הלכת הנעים במסלולים קרובים מאוד לפני כוכבי הלכת.
ג) האנרגיות הכלליות (פוטנציאלית וקינטית) של שני הלווינים בהנחה שהלווינים בעלי מסות שוות.
ד) המהירויות המזעריות שיש להקנות לגופים על פני כוכבי הלכת על מנת שיתרחקו לחלל ולא יחזרו אל כוכבי הלכת.

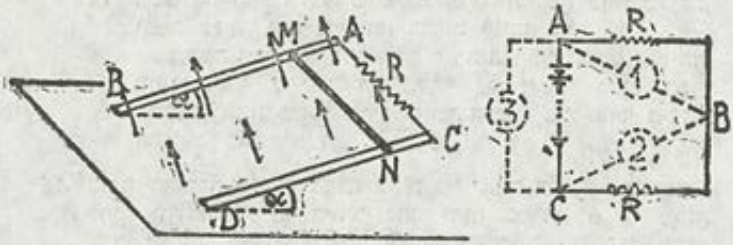
**פרק ב' — חשמל: ענה על שתיים מהשאלות 18—20:**

18. כדור מתכת (על כן מבודד) שמחוגו 15 ס"מ טעון מטען של 0.03 מיקרוקולון. כדור מתכת שני (אף הוא על כן מבודד מרוחק מאוד מהראשון) שמחוגו 30 ס"מ טעון מטען של (0.015—) מיקרוקולון. חיברו את הכדורים זה אל זה בתיל

מוליך דק בעל קיבול זניח ואחר זמן מה ניתקו תיל זה משני הכדורים.

א) חשב את מטעני שני הכדורים אחר הניתוק.

ב) חשב את ההפרש בין סכום האנרגיות של שני הכדורים לפני החיבור ואחריו וקבע אם יש בתוצאה שחישבת משום סתירה לחוק שימור האנרגיה. נמק את תשובתך.




19. אל מקור זרם שמתחו 10 וולט והתנגדותו הפנימית זניחה חוברו שני נגדים שהתנגדות כל אחד מהם R אוהם. וולטמטר שהתנגדותו 100,000 אוהם חובר פעם בין הנקודות A ו־B, פעם שניה בין הנקודות B ו־C ופעם שלישית בין הנקודות A ו־C. הוולטמטר הורה מתחים $V_1$, $V_2$ ו־$V_3$ בהתאמה.

א) חשב את $V_1$, $V_2$ ו־$V_3$ אם $R=10$ אוהם.

ב) חשב את $V_1$, $V_2$ ו־$V_3$ אם $R=100,000$ אוהם.

ג) באיזה משני המקרים הנ"ל $V_1+V_2$ שונה במידה ניכרת מ־$V_3$? הסבר את סיבת הדבר.

20. שני מוטות מתכת עבים בעלי התנגדות חשמלית זניחה, AB ו־CD נקבעו על גבי שולחן אופקי כך שהיו מקבילים זה לזה ויצרו זווית α עם השולחן. נגד שהתנגדותו R הולחם לקצוות A ו־C של המוטות ומוט שלישי קצר ועבה MN שאורכו L ומסתו m הונח על שני המוטות הקודמים והחל להחליק על גביהם כלפי מטה כשהחיכוך בין המוטות זניח. שדה מגנטי מאונך למישור המכיל את המוטות CD AB ושעורו B פעל במשך כל זמן ירידת המוט MN בכיוון מלמטה כלפי מעלה. הזנח את השפעת השדה המגנטי הנוצר על ידי הזרם המושרה במוטות.

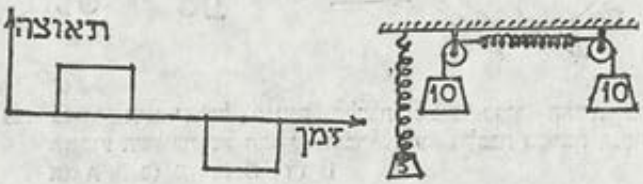
א) באיזה כיוון זרם הזרם המושרה בנגד R?

ב) הסבר מדוע נע המוט MN כעבור זמן קצר בתנועה קצובה (בהנחה שהמוטות AB ו־CD ארוכים למדי).

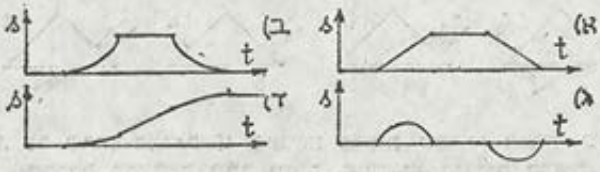
ג) הבע את מהירות התנועה הקצובה הנ"ל בעזרת נתוני שאלה זו. הוכח את תשובתך (1) על פי חישוב הכוחות הפועלים על המוט MN (2) על פי שיקולי אנרגיה.

חלק שלישי (שעה אחת) — ענה על עשר מהשאלות 21—32. לכל שאלה 2 נקודות. הקף בעיגול את התשובה הנכונה מבין ארבע התשובות לכל שאלה.

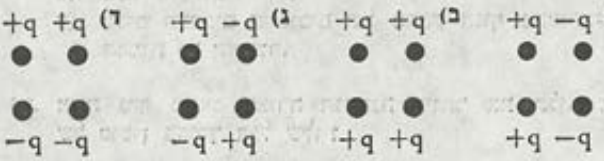
21. שני קפיצים זהים ניתלו כמתואר להלן: לקצוות של הקפיץ הראשון חוברו באמצעות חוטים חסרי משקל שתי משקולות בנות 10 ק"ג כל אחת. החוטים עברו מעל שני גלגלים קבועים חסרי חיכוך. אחר תלית המשקלות התארך קפיץ זה ב־12 ס"מ. הקפיץ השני נתלה על וו מוברג לתיקרה בקצהו האחד ואל קצהו השני נקשרה משקולת בת 5 ק"ג. הקפיץ השני התארך ב־ א) 3 ס"מ ב) 6 ס"מ ג) 12 ס"מ ד) 24 ס"מ.




22. על גוף שהיה תחילה במנוחה הופעלו כוחות שגרמו לו לנוע בתאוצה המתוארת בגרף לעיל. איזה מן הגרפים להלן מתאר בצורה הנאמנה ביותר את העתק הגוף כפונקציה של הזמן?




23. בארבעת קודקודיו של ריבוע נמצאים מטענים נקודתיים. באיזה מארבעת המקרים הבאים יהיה גם הפוטנציאל וגם עוצמת השדה האלקטרוסטטי במרכז הריבוע שווים לאפס?

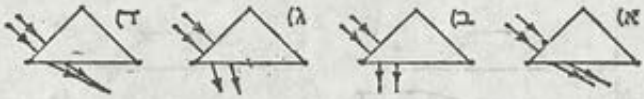



24. ארבעה תילים ארוכים, המאונכים למישור הציור, מוזרמים זרמים בעלי עוצמה שווה ועוברים דרך קודקודי הריבוע A, B, C ו־D. בשלושת התילים הראשונים כיוון הזרם הוא ממישור הציור „אלינו" ובתיל הרביעי „מאיתנו" אל מישור הציור.

כיוון הכח המופעל על ידי הזרמים בשלושת התילים הראשונים על התיל הרביעי הוא
א) מ־D אל B ב) מ־B אל D ג) מקביל לכיוון מ־A אל C.
ד) מקביל לכיוון מ־C אל A.

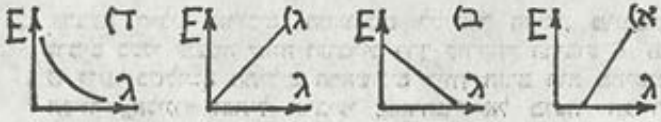
25. בציור תיאור של תנועת הלבנה סביב כדור הארץ. בסוף השבוע השלישי של החודש העברי תמצא הלבנה בקרבת הנקודה.
א) A ב) B ג) C ד) D

26. שתי קרני אור מקבילות פגעו במאונך במנסרת זכוכית ויצאו ממנה אחר מעברן בזכוכית. איזה מבין הציורים הבאים מתאר מהלך אפשרי של הקרניים מחוץ למנסרה.




27. נר שהיה במרחק 4f מעדשה מרכזת שמרחק המוקד שלה f מתרחק מהעדשה יותר ויותר. איזה מן הגדלים הבאים הולך וגדל בשעת תנועה זו?
א) המרחק בין הנר ודמותו.
ב) מרחק דמות הנר מן העדשה.
ג) גודל הדמות.
ד) סכום הערכים ההפוכים של מרחק הגוף מהעדשה ומרחק הדמות מן העדשה.

28. איזה גרף מתאר בצורה הנאמנה ביותר את תלות האנרגיה של פוטון באורך הגל שלו?



29. אור מונוכרומטי ממקור אור נקודתי פוגע בשפופרת פוטו־אלקטרית. אחר כך מקרבים את מקור האור אל השפופרת. באיזו שורה רשומות התוצאות המתאימות למציאות.

| המתח הנגדי הדרוש לעצירת הזרם הפוטואלקטרי | עוצמת הזרם הפוטואלקטרי בהעדר מתח נגדי |
|---|---|
| א) נשאר קבוע | גדלה |
| ב) נשאר קבוע | נשארת קבועה |
| ג) גדל | גדלה |
| ד) גדל | נשארת קבועה |

30. תקופת מחצית החיים של גז רדון $_{86}Rd^{222}$ היא 3,8333 ימים ההסתברות כי גרעין מסויים של רדון יתקיים לפחות 11.5 ימים היא

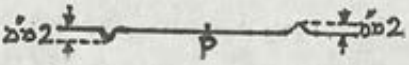
א) 0.5 ב) 0.25 ג) 0.125 ד) 0.0625

31. אור מונוכרומטי בעל אורך גל $\lambda$ פוגע בלוח אטום בו נמצאים שני חריצים שקופים במרחק a זה מזה. האור העובר דרך החריצים פוגע במסך הנמצא במרחק L מהלוח האטום ומקביל לו. על המסך מופיעים פסים בהירים ופסים כהים לסירוגין כך שהמרחק בין מרכז פס בהיר ומרכז פס כהה הצמוד אליו הוא x.

איזה מן השוויונים הבאים הוא נכון:

א) $\lambda L=0.5xa$ ב) $\lambda L=xa$ ג) $\lambda L=2xa$ ד) $\lambda L=4xa$

32. שתי הפרעות שוות משרעת נעות על גבי מיתר מתוח זו לקראת זו ונפגשות בנקודה P.




ברגע הפגישה תהיה משרעת ההפרעה בנקודה P

א) 4 מ"מ ב) 2 מ"מ ג) בין 0 ובין 2 מ"מ ד) 0

**תשובות:** 1. א) 57.14 ג' ; 200 ג' ; 57.14 ג' ב) 1.66 מ'
2. א) 1.78 שנ' ב) 1.66 שנ' ג) 1.86 שנ'
3. א) 5,620 ג'אול ב) 12,170 ג'אול
ג) 20,267 ג'אול = 4831 קל' ד) 47%
4. א) 2.14 ליטר ב) 3.33 גרם ג) 72°
ד) 23 קלוריות ; 38,8 ג'אול
5. א) 0.85 גרם/סמ"ק ב) 12 סמ"ק ; 4.17 גרם/סמ"ק
ג) 4.39 גרם/סמ"ק
6. א) 2.774 מול ב) 4.125 אטמ' ג) 78.5° צלזיוס
ד) 2.4375 מול

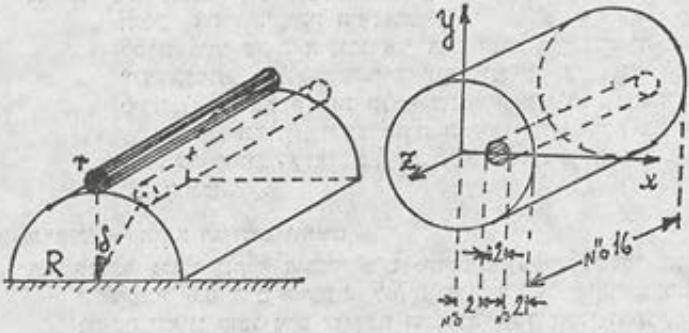
7. א) $2,568\times10^{-19}$ ג'אול
ב) $7,85\times10^{-11}$ ו־$1,5\times10^{-12}$ ג'אול ג) 15.6°
8. א) $2.34\times10^{8}$ מ'/שנ' ב) $-2.34\times10^{8}$ מ'/שנ'
ג) $4\times10^{-6}$ שנ'
9. א) 0.8 אמפר ב) 1.25 אוהם ; 43.4 מיליהנרי
ג) 10.95 וולט
10. א) 0.38 אמפר ב) לא ג) 8.1 וולט
11. א) 60 ס"מ ב) 1 : 4 ג) 45 ס"מ $0<f<$
12. ב) 1.35 מ"מ
13. א) 12.1 א"ו
ב) 13.6— א"ו ; 3.4— א"ו ; 1.5— א"ו
ג) 1217 ו־6573 אנגסטרום
14. א) 0.916 א"ו ב) $2.21\times10^{14}$ הרץ
15. א) 6750 מ' ; 45 שנ' ב) 195 שנ'
ג) 50 נ' ; 0 ; 18.8 נ'
16. א) 3 מ'/שנ' אל החוף ב) 7.5 מ'
17. א) ks ב) $1/\sqrt{s}$ ג) $k^2s$ ד) $k\sqrt{s}$
18. א) 0.005 ו־0.01 מיקרוקולון ב) $2.81\times10^{-5}$ ג'אול
19. א) 5 וולט ; 5 וולט ; 10 וולט
ב) 3.333 וולט ; 3.333 וולט ; 10 וולט
20. א) מ־A אל C ג) $Rmg \sin\alpha/(BL)^2$
21. (ב) 22. (ד) 23. (ג) 24. (ב)
25. (ב) 26. (א) 27. (א) 28. (ד)
29. (א) 30. (ג) 31. (ג) 32. (ד)

## מבחן מספר 51 (תשמ"ה)

**חלק ראשון (שעה אחת) — ענה על שתים מהשאלות 1—14**
**משני פרקים שונים. לכל שאלה 10 נקודות.**

**פרק א' — מכניקה של גוף קשיח**

1. בגליל עץ שקוטר בסיסו 12 ס"מ וגובהו 16 ס"מ נקדח חור גלילי שקוטרו 2 ס"מ ואשר צירו מקביל לציר הגליל. צפיפות העץ ממנו עשוי הגליל היא 0.6 גרם לסמ"ק.
   א) חשב את מרכז המסה של הגליל המנוקב (מצא את שעוריו במערכת הצירים המתוארת בציור).
   ב) חשב את מומנט ההתמד של הגליל המנוקב לגבי ציר הגליל המקורי (ציר Z).




2. חצי גליל גדול מעץ שמחוגו R מונח על ריצפה אופקית כמתואר בציור וגליל קטן שמחוגו r ($r < R$) ומסתו m הונח על חצי הגליל הגדול לאורך הקו היוצר הגבוה ביותר שלו. לפתע ההל הגליל הקטן להתגלגל (ללא החלקה) על חצי הגליל הגדול והמגע בין שני הגלילים נפסק ברגע שהמישור העובר דרך צירי שני הגלילים יצר זווית $\theta$ עם האנך.
   א) חשב את הזווית $\theta$
   ב) לו הגליל הקטן החליק על גבי הגליל הגדול בלי להתגלגל כלל — בגלל חוסר חיכוך — האם היה המגע בין שני הגלילים נפסק באותו מקום? נמק את תשובתך.

**פרק ב' — אנרגית חום (תרמודינמיקה)**

3. א) הסבר את ההבדל בין דחיסה אדיאבטית ובין דחיסה איזותרמית של כמות מסויימת של גז מנפח $V_1$ לנפח $V_2$ ($V_1 > V_2$). כשהלחץ ההתחלתי של הגז בשני המקרים הוא $p_1$.
   ב) שרטט תיאור גרפי של איזותרמה ושל אדיאבטה באותה מערכת צירים כששני התיאורים עוברים דרך המצב

התחלתי ($V_1$ ; $p_1$) והסבר את ההבדל בין התהליך האדי־אבטי והתהליך האיזותרמי בעזרת הגרפים.

ג) בתוך גליל מתכת סגור בצידו האחד ע״י דופן מתכת ובצד השני ע״י בוכנה המסוגלת לנוע בתוך הגליל נמצאים 3.2 גרם חמצן בלחץ 2 אטמוספירות ובטמפרטורה 27° צלזיוס. דוחסים את הגז במהירות רבה עד שלחצו עולה ל־15 אטמוספירות. חשב

(1) את נפח הגז מייד אחר סיום הדחיסה.

(2) את טמפרטורת הגז מייד אחר סיום הדחיסה.

(3) את העבודה שהושקעה בדחיסה.

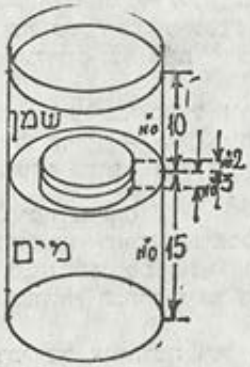
(4) את השינוי באנרגיה הפנימית של הגז בשעת הדחיסה.

4. א) מהי מכונת קרנו (CARNOT)? תאר את עקרון פעולתה והסבר את חשיבותה התיאורטית.

ב) לבלון גומי דקיק הוכנסו 5.6 גרם חנקן בטמפרטורה של 57° צלזיוס. הבלון הושאר באוויר צונן שלחצו 1 אטמוספירה (הזנח את תוספת הלחץ שנגרמה ע״י הגומי הגמיש ממנו עשוי הבלון), וטמפרטורת החנקן בבלון ירדה במשך הזמן עד שהגיעה ל־27° צלזיוס. חשב את השינוי באנטרופיה של החנקן.

## פרק ג׳ — תורת הנוזלים והגזים

5. למיכל גלילי שקוף הוכנסו מים מזוקקים ועליהם שפכו שמן שצפיפותו 0.6 גרם לסמ״ק. לוחית גלילית של חומר פלסטי נוקשה שאינו סופג מים או שמן הושלכה לתוך הכלי והתמקמה על גבול השמן והמים באופן ש־3 ס״מ מגובהה היו שקועים במים ו־2 ס״מ מגובהה בלטו לתוך השמן (ראה ציור). לבסוף נמדדו הגבהים של שכבת השמן ושכבת המים והתברר שהם 10 ס״מ ו־15 ס״מ בהתאמה.



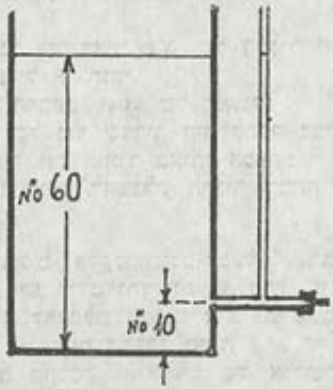

א) חשב את הלחץ ההידרוסטטי שמפעיל השמן על הדופן

העליונה של הלוחית.

ב) חשב את הלחץ ההידרוסטטי שמפעילים המים על הדופן התחתונה של הלוחית.

ג) חשב את צפיפות לוחית הפלסטיק.

6. לחבית גדולה הולחם צינור מתכת אופקי בגובה 10 ס"מ מעל תחתית החבית כדי לאפשר הוצאת נוזל מהחבית. שטח החתך הפנימי של הצינור היה 1.5 סמ"ר. אל צינור המתכת חובר צינור זכוכית אנכי המאפשר לראות מה גובה הנוזל בחבית. וכן הוברג אל קצהו "מעבר" לצינור דק יותר ששטח חתכו הפנימי 0.5 סמ"ר. אחר שהצינור הדק של ה"מעבר" נסגר באמצעות פקק מלאו את החבית בנוזל בלתי צמיג שצפיפותו 0.8 גרם לסמ"ק עד לגובה 60 ס"מ מעל התחתית. נפח הצינורות זניח לעומת נפח החבית.




א) כמה זמן דרוש להוצאת ליטר אחד נוזל מהחבית מיד אחר סילוק הפקק מקצה הצינור?

ב) מה יהיה גובה עמוד הנוזל בצינור הזכוכית מיד אחר סילוק הפקק מקצה הצינור?

## פרק ד' — תורת היחסות הפרטית

7. טיל שאורכו 30 מ' נושא בתוכו טייס חלל (מדידת האורך נעשתה ע"י טייס החלל) עובר ליד מעבדת חלל במהירות 0.8c יחסית למעבדה. המדענים במעבדה וטייס החלל איפסו את שעוניהם ברגע בו חלף הטיל ליד המעבדה וברגע זה הודלק פנס הצמוד לטיל ליד חרטומו.

א) כעבור כמה זמן מעת הדלקת הפנס הגיע אור הפנס לזנב הטיל לפי שעון טייס החלל?

ב) כעבור כמה זמן מעת הדלקת הפנס הגיע אור הפנס לזנב הטיל לפי שעון מדעני המעבדה?

ג) כמה זמן היה דרוש לטיל על מנת לעבור כולו ליד חלון המעבדה?

8. א) חלקיק בעל מסת מנוחה $m_1$ ומהירות $v_1$ התנגש חזיתית בחלקיק שני בעל מסת מנוחה $m_2$ ומהירות $v_2$ שנע לקראתו ונוצר חלקיק בעל מסה m שמהירותו זניחה. הוכח כי המסה m גדולה מסכום המסות $m_1$ ו־$m_2$.

ב) חלקיק בעל מסת מנוחה m ומהירות זניחה התפרק לשני חלקיקים בעלי מסות מנוחה $m_1$ ו־$m_2$ ובעלי מהירויות 0.8c ו־$v_2$ בהתאמה, כך ש־$m_1 : m_2 = 2 : 3$. חשב את המהירות $v_2$ והבע את המסות $m_1$ ו־$m_2$ באמצעות m.

## פרק ה׳ — זרם חילופין

9. על תנור חימום מחו״ל רשום 120V 2400W. על מנת להפעילו בארץ בה מתח החילופין הוא 220 וולט חיברו לו בטור סליל אידיאלי.

א) חשב את ההיגב ההשראתי $X_L$ של הסליל ואת העכבת של המערכת סליל + תנור.

ב) חשב את גורם ההספק $\cos\varphi$ של המעגל.

ג) מהי התנגדותו של נגד שצריך היה לחבר במקום הסליל על מנת להפעיל את התנור באותו הספק?

ד) איזו שיטה מן הנ״ל להפעלת התנור במתח 220 וולט חסכונית יותר?

10. בבית מלאכה מפעילים אלקטרומגנט בעל השראות גדולה במתח חילופין של 220 וולט ותדירות 50 הרץ. עוצמת הזרם האפקטיבית הדרושה להפעלת המגנט היא 20 אמפר וצריכת החשמל שלו במשך 8 שעות הפעלה היתה 26.4 קילווט־שעות.

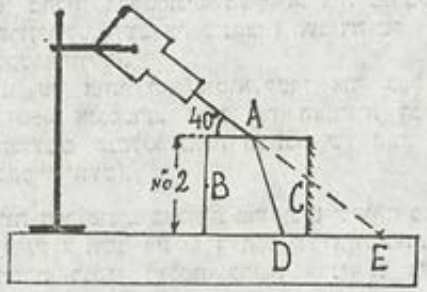
א) חשב את גורם ההספק $\cos\varphi$ של אלקטרומגנט זה.

ב) התקינו קבל במקביל לאלקטרומגנט ועל ידי כך עלה גורם ההספק ל־1. חשב את עוצמת הזרם במקרה זה.

ג) חשב את קיבול הקבל הנ״ל.

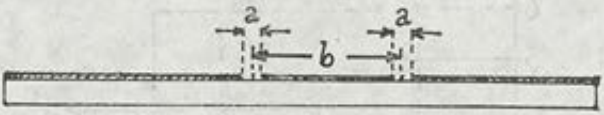
## פרק ו׳ — תורת האור והגלים

11. קוביה שאורך כל מקצוע שלה 2 ס״מ עשויה חומר פלסטי שקוף. A ו־B הן מרכזי שתי פאות של קוביה זו והפאה C הנמצאת מול B מצופה בשכבת מתכת דקיקה המשמשת כמראה. מקור אור חד צבעי שתדירותו $5\times10^{14}$ הרץ שולח אלומת קרנים צרה מאוד בזווית 40° לגבי המישור האופקי הפוגעת בנקודה A בקוביה, נשברת ומגיעה לשולחן האופקי בנקודה D. אחר שמסירים את הקוביה פוגעת אלומת האור הנ״ל בנקודה E, והמרחק DE נמדד ונמצא שווה ל־1.14 ס״מ. אחר כך החזירו את הקוביה למקומה כך שהדופן המצופה C על השולחן ואלומת הקרניים פוגעת בנקודה B, שהיא עתה מרכז הפיאה העליונה.




א) חשב את מנת השבירה של החומר הפלסטי.
ב) חשב את מהירות האור בתוך החומר הפלסטי.
ג) מהו אורך הגל של האור בתוך החומר הפלסטי.
ד) האם תצא אלומת האור דרך אחת הדפנות הצדדיות אחר שהניחו את הקוביה על הדופן C כמבואר לעיל.

.12
אל לוח זכוכית דבוקה שכבה דקיקה של מתכת אטומה לאור ובה נחרטו שני חריצים שרוחב כל אחד מהם a=0.05 מ"מ והמרחק בין מרכזי שני החריצים הוא b. כשמקרינים אור חד צבעי במאונך על לוח זכוכית זה נוצרת על מסך מקביל ללוח הזכוכית תבנית אור בנויה מפסים בהירים וכהים.




א) הסבר מדוע מופיעה על המסך תמונת אור המאחדת תמונת פסי עקיפה בסדק יחיד ותמונת התאבכות של שני סדקים.
ב) במרכז תמונת האור מופיע פס בהיר רחב ובתוכו מספר פסים בהירים עוד יותר. הוכח שמספר הפסים הבהירים יותר אינו תלוי בצבע האור החד צבעי ובמרחק בין לוח הזכוכית ובין המסך ותלוי אך ורק ברוחב החריצים a ובמרחק בין החריצים b.
ג) בפס האור המרכזי הופיעו בניסוי 5 פסי אור בהירים עוד יותר. חשב לפי זה את המרחק בין החריצים b.

**פרק ז' — פיסיקה מודרנית**

.13 מקור אור חד צבעי פולט בכל שניה קרינת אור בעלת אנרגית של $9\times10^{14}$ ג'אול באורך גל של 6620 אנגסטרם.
א) חשב כמה פוטונים נפלטים בכל שנה ממקור האור הנ"ל.

ב) כשהקרינה הנ"ל פגעה בלוח המתכת של תא פוטואלקטרי נפלטו מהלוח אלקטרונים בעלי אנרגיה מירבית של 1.5 אלקטרון־וולט. חשב את פונקצית העבודה של לוח המתכת (באלקטרון־וולט).

ג) הקרינו על אותו תא פוטואלקטרי אור בעל אורך גל של 4500 אנגסטרם. חשב את האנרגיה המירבית של האלקטרונים שנפלטו מלוח המתכת של התא במקרה זה (באלקטרון־וולט).

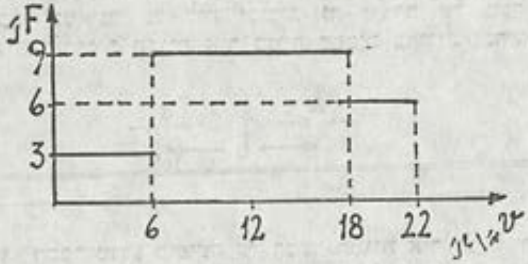
14. א) מהירות הפרוטונים באלומת פרוטונים שיצאה ממאיץ היתה $10^5$ מ'/שנ'. חשב את אורך הגל של אלומה זו.

ב) משפופרת רנטגן נפלטת קרינת קרני X בעלת אורכי גלים בין 0.5 ובין 0.8 אנגסטרום כשרוב הקרינה בעלת אורך גל של 0.7 אנגסטרם. חשב את האנרגיה המירבית של פוטונים הנפלטים משפופרת זו.

**חלק שני (שעתיים) — ענה על שתי שאלות מכל פרק בחלק זה ובסה"כ על 4 שאלות:**

**פרק א' — מכניקה: ענה על שתיים מהשאלות 15—17:**

15. על גוף שמסתו 1.5 ק"ג פועל כח כמתואר בגרף הכח כפונקציה של מהירות הגוף.



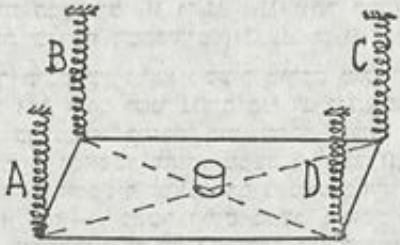

א) כמה זמן היה דרוש עד שהגוף הגיע למהירות 22 מ'/שנ' ואיזה מרחק עבר עד שהגיע למהירות זו?

ב) חשב את העבודה שעבד הכח במשך 4 השניות הראשונות לתנועתו.

16. לוח מלבני אחיד שמסתו 5 ק"ג תלוי על 4 קפיצים אנכיים זהים בארבעת קצותיו (ראה ציור). כאשר הניחו משקולת בת 2.5 ק"ג במרכז הלוח, התארך כל אחד מארבעת הקפיצים ב־4 ס"מ.

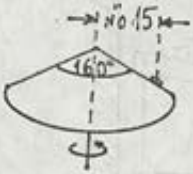
א) חשב את הקבוע של כל אחד מארבעת הקפיצים.

ב) חשב את זמן התנודה של הלוח אם ירימו בפתאומיות את המשקולת ויסלקו אותה מעל הלוח.




ג) חשב את זמן התנודה של אותו הלוח כאשר יסירו את המשקולת אם סילקו קודם לכן את הקפיצים B ו־D כך שהלוח נותר תלוי על הקפיצים A ו־C בלבד.

17. חרוט פח בעל זווית פתיחה של 160° מחובר לציר אנכי המתלכד עם ציר החרוט כך שאפשר לסובבו במהירו־יות שונות. על דופן החרוט מונחת פיסת גומי (מקדם החיכוך בין הגומי לפח הוא 0.8) המרוחקת 15 ס"מ מציר החרוט.




א) ערוך תרשים של כל הכוחות הפועלים על פיסת הגומי בשעת סיבוב אטי של החרוט בה פיסת הגומי נשארת במקומה יחסית לחרוט.

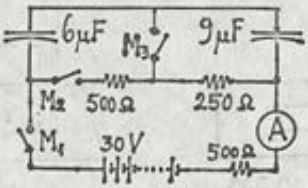
ב) מגבירים לאט לאט את המהירות הזוויתית בה מסתובב החרוט עד אשר פיסת הגומי מתחילה לנוע ממקומה. חשב את המהירות הזוויתית הגבולית בה פיסת הגומי מתחילה להחליק על פני החרוט.

ג) הסבר מדוע צריך להגביר את המהירות הזוויתית לאט לאט ולא בפתאומיות.

**פרק ב' — חשמל: ענה על שתיים מהשאלות 18—20.**

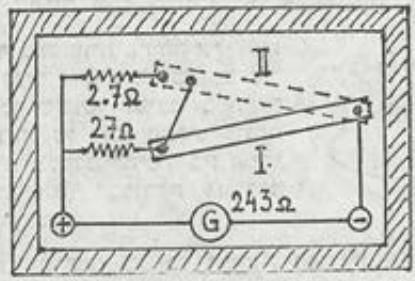
18. במעגל החשמלי המצוייר ההתנגדויות הפנימיות של מקור הזרם והאמפרמטר זניחות. חשב את עוצמת הזרם ואת המטענים על שני הקבלים זמן ניכר אחר

א) סגירת המפסק $M_1$ בלבד ($M_2$ ו־$M_3$ פתוחים).



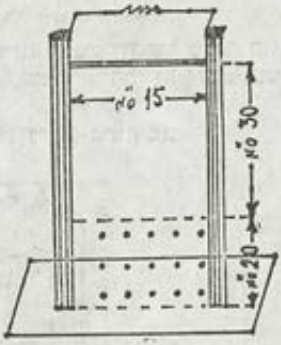
ב) סגירת המפסקים $M_1$ ו־$M_2$ ($M_3$ נותר פתוח).
ג) סגירת שלושת המפסיקים $M_1$, $M_2$ ו־$M_3$.

19. א) בתוך תיבת עץ נמצא מכשיר מורכב מגלוונומטר שהתנגדותו 243 אוהם ושני נגדים בני 27 ו־2.7 אוהם בהתאמה. כמו כן נמצא בתיבה מוט מתכת עבה שמולחם לציר מתכת O ושאפשר להזיזו ממצב I למצב II וחזרה. אפשר לחבר את המכשיר למעגל זרם באמצעות ההדקים המסומנים ב־ + וב־ —. כאשר המוט במצב I אסור להעביר דרכו זרם שעוצמתו עולה על 0.5 אמפר, ולא הגלוונומטר יתקלקל. איזו עוצמת זרם מירבית מותר להעביר דרך המכשיר כשהמוט במצב II מבלי לקלקל את הגלוונומטר?

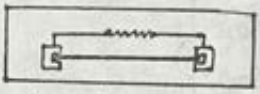



ב) וולטמטר שהתנגדותו 5500 אוהם מראה סטיה מירבית של המחוג כאשר המתח בין הדקיו 20 וולט. הסבר בעזרת ציור וחישובים כיצד אפשר להפוך וולטמטר זה לוולטמטר המסוגל למדוד מתחים עד 2500 וולט.

20. שתי מסילות מתכת אנכיות תקועות בשולחן במרחק 15 ס"מ זו מזו ומחוברות בחלקן העליון ע"י תיל מתכת שהתנגדותו 0.25 אוהם. מוט מתכת שמסתו 50 גרם מחליק ונופל בין שתי




מבט מלפנים



מבט מלמעלה

המסילות כשהחיכוך בינו ובין המסילות זניח אך המגע החשמלי בין המוט למסילות טוב והתנגדותו החשמלית קטנה מאוד. המוט מוחזק תחילה בצורה אופקית בגובה 50 ס"מ מעל השולחן, וכאשר המוט נעזב הוא נופל נפילה חופשית, כשהוא כל הזמן אופקי לאורך 30 ס"מ ונכנס לשדה מגנטי אחיד הנוצר ע"י אלקטרומגנט חזק. כך שלאורך 20 ס"מ האחרונים של ירידתו הוא נע בתנועה קצובה.

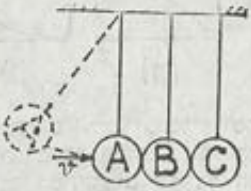
א) חשב את הזמן הדרוש למוט האופקי כדי לרדת ממצבו הראשון עד פני השולחן ואת המהירות בה הוא פוגע בשולחן.

ב) חשב את האינדוקציה המגנטית של השדה המגנטי בהנחה שהשדה מאונך למישור הנקבע ע"י שתי המסילות.

ג) חשב את כמות החום הנוצרת בנגד בשעת ירידת המוט עד פני השולחן.

**חלק שלישי — שאלות קצרות:** ענה על עשר מהשאלות 21—32 ע"י כך שתקיף את האות המסמנת את התשובה הנכונה לכל שאלה בעיגול.

21. שלוש מטוטלות זהות זו לזו תלויות זו ליד זו כך שהן נוגעות זו בזו. הסיטו את המטוטלת A הצידה ועזבו אותה כך שהיא חזרה למקומה ופגעה במטוטלת B פגיעה מרכזית כשמהירותה לפני הפגיעה 12 ס"מ/שנ'. ציין באיזו שורה רשומות המהירויות הנכונות של שלושת המטוטלות מייד אחר הפגיעה הנ"ל.



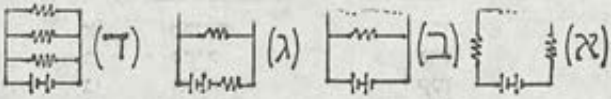

מהירות כדור המטוטלת בס"מ/שנ'

| | | | |
|---|---|---|---|
| א) | 4 | 4 | 4 |
| ב) | 6 | 6 | 0 |
| ג) | 12 | 0 | 0 |
| ד) | 12 | 6 | —6 |

22. אורכו של מישור משופע הוא 1 מטר. עזבו גוף שהוחזק בראש המישור המשופע והוא החליק ללא חיכוך כלפי תחתית המישור. באיזה מרחק מראש המישור היתה מהירות הגוף שווה למחצית ממהירותו בקצה התחתון של המישור המשופע?

א) 25 ס"מ ב) 50 ס"מ ג) 70.7 ס"מ ד) 75 ס"מ.

23. שלושה נגדים שווים חוברו למקור זרם בעל התנגדות פנימית זניחה בארבעה אופנים שונים כמתואר בציורים:



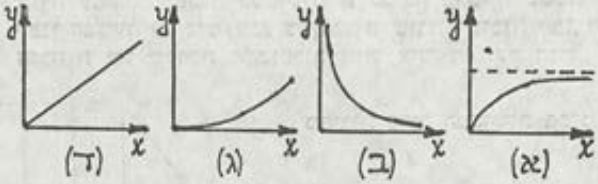

קבע באיזה מקרה תהיה כמות החום הנוצרת בנגדים מירבית.

24. שתי לוחיות פח עשויות ברזל רך תלויות על צירים חסרי חכוך בתוך החלל של סליל חוטים המשמשים אלקטרו־מגנט (ראה ציור). ברגע שיז־ריומו זרם דרך סליל האלקטרו־מגנט

א) הלוחיות תתקרבנה זו אל זו.
ב) הלוחיות תתרחקנה זו מזו.
ג) הלוחיות תשארנה תלויות אנכית במקומן.
ד) אין אפשרות לענות על השאלה בלי לדעת את כיוון הזרם בסליל האלקטרומגנט.

25. קבע את סדר הגודל של מרחק המוקד של עדשת העין של אדם בעל ראיה נורמלית בשעת קריאה בספר.
א) 3 מ״מ ב) 3 ס״מ ג) 30 ס״מ ד) 3 מטר

26. אם x מציין את מרחק הגוף מעדשה מפזרת ו־y מציין את **הערך המוחלט** של מרחק דמות הגוף מן העדשה — קבע איזה מן התיאורים הגרפיים הבאים מתאר נכונה את התלות בין x ובין y:




27. בכלי רחב שתחתיתו משופעת נמצאים מים. טובלים סרגל במים ומוצאים אותו מהמים חליפות, בקצב קבוע, בקצה הכלי בו המים רדודים, כך שנוצרים גלים המתקדמים אל צד הכלי בו המים עמוקים יותר. באיזו שורה מתוארים נכונה השינויים החלים במהירות הגל ובאורך הגל תוך כדי התקדמות הגל:

| | מהירות הגל | אורך הגל |
|---|---|---|
| א) | קבועה | קבוע |
| ב) | קטנה | גדל |
| ג) | גדלה | קטן |
| ד) | גדלה | גדל |

28. אור חד צבעי בעל אורך גל של 5000 אנגסטרום פוגע בקטודה של תא פוטואלקטרי המכוסה בחומר בעל פונקצית עבודה של 1.98 אלקטרון־וולט. כל קוונט אור של האור הנ"ל נושא עמו אנרגיה של 2.48 אלקטרון־וולט. קבע איזה משפט מארבעת המשפטים הבאים נכון:

א) האנרגיה הקינטית המירבית של האלקטרונים הנפלטים מקטודת התא הפוטואלקטרי היא 2.48 אלקטרון־וולט.

ב) האנרגיה הקינטית של כל אלקטרון הנפלט מקטורת התא הפוטואלקטרי היא 0.5 אלקטרון־וולט.

ג) האנרגיה הקינטית המירבית של אלקטרונים הנפלטים מקטודת התא הפוטואלקטרי היא 0.5 אלקטרון־וולט.

ד) האנרגיה הקינטית המירבית של אלקטרונים הנפלטים מקטודת התא הפוטואלקטרי היא 1.98 אלקטרון־וולט.

29. בתבנית עקיפה של אור חד צבעי היה רוחב הפס הבהיר הראשון ליד הפס הבהיר המרכזי על גבי המסך 8 מ"מ. מה היה רוחב הפס הבהיר המרכזי בתבנית עקיפה זו על אותו מסך?

א) 4 מ"מ ב) 8 מ"מ ג) 12 מ"מ ד) 16 מ"מ.

30. ציין את התופעה בין תופעות האור הבאות אותן אין המודל הגלי של האור מצליח להסביר.

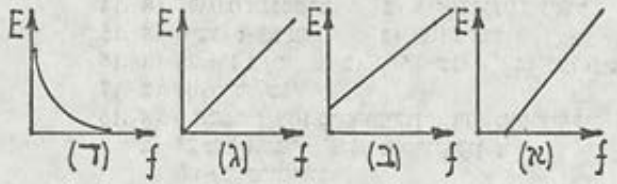
א) אור מתפשט בקוים ישרים.

ב) אור מוחזר משטחים מלוטשים בך שזווית הפגיעה שווה לזווית ההחזרה.

ג) מהירות האור בתווך כל שהוא קטנה ממהירותו בריק.

ד) אור הפוגע בלוח מתכת מסוגל לגרום לפליטה מיידית של אלקטרונים מהמתכת אם תדירות האור גבוהה למדי.

31. קבע איזה מן הגרפים הבאים מתאר נכונה את התלות בין תדירות f של גל מתקדם כל שהוא ובין האנרגיה שלו E:




32. בשרשרת תהליכים רדיואקטיביים חלים בזה אחר זה השינויים הבאים:

$$_{90}TR^{232} \rightarrow {}_{88}Ra^{228} \rightarrow {}_{89}Ac^{228} \rightarrow {}_{90}Th^{228} \rightarrow {}_{88}Ra^{224}$$

בתהליכים הנ"ל נפלטים מגרעיני האטומים החלקיקים הבאים בסדר הנקוב מימין לשמאל:

א) α, β, β, α  ב) β, α, α, β
ג) α, β, α, β  ד) α, β, α, β

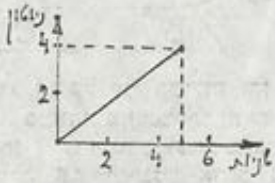
**תשובות:** 1. א) (8— ; 0 ; 0.375—)  ב) 0.0018 ק"ג×מ"ר
2. א) 55.15°  ב) לא
3. ג) (1) 292 סמ"ק  (2) 257.5° צלזיוס
(3) 478 ג'אול  (4) 478 ג'אול
4. ב) 0.55 ג'אול למעלה
5. א) 480 נ' למ"ר  ב) 900 נ' למ"ר
ג) 0.84 גרם לסמ"ק
6. א) 57.7 שניות  ב) 53.3 ס"מ
7. א) 30/c שני'  ב) 18/c שני'  ג) 22.5 שני'
8. ב) $v_2=0.664c$ ; $m_1=0.19m$ ; $m_2=0.29m$
9. א) 9.22 אוהם ; 11 אוהם  ב) 0.5455
ג) 5 אוהם  ד) הראשונה
10. א) 0.75  ב) 15 אמפר  ג) 191.4 מיקרופרד
11. א) 1.45  ב) $2.07\times10^8$ מ'/שני'
ג) 4136 אנגסטרם  ד) לא
12. ג) 0.125 מ"מ
13. א) $3\times10^8$  ב) 0.375 א"ו  ג) 2.383 א"ו
14. א) 0.0396 אנגסטרם  ב) $3.97\times10^{-15}$ ג'אול
15. א) 6 שני' ; 53 מ'  ב) 108 ג'אול
16. א) 156.25 נ'/מ'  ב) 0.562 שני'  ג) 0.795 שני'
17. ב) 6.04 רד'/שני'
18. א) 0 אמפר ; 108 מיקרוקולון ; 108 מיקרוקולון
ב) 24 מיליאמפר ; 64.8 מיקרוקולון ;
64.8 מיקרוקולון
ג) 24 מיליאמפר ; 72 מיקרוקולון ; 54 מיקרוקולון
19. א) 5 אמפר  ב) נגד טורי בן 682 קילו אוהם
20. א) 0.327 שני' ; 2.45 מ'/שני'
ב) 1.5 ובר למ"ר (טסלה)  ג) 0.024 קלוריות
21. ג  22. א  23. ד  24. ב  25. ב  26. א
27. ד  28. ג  29. ב  30. ד  31. ג  32. א

## מבחן מספר 52 (תשמ"ו)

חלק א' (שלוש שעות)

פרק ראשון: ענה על שלוש שאלות מהשאלות 1—5. לכל שאלה מוקצבות 10 נקודות.

1. גוף שמסתו 4 ק"ג נע על פני מישור אופקי חלק. כשמהירות הגוף 1 מטר לשניה צפונה מתחיל לפעול על הגוף כח שעוצמתו גדלה ביחס ישר לזמן פעולת הכח מ־0 עד 4 ניוטון (ראה תרשים).




חשב את תאוצת הגוף (גודל וכיוון) ואת מהירותו (גודל וכיוון) 5 שניות אחר שהכח החל לפעול עליו

א) אם כיוון הכח היה כל הזמן צפונה.

ב) אם כיוון הכח היה כל הזמן דרומה.

ג) אם כיוון הכח היה כל הזמן מערבה.

2. לשני גושי עץ שמסת כל אחד מהם 2 ק"ג יש גלגלי פלסטיק קלים מאוד, כך שהם מסוגלים לנוע על גבי מסילה אופקית. כשהחיכוך בינם למסילה זניח. לכל אחד מגושי העץ מחובר קפיץ קל בעל קבוע 20 ניוטון למטר. הקצוות הנותרים של הקפיצים מחוברים לשני מסמרים התקועים בין פסי המסילה כך שאם שני הגושים נוגעים זה בזה בנקודה M — הקפיצים רפויים.

הזיזו את הגוש השמאלי שמאלה למרחק 5 ס"מ בלי להזיז את הגוש הימני ממקומו ואחר שמרחו את צידי הגושים הפונים זה אל זה בדבק מגע, עזבו את הגוש השמאלי.

א) כמה שניות אחר שנעזב פגע הגוש השמאלי בגוש הימני?

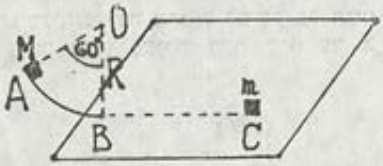
ב) מה היתה המהירות המשותפת של שני הגושים מיד אחר שנדבקו זה אל זה.

ג) עד לאיזה מרחק מירבי מהנקודה M יגיעו שני הגושים אחר שנדבקו זה אל זה?

ד) אילו הזיזו את הגוש הימני 10 ס"מ ימינה באותו הזמן

בו הזיזו את הגוש השמאלי 5 ס"מ שמאלה, ועזבו את שניהם בעת ובעונה אחת — באיזה מרחק מ־M היו שני הגושים פוגעים זה בזה לראשונה?

3. AB היא מסילה חלקה בצורת $\frac{1}{4}$ מעגל שמרכזו O, ומחוגו R = 0.4 מ'. מישור המעגל OAB אנכי וקצה המסילה B נמצא על גבי שולחן אופקי חלק והמסילה משיקה לפני השולחן.




כך שהקטע BC נמצא הן על פני השולחן והן במישור האנכי OAB. בנקודה C מונח במנוחה גוף שמסתו m = 10 גרם ובנקודה A מניחים גוף שמסתו M = 30 גרם ועוזבים אותו. הגוף הגדול מחליק לאורך המסילה AB ומתנגש אח"כ עם הגוף הקטן המונח בנקודה C.

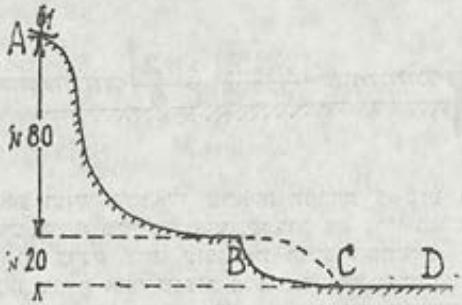
חשב את מהירותו של הגוף שמסתו m אחר ההתנגשות

א) אם ההתנגשות היא בלתי גמישה לחלוטין.

ב) אם ההתנגשות היא התנגשות מצח גמישה לחלוטין.

ג) אם ההתנגשות היא התנגשות גמישה לחלוטין, אך הגוף שמסתו M נע אחר ההתנגשות על גבי השולחן בכיוון היוצר זווי תבת 10° עם כיוון BC. מספיק לרשום בסעיף זה את המשוואות הדרושות לפתרון הבעיה מבלי לפתור את המשוואות.

4. מקפצת סקי בנויה ממדרון מכוסה שלג עליו מחליק הקופץ כשהחיכוך זניח מהנקודה A עד לנקודה B. לפני הנקודה B




מדרון השלג הוא אופקי ואחר הנקודה B המדרון יורד בתלילות לעמק שגם הוא מכוסה שלג. לכן הקופץ ניתק מן המדרון בנקודה B, ומרחף באוויר עד שהוא פוגע שוב בשלג בנקודה C ממנה הוא ממשיך להחליק לכיוון הנקודה D. אם הנקודה

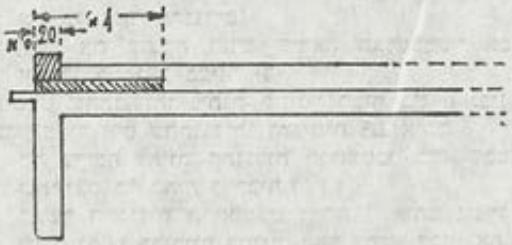
A נמצאת בגובה 80 מ׳ מעל לנקודה B והנקודה B נמצאת 20 מ׳ מעל לנקודה C. חשב:

א) מהו המרחק האופקי של הקפיצה (מ־B ל־C)?

ב) באיזו מהירות מגיע הקופץ לנקודה C (גודל המהירות בלבד)?

ג) אילו נערכה קפיצה זו על כוכב לכת בו תאוצת הכובד קטנה פי 3 מזו שעל פני כדור הארץ — מה היה המרחק האופקי של הקפיצה במקרה זה?

5. על שולחן אופקי ארוך מונח קרש שאורכו 1 מ׳ ועליו תיבה בצורת קוביה שאורך צלעה 0.2 מ׳ (ראה ציור). מסת הקרש




3 ק״ג ומקדם החיכוך בינו ובין השולחן 0.2. מסת התיבה 5 ק״ג ומקדם החיכוך בינה ובין הקרש 0.4. מושכים את התיבה ימינה בעזרת חבל אופקי בכח 30 ניוטון.

א) שרטט תרשים בו רשומים כל הכחות הפועלים על התיבה ועל הקרש.

ב) חשב את תאוצת התיבה יחסית לשולחן ואת תאוצת הקרש יחסית לשולחן בשעת משיכת החבל.

ג) חשב כמה זמן אחר התחלת משיכת החבל יגיע הקצה הימני של התיבה אל הקצה הימני של הקרש.

**פרק שני:** ענה על שלוש מהשאלות 6—10. לכל שאלה מוקצבות 10 נקודות.

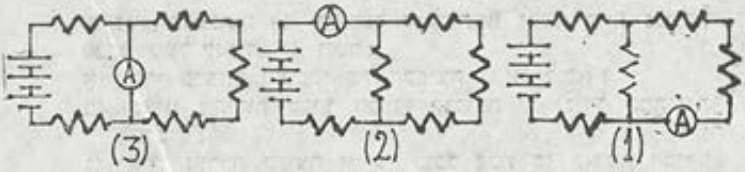
6. טענו אלקטרומטר עד שהראה פוטנציאל של 3000 וולט. אחר כך חיברו לאלקטרומטר זה כדור מתכת מבודד מסביבתו שלא היה טעון וכתוצאה מכך הראה האלקטרומטר פוטנציאל של 900 וולט בלבד. מחוג כדור המתכת היה 6.3 ס״מ.

א) מה היה קיבול האלקטרומטר?

ב) מה היה גודל המטען שעבר מהאלקטרומטר לכדור אחר החיבור?

ג) כשחיברו כדור מתכת נוסף שהיה תחילה בלתי טעון ומבודד מסביבתו לכדור הראשון ולאלקטרומטר, הראה האלקטרומטר פוטנציאל של 300 וולט. חשב את קיבול הכדור השני.

7. מקור מתח שהתנגדותו הפנימית 1 אוהם ואמפרמטר שהתנגדותו זניחה חוברו לחמישה נגדים בעלי התנגדות R כל אחד, בשלושת




האופנים המתוארים בציור. במעגל שבציור (1) הראה האמפרמטר זרם של 0.2 אמפר. במעגל שבציור (2) הראה האמפרמטר זרם של 0.864 אמפר.

א) חשב את הכא"מ של מקור הזרם ואת גודל ההתנגדות R של כל אחד מהנגדים.

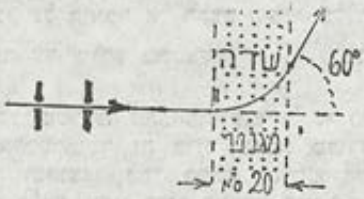
ב) חשב את עוצמת הזרם שיראה האמפרמטר אם הנגדים יחוברו כמתואר בציור (3).

8. ריאוסטט שהתנגדותו ניתנת לשינוי רציף בין 0 ובין 5 אוהם חובר למקור זרם שהתנגדותו הפנימית 2.5 אוהם.

א) מה צריכה להיות התנגדות הריאוסטט כדי שכמות החום שתיווצר בו תהיה מירבית?

ב) כאשר התנגדות הריאוסטט היתה 3 אוהם נוצרו בו בכל שניה 11.52 קלוריות קטנות. האם אפשר לכוון את התנגדות הריאוסטט להתנגדות אחרת השונה מ־3 אוהם שגם בה תיווצרנה 11.52 קלוריות קטנות בכל שניה? נמק את תשובתך. ואם התשובה חיובית — חשב את ההתנגדות הנ"ל.

9. אלומת אלקרונים בעלי אנרגיה של 0.5 מא"ו יוצאת מתותח אלקטרונים בכיוון אופקי ועוברת דרך שדה מגנטי אחיד שרוחבו 20 ס"מ. כאשר האלומה יוצאת מהשדה המגנטי, כיוונה יוצר זווית בת 60° כלפי מעלה עם הכיוון המקורי של האלומה.




א) מהי צורת המסלול של אלומת האלקטרונים בתוך השדה המגנטי? נמק את תשובתך.

ב) חשב את עוצמת השדה המגנטי (גודל וכיוון).

10. סליל קטן שבו 50 ליפופים מעגליים שקוטרם 2 ס"מ מחובר לנגד שהתנגדותו 6 אוהם, מצוי בתוך סילונית ארוכה שבה 9000 ליפופים לכל מטר של סילונית. לסילונית הארוכה מחובר מקור מתח המזרים בה זרם שעוצמתו באמפרים משתנה בהתאם

לנוסחה $I = 6/(t+2)$ (t = זמן מהתחלת זרימת הזרם בשניות).
מישורי הליפופים של שני הסלילים מקבילים זה לזה.

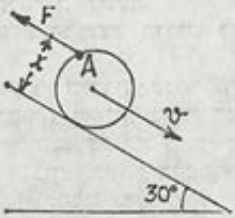
א) חשב את עוצמת הזרם בנגד 4 שניות אחר שהתחילו להזרים זרם בסילונית הארוכה.
ב) מה כיוון זרימת הזרם בנגד — מ־A אל B או להיפך (ראה ציור)?

חלק ב' (שעה וחצי)

ענה על שתי שאלות משני פרקים שונים בחלק זה. לכל שאלה מוקצבות 10 נקודות.

פרק ראשון — מכניקה של גוף קשיח

11. לכדור מתכת אחיד שקוטרו 10 ס"מ ומסתו 3 ק"ג מולחמת טבעת מתכת קלה בנקודה A ואל הטבעת קשור חוט. הניחו את הכדור על מישור משופע שיוצר זווית בת 30° עם המישור האופקי. מקדם היכוך ההחלקה בין הכדור למישור הוא 0.1.




כשמשכו את החוט בכח F כך שהחוט נשאר כל הזמן מקביל למישור המשופע ובמרחק x ממנו, הכדור החליק על המישור כלפי מטה במהירות קבועה.
א) חשב את הכח F ואת המרחק x.
ב) אילו היה x = 8 ס"מ והכח F היה כפי שחישבת בסעיף א' — האם היה הכדור מתחיל להסתובב במגמת תנועת מחוגי השעון או במגמה הפוכה?

12. שני חוטים קלים מאוד ושווי אורך קשורים לשני מסמרים A ו־B התקועים בקיר אנכי בגובה שווה מעל הריצפה. שני הקצוות האחרים של החוטים, C ו־D דבוקים לגליל עץ שמסתו

ב) הסבר כיצד אפשר למדוד בעזרת צנור ונטורי מהירות זרימה של נוזל.

16. בתוך חבית נמצאים שני נוזלים שאינם מתערבבים: שכבת תמיסת מלח מרוכזת שצפיפותה 1.2 גרם לסמ"ק ועוביה 30 ס"מ ומעליה שכבת שמן שצפיפותו 0.75 גרם לסמ"ק ועוביה 40 ס"מ. זרקו לחבית זו שתי קוביות מחומרים שונים שאורך הצלע של כל אחת מהן 20 ס"מ. הקוביה האחת צפה בשמן כך ששליש מנפחה בולט מעל לשמן והשניה שקעה בשמן וצפה במי המלח כך ששלושה רבעים מנפחה בתוך מי המלח ורבע אחד בתוך השמן.

א) מהי צפיפות הקוביה הצפה על השמן?

ב) מהי צפיפות הקוביה השניה?

ג) חשב את הלחץ על תחתית החבית לפני ואחרי הכנסת שתי הקוביות אם חבית זו גלילית וקוטרה 40 ס"מ.

## פרק רביעי: תורת היחסות הפרטית

17. א) בתותח אלקטרונים הואץ אלקטרון עד שמסתו היתה גדולה ב־50% ממסת המנוחה שלו. חשב את המתח החשמלי שהיה דרוש לשם כך.

ב) תאר את הניסוי המראה כי מהירות האור בריק היא קבועה.

18. אלקטרון ופוזיטרון שנעו זה לקראת זה במהירות 0.8c כל אחד (לגבי מערכת המעבדה) התנגשו וחסלו זה את זה ונוצרה קרינת γ בלבד.

א) האם יתכן כי נוצר פוטון יחיד בתהליך זה? נמק את תשובתך.

ב) אם נוצרו בתהליך הנ"ל שני פוטונים בלבד — הוכח כי הם נעים בכיוונים מנוגדים.

ג) חשב את אורך הגל של כל אחד משני הפוטונים הנ"ל.

## פרק חמישי: זרם חילופין

19. מקור זרם חילופין שתדירותו 50 הרץ מחובר לסליל ולנגד שהתנגדותו 3 אוהם המחוברים זה לזה בטור. המתח בין הדקי מקור הזרם היה 10 וולט בשעה שהמתחים בין הדקי הנגד והסליל היו 6 ו־6.32 וולט בהתאמה.

א) חשב את התנגדות הסליל.

ב) חשב את השראות הסליל.

20. מקור מתח חילופין שמתחו 60 וולט ותדירותו 50 הרץ מחובר לקבל שהתנגדותו הקיבולית 5 אוהם. כאשר חיברו נגד במקביל לקבל עלתה עוצמת הזרם היוצאת מהמקור ב־50% לעומת עוצמת הזרם כשהיה הקבל בלבד מחובר למקור, אך כאשר החליפו את הנגד בסליל בעל התנגדות אוהמית זניחה, קטנה עוצמת הזרם שיצאה מהמקור עד כדי מחצית עוצמת הזרם כשהקבל בלבד היה מחובר למקור.

א) חשב את התנגדות הנגד ואת עוצמת הזרם דרכו.

ב) חשב את השראות הסליל L ואת עוצמת הזרם דרכו.
ג) חשב את גורם ההספק בכל אחד משלושת המקרים הנ"ל.

## פרק ששי: תורת האור והגלים

21. אדם שעמד ליד שפת בריכה הסתכל בבלון שהוחזק ע"י נער שעמד בקצה השני של הבריכה. גובה עיני האדם מעל פני המים בבריכה היה 2 מ', והוא ראה את הבלון בזווית גובה של $10^\circ$ ואת דמות הבלון במי הבריכה בזווית עומק של $22^\circ$.
א) שרטט תרשים של מצב הענינים המתואר לעיל במישור אנכי וכלול בו את מהלך קרני האור בגללן רואה אותו אדם את דמות הבלון במי הבריכה.
ב) חשב את גובה הבלון מעל פני המים בבריכה.

22. אלומת קרני אור בעלת אורך גל של 5600 אנגסטרום שמקורה במכשיר לייזר נשלחה במאונך לשני סריגים צמודים זה לזה שבראשון 3000 חריצים בכל סנטימטר ובשני 5000 חריצים בכל סנטימטר. חריצי הסריג הראשון מקבילים לציר x של מערכת צירים קרטזית (ישרת זווית) וחריצי הסריג השני מקבילים לציר y של אותה מערכת כאשר כיוון אלומת האור מקבילה לציר z של אותה המערכת. במרחק 15 ס"מ מהשריגים ניצב מסך המקביל למישורי הסריגים ועליו מתקבלת תמונת התאבכות שאפשר לתארה כמערכת נקודות החיתוך של קבוצת ישרים מקבילים לציר ה־x וקבוצת ישרים מקבילים לציר y. המרחק בין מרכז תמונת ההתאבכות לישר המקביל לציר x הקרוב אליה ביותר הוא a והמרחק בין המרכז לישר המקביל לציר ה־y הקרוב ביותר אל המרכז בתמונת ההתאבכות הוא b.
א) הסבר מדוע מתקבלת תמונת התאבכות מסוג זה?
ב) חשב את המרחקים a ו־b הנ"ל.

## פרק שביעי: פיסיקה מודרנית

23. א) מה צריכה להיות אנרגית הקשר של האלקטרונים למתכת המצפה את הקטודה של תא פוטואלקטרי (באלקטרון־וולט), כדי שהתא יהיה רגיש לאור כל שהוא בתחום האור הנראה (4000—7000 אנגסטרום)?
ב) תא פוטואלקטרי הוא בעל קטודה מצופה במתכת בעלת אנרגית הקשר המירבית האפשרית לפי סעיף א'. חשב את המתח הנגדי המזערי הדרוש כדי להבטיח שלא יזרום בתא זרם כאשר יוקרן ע"י אור נראה כל שהוא.
ג) בתא הפוטואלקטרי הנ"ל הופעל המתח הנגדי שחישבת בסעיף ב'. האם יזרום זרם בתא אם יחשף לקרינת אור השמש? נמק את תשובתך.

24. א) מסתו של כדור רובה 20 גרם ומהירותו 800 מ'/שנ'. חשב את אורך גל דה־ברולי של כדור זה.
ב) פוטון בעל אורך גל של 0.1 אנגסטרום פגע באלקטרון חופשי בעל מהירות זניחה. חשב את האנרגיה הקינטית

של האלקטרון אחר הפגיעה אם בזמן הפגיעה נפלט ממנו פוטון בעל אורך גל 0.15 אנגסטרם.

חלק ג' (שעה אחת): ענה על חמש מן השאלות 25—32. לכל שאלה מוקצבות 4 נקודות.

25. זמן מחצית החיים של יסוד רדיואקטיבי הוא 30 דקות. כעבור כמה זמן תרד פעילותו של חומר המכיל יסוד רדיואקטיבי זה בלבד עד כדי החלק ה־64 מפעילותו ההתחלתית.

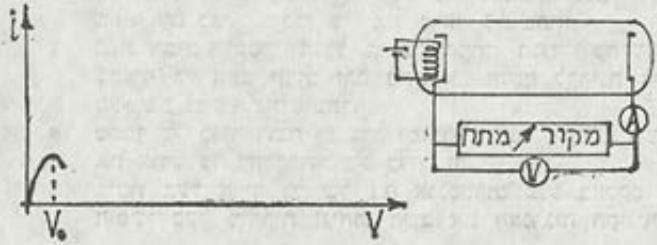
26. תאר תופעה המעידה על אופיו הגלי של זרם אלקטרונים מהירים שנפלט מתותח אלקטרונים.

27. על לוח זכוכית חרטו שני חריצים מקבילים זה לזה במרחק a זה מזה. אלומת אור חד צבעי נשלחה אל לוח הזכוכית ויצרה תמונת התאבכות על חיץ מוצב במרחק מה מלוח הזכוכית. האם יזוזו קוי ההתאבכות על החיץ ממקומם אם נחרוט על לוח הזכוכית חריץ שלישי במרחק a מאחד החריצים הקודמים?

28. שלוש נורות שוות זו לזו מחוברות למקור זרם כמתואר בציור.
א) האם תארנה שלושת הנורות בעוצמת אור שווה?
ב) אם תשרף נורה ג' — כיצד תשתנה עוצמת האור בנורה א' ובנורה ב'? נמק את תשובותיך.

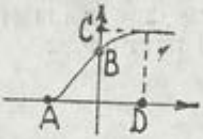
29. בתוך קובית זכוכית יש חלל אוויר בצורת חצי כדור. העתק את הציר למחברתך ושרטט את מהלכן של שלוש הקרניים בציור שפגעו בקובית הזכוכית בכיוון מאונך לדופן הקוביה.

30. בשפופרת זכוכית נמצא גז בלחץ נמוך. בקצה אחד של השפופרת נמצאת אלקטרודה המחוממת ע"י חוט להט מחובר למקור מתח נמוך. בקצה השני של השפופרת נמצאת אלקטרודה קרה ולשתי האלקטרודות מחובר מקור מתח ישר גבוה, שמתחו ניתן לשינוי רציף מאפס עד למתח המירבי.



החלו במדידת הזרם דרך השפופרת תוך כדי הגדלה הדרגתית של המתח בין האלקטרודות ותיארו את תוצאות הניסויים בגרף. העתק את הגרף למחברתך והמשך אותו עבור מתחים גבוהים יותר. הסבר את הגרף שציירת.

31. הקרינו אור מונוכרומטי על הקטודה של שפופרת פוטואלקטרית ומדדו מדידות שונות שסוכמו בתיאור הגרפי הבא:
הסבר את מהותן של הנקודות A,B,C,D בגרף זה.




32. משקלה של אבן על פני כדור הארץ הוא 10 ניוטון. מה היה משקלה של אותה אבן אילו הורמה מעל פני הארץ לגובה השווה לרבע ממחוג כדור הארץ, ומה היה משקלה לו נשקלה בתחתיתו של בור שעומקו החלק העשרים של מחוג כדור הארץ?

**תשובות:** 1. א) 1 מ'/שנ² צפונה ; 3.5 מ'/שנ' צפונה
ב) 1 מ'/שנ² דרומה ; 1.5 מ'/שנ' דרומה
ג) 1 מ'/שנ² מערבה ; 2.69 מ'/שנ' בכיוון 21.8° צפונית ממערב
2. א) 4.97 שנ' ב) 7.9 ס"מ/שנ' ג) 2.5 ס"מ ד) 0
3. א) 1.5 מ'/שנ' ב) 2.286 מ'/שנ'
4. א) 80 מ' ב) 44.7 מ'/שנ' ג) 80 מ'
5. ב) 2 מ'/שנ² ; 1.33 מ'/שנ² ב) 1.73 שנ'
6. א) $3\times10^{-6}$ מיקרופרד ב) 0.0063 מיקרוקולון
ג) $2\times10^{-5}$ מיקרופרד
7. א) 5.4 וולט ; 3 אוהם ב) 0.771 אמפר
8. א) 2.5 אוהם ב) כן ; 2.083 אוהם
9. ב) $1.03\times10^{-7}$ טסלה מתוך הדף אלינו
10. א) 4.93 אמפר ב) מ־B אל A
11. א) 12.4 ניוטון ; 6.05 ס"מ
ב) מגמה מנוגדת לתנועת מחוגי השעון
12. א) 6.67 מ'/שנ² ב) 1.67 ניוטון ג) 92.4 שנ'
ד) היתה קטנה יותר
13. א) 125 ווט ב) 27.78 ווט
ג) יעיל פי 3 מתנור חימום
14. א) 48.5 אטמ' ב) 6 אטמ'
ג) $V_0$ 25.39 ליטר × אטמ'
15. א) 14.14 ליטר
16. א) 0.5 גרם/סמ"ק ב) 1.0875 גרם/סמ"ק
ג) 10.66 ניוטון/סמ"ר ; 10.76 ניוטון/סמ"ר

17. א) 256.000 וולט 18. ג) 0.0146 אנגסטרם
19. א) 1 אוהם ב) 9.55 מיליהנרי
20. א) 4.47 אוהם ; 13.4 אמפר
ב) 31.8 מיליהנרי ; 6 אמפר ג) 0 ; 0.667 ; 0
21. ב) 5.1 מ׳
22. ב) $b=2.52$ ס״מ ; $a=4.2$ ס״מ
23. א) פחות מ־1.77 אלקטרון־וולט ב) 1.33 וולט
24. א) $4.14\times10^{-35}$ מ׳ ב) $6.62\times10^{-15}$ ג׳אול
25. 3 שעות 32. 6.4 ניוטון ; 9.5 ניוטון

# תשובות לשאלות החישוב

תשובות למבחנים במכניקה:

מס' 1.

1. ש' 53 או 52'36 ; 40 שני' או 30 שני'.
2. א) 30 שני' ; 225 מ' ב) מי 2 ; מי 4 ג) מי 2 ; מי 2.
3. 438.8 מ' ; 28.9 שני'.
4. 2800 מ' ; 43.75 מ'.
5. 3.7 נ"ט ; 4 נ"ט ; 0.
6. א) 36 ק"מ/ש' ; ב) 7°29' דרומית ממערב.

מס' 2.

1. 1.89 קנ"כ.
2. 1.04 שני'.
3. 4.6 שני'.
4. 2.2 מ'.
5. 14.64 קנ"כ ; 10.34 קנ"כ.
6. א) 90 מ' ; 0 ב) 42.42 מ'/שני' ; 42.42 מ'/שני' ; 45° ג) 7.24 שני' ; 90 מ'.

מס' 3.

1. א) 2846 מ' ; ב) 18.9 שני' ; ג) 241.9 מ'/שני' ; 51°40'.
2. א) 5°1' ב) 1.5 שני' ג) 2.81 מ'.
3. א) 2.68 שני' ב) 3.15 מ'/שני' ; 3.4 מ'/שני' ; ג) 3.75 נ"ש ; 2.4 נ"ט.
4. א) 39.2 ק"מ/ש' ב) 8°32' ג) 10 מ'.
5. א) 0.39 מ'/שני' ; 444 באול.

מס' 4.

1. 384 קל"ק ; 57.6°
2. 17 מ'/שני'.
4. א) 2.25 ק"מ ב) 562.5 מ' ג) 2°33' (או 87°27')
6. 12.86 קנ"כ.

מס' 5.

3. א) 64.53 ק"ו או 86.04 כ"ס ב) בהתחלה 0 ובסוף 172 כ"ס ג) 800000 באול ; 640000 באול ; 5000 באול.
3. א) 96 ס"מ ב) 28.8 ס"מ.
4. 20.93 שני' ; 123 מ'.
5. 2.16 שני'.
6. א) 180 שני' ; 90° ב) 204 שני' ; 61°55'.

מס' 6.

1. 67°23' לגבי הנדה במעלת הנהר ; 36 שני'.
2. 41°35' צפונית ממזרח ; 31.87 ק"מ לשעה
3. א) 1080 מ' ב) 50.7 שני' ג) 146.9 מ'/שני'.
4. א) 3000 מ' ; 200 מ' ב) 140 מ' ; 300 מ'.
5. א) 3.75 נ"ש ; 4 נ"ש ; 0 ב) 4 באול.
6. 67°23' (או 22°37') ; 48 שני' (או 20 שני').

מס' 7.

1. 2.07 קנ"כ.
2. 1.7 שני'.
3. 4.6 שני'.
4. 1.75 מ'.
5. א) 129 ימים ב) 0.63 ממוצע מסילת כדור הארץ או 94.5 מליון ק"מ.
6. 151°56'.

מס' 8.

1. 144 קל"ק ; 64°.
2. 20 ס"מ.
4. 70 מ'/שני' ; 120 מ'.
5. 23.53 קנ"כ.

מס' 9.

1. א) 61.25 מ' ב) 3.5 שני' ג) 8 שני' ; 43—מ'/שני'
2. א) 2.86 ו־1.43 מ'/שני'

# תשובות למבחנים במכניקה

ב) 5.71 קג"כ

3. 0.79 מ'

4. א) 141.4 קג"כ ב) $70^{\circ}33'$ ; 47.1 קג"כ

5. א) 2.51 מ'/שנ' ב) 42.67 מ'/שנ$^2$ ג) 0.16 ג'אול ד) 14.4 ניוטון/מ'

6. א) 90000 קנכ"מ ב) 0.041 כ"ס ג) 210.8 קל"ג

מס' 10.

1. א) 200 שנ' ב) 433.3 שנ'

2. 1 כ"ס

3. 36.9 ק"מ/ש' ; $66^{\circ}2$ ; 4.38 מ'

4. א) לא ב) 25 קג"כ

5. 4 ד' ; 95 ק"בגמ$^2$ ; 30400 ג'אול

6. 4.3 ס"מ ; 4.7 שנ'

מס' 11.

1. 1 שנ' ; 0.88 מ' ; 5.48 מ'/שנ' ; $56^{\circ}48'$

2. 30 ו"40 קג"כ ; לא ישתנה

3. 2.5 מ'/שנ$^2$ ; $14^{\circ}2'$

4. 0.43 מ'

5. 1.38 מ'/שנ$^2$ ; 1.73 קג"כ ; לא ישמיע

מס' 12.

1. א) 1.5 מ'/שנ$^2$ ב) 175 מ' ג) 16.7 שנ' ד) 208.3 מ'

2. $3^{\circ}49'$

3. א) המכונית תתהפך ב) המכו' נית תתחלק ג) 50.9 ו"42.6 ק"מ/ש'

4. א) לא ב) 95.5 קל"ק

5. 0.33 קג"כ ; 0.3 שנ'

6. 0.025

מס' 13.

1. $73^{\circ}18'$

2. 0.375 ר'כב ג'וטון

3. 5.9 קג"כ

4. 10 ; 0.1 מ'/שנ' ; 375 קג"כ

5. 20 שנ'-

6. 2 ס"מ

מס' 14.

1. א) 1.55 שנ' ב) 63 ס"מ/שנ'

2. 8.2 מ'/שנ' ; 5.72 מ'/שנ' ; 2.97 שנ'

3. 640 מ'/שנ'

4. 4.5 ו"3.5 קג"כ

5. א) 8 ק"מ/שנ' ב) 17.3 ג

6. $1.3\times10^{-4}$ ס"מ/שנ$^2$

6. $3.1\times10^{5}$

מס' 15.

1. 13.5 ס"מ

2. 0.187 מ"ק

3. 0.69 שנ'

4. 3.62 מ'

5. 23.7 שנ' ; 3.46 מ'

מס' 16.

1. 12 מ'/שנ' ב) 36 מ'

2. 0.9 שנ' ; 0.81 שנ' ; 0.73 שנ' ; 1.01 מ' ; 0.82 מ' ; 0.66 מ'

3. ב) 15.3 ק"מ/ש'

4. ב) 1667 ק"מ/ש' ג) 1/3%

5. א) 2.5—מ'/שנ$^2$ ; ב) לא

6. 6.25 מ'/שנ$^2$

מס' 17.

1. 2.8 קג"כ

2. 15.39 מ' ; 10.26 מ'/שנ' ; 0.5 קג"כ

3. 2 מ'/שנ$^2$ ; 20 ס"מ

4. 0.4 מ'/שנ' ; 25600 קג"מ

5. 8 מ'/שנ' ; 20%

מס' 18.

2. 5X/3

4. 0.3 קג"כ ; $64^{\circ}48'$ לאופק

5. 750 כ"ס ; 3750 קג"כ ; 7500 קג"כ

6. 600 קג"ב

מס' 19.

1. ב) 5.3 ג'/סמ"ק

2. $40^{\circ}33'$ מזרחית מצפון ; $35^{\circ}36'$ מזרחית מדרום

## תשובות המבחנים במכניקה

3. 80 שניים
4. 0.234 ניוטון×שני ; 22.5 מ"מ
5. 0.59 שני
6. 71.5% ; 1.19 ב) 66.7% ; 6.67

מס' 20.

1. 3.38
2. מעגל שמחוגו 51.1 ס"מ סביב המטרה
3. א) 76 קג"כ ב) 80 קג"כ ג) 38 קג"כ ; 5.25 מ/שנ²
4. 29°18′ ; 12 מ/שני
5. 6.25 מ'
6. 0.53 ק"בא מ²

מס' 21.

2. 17°6′ מורחית מצפון או צפו־נית ממזרח
3. 0.93 מ/שנ² ; 0.96 מ/שני
4. א) 2°52′ ב) 0° ג) 5°43′
5. 0.4
6. 400 דין ; 22.4 שנ⁻¹

מס' 22.

1. א) 7.2 ק"מ/שני ב) 29.3 שנים
2. 52.3 ק"מ/ש' ; 53°25′ מערבית מצפון
3. 4.5 ק"מ ; 0.0078
4. 134.2 ו־22.4 קג"כ
5. 0.075 ; 13.1 כ"מ
6. א) 2 קג"כ ב) 1 קג"כ

מס' 23.

1. 56.7 מ/שני
2. ב) 32°
3. 3.354 ניוטון×שני
4. א) 0.25 ו־0.31 קג"כ ב) 0.5 קג"כ ; 0
5. 302.5 ו־1200 קג"כ"ם ; 1:3.96
6. 346.4 ו־18 שני

מס' 24.

1. א) 47.5 מ/שני ב) 42.5 מ' מעל הקרקע ג) 10—מ/שני
3. א) 3.46 שני ב) 0 ג) 3 ו־5 מ'
4. א) 1.06 ו־0.353 קג"כ ב) 1.178 ; 0.707 ו־0.333 קג"כ
5. 1430 ק"ג, 75.6 ק"מ/ש'
6. 28.2 ס"מ ; ימהר ב־3 שעות 43 דקות ליממה

## תשובות למבחנים בחשמל :

מס' 1.

1. 1.1 ארסטד
3. ב) 280 דין ג) כשהזרם כלפי מטה — צפונה
4. ב) 1) 1.08 וולט 2) 0.7 אוהם 3) 0.135 ו־0.608 וולט
5. 2985 ; 12000 ו־135000 אוהם
6. 0.375 אמפר ; 1215 קל"ק

מס' 2.

1. 54 קל"ק ; 0.25%
3. 200 נורות ; 5%
5. 4 ש"ד ; 7.47 ל"י
4. א) 0.008 אוהם ב) 24980 אוהם
5. 10 ליטומים ; 38°

מס' 3.

2. 6.2 ארסטד
3. 1500 ל"י ; $1.18\times10^{6}$ קל"ג
4. 2 אוהם ; 0.27 אמפר
5. א) 19.2 וט ב) 553 קל"ק ג) 23 קל"ק ד) 115.2 קל"ק
6. 1.2°

מס' 4.

1. א) 1800 ר"ק ב) דרום ג) 0.0072 ארסטד
2. א) 125 ב) 50%—
3. 0.65 ו־0.2 אמפר ; 4.05 ו־3.6 וולט
4. 148 א"ש ; 0.3 קו"ש
5. א) 3420 קל"ק ב) 1920 קל"ק ג) 55.6% ; 83.3%
6. 4:1:1

מס' 5.

1. 2 אוהם
2. 18 ד' 31 שני ; 66.7 אוהם

3 אמפר ; 9.3 פר׳

3. ב) 0.2 אמפר ; 1250 אוהם ג) 3 וט ; 1200 אוהם

4. א) סעיף בן 1 אוהם ב) גמד סורי בן 226 אוהם

6. 0.278 ו׳0.259 אמפר

מס׳ 6.

1. 120 ליפופים ; 0.27 ו׳5 אמפר ; 807 אוהם

3. ב) 385.2 ג׳

4. א) מצמון לורום ב) 0.17 ארסמד

5. א) 72 קל״ג ב) 4.5 קל״ג ג) 6.25%

6. א) $10^8$ יאס״מ ב) 1) 90 ו׳10 יאס״מ 2) 100 ו׳0 יאס״מ

מס׳ 7.

1. א) 15 ליפופים ב) 0.23 אמפר ג) 8.33 אמפר

3. א) 16.7% ב) 45%

4. התיל יגוע מזרחה א) מערבה ב) מערבה ג) מזרחה

5. 385 סמ״ק

מס׳ 8.

1. א) 0.4 אוהמאמ״ר/מ׳

3. 22.5 ; 40 ו׳37.5 יאס״מ ; 2250 ; 6000 ו׳2250 חלט

4. א) $10^6$ יאס״מ ב) 500 ג׳אול ג) 120 קל״ק

5. 0.44 דין/יאס״מ ; 0.125 דין/יאס״מ ; 2250 חלט ; 0 ; 375— ארג

מס׳ 9.

1. סעיף בן 2 אוהם ; 2.125 אמפר

2. 3.16 אמפר

3. 0.926 חלט

4. 70 ש׳

מס׳ 10.

1. 4 דין ; 3 דין

2. 3000— וולט; 1.73 דין/יאס״מ

4. 1250 ארג

מס׳ 11.

1. 0.353 ; 0.265 ו׳0.088 אמפר

2. 0.18 ארס״מ

3. 0 ; 0.1 דין/יאס״מ

4. 6 ש׳ 30.6 ד׳ ; 551 פר׳ 31.25 אוהם

5. 2 פר׳

מס׳ 12.

1. 0.108 דין (דחיה)

4. 2700 ו׳1800— חלט

5. 75200 חלט

6. 3516 ארג

מס׳ 13.

1. 0.161 אוהם

2. 420 אמפר

3. 0.000104 ג׳/קולון ; 20

5. 30 ו׳10 נורות

מס׳ 14.

1. 6 ס״מ צפונה או דרומה ממרכז המגנט

3. 7.07 אמפר מצמון מזרח לדרום מערב

4. 360 קל״ק

5. 3.6 ג׳

מס׳ 15.

1. א) 25.2 דין ב) 810 ו׳36.7 יאס״מ ג) 1000 חלט

2. 7:20

3. א) 0.5 אמפר ב) 117 סמ״ק ג) 900 קולון

4. א) 62.5 אוהם ב) 864 קל״ג ג) 3.125 אוהמאמ״ר/מ׳

5. 1:1

6. א) 0.067 אוהם ב) 61.67 אוהם

מס׳ 16.

1. ב) 66 ליפופים ; 0.25 אמפר ; 4.58 אמפר

2. 42000 חלט ; 2.83 דין/יאס״מ

3. ב) 3.84 דין

4. ב) 67 ל״י

5. א) 0.4 אמפר ; 625 אוהם ב) 1 ש׳ 44 ד׳

6. $1.05 \times 10^{-6}$ ארסמד

# תשובות למבחנים במכניקה ובחשמל

**מס' 1.**

1. א) 22.5 קג"כ ב) 17.5 קג"כ
2. 2 מ/שנ$^2$ ; 240 ג"כ
3. 20.7 מ/שנ' ; 17.9 מ'
4. א) 2.43 ג' ב) 2592 קל"ק ג) 83.3 ל"י לקו"ש
5. 50 כריכות ; $51^\circ 28'$
6. א) 2 קבוצות מקבילות ; 3.9 אמפר ; 31 חלש

**מס 2.**

1. $5X10^5$ מ/שנ$^2$ ; 0.0004 שנ' , 141.4 מ/שנ'
2. 0.375 ; 0 ; 0.25— מ/שנ$^2$ ; 0.75 מ/שנ' ; 8.625 מ'
3. 71.2 ק"מ/ש' ; $25^\circ 52'$ מערבית מצפון
4. 155 נורות
5. ג) 0.293 אמפר
6. א) 585 ג' ב) 3 פר'

**מס 3.**

1. 1 מ/שנ$^2$ ; 0.7 קג"כ
2. 41.42 קג"כ ; 40 ו'10.7 קג"כ
4. א) 1200 ו'4800 יאס"מ ב) 3000 ו'600 יאס"מ ג) 0.17 קל"ק
5. א) סעיף בן 0.04 אוהם ב) נגר מורי בן 14980 אוהם
6. 0.1 אמפר

**מס' 4.**

1. 31.62 ק"מ/ש' ; $4^\circ 14'$ דרומית ממערב
2. 31.25 ו'30 מ'
4. 25.86 יאס"מ ; 2.31 דין/יאס"מ $7^\circ 20'$ לגבי צלע הריבוע
5. 1.8 אמפר ; 3.96 חלש
6. 1:2 ; 1:4

**מס' 5.**

2. 0.63 אמפר ; 3.45 קל"ג
4. 1 שנ' ; 0.63 מ/שנ'
5. א) יפגר ב־864 שניות ליממה ב) לקצר את אורך המטוטלת ב־0.5%
6. 167 קי"ו = 222 כ"ס

**מס' 6.**

1. ב) 70 ס"מ ; 14 ניוטון×שנ' ; 700 קג"כ
2. 30 טון כח ; 60 מ/שנ' ; 180 מ'
3. 1300 שנ'=21.7 ד'
4. א) 100 יאס"מ ב) 1200 חלש ג) 3000 חלש ד) 500 ארג
5. א) $1.67X10^{-3}$ מיקרופרד ב) 10 דין/יאס"מ ג) 600 חלש
6. 1200 ו'4800 יאס"מ ; 0 ו'6000 יאס"מ ; 0.9 ג'אול ; 0.18 ג'אול ; 0.225 ג'אול

**מס' 7.**

1. 4 ו'2.83 שנ'
2. 0.4 שנ'
3. א) 2.2 שנ' ב) 0.58 מ/שנ' ג) 62500 ארג ד) 83.3— ס"מ/שנ$^2$
4. 5 אמפר ; 1250 קל"ג
5. דחיה : 0.04 דין
6. א) 4850 סמ"ק ב) 900 פר'

**מס' 8.**

2. 80 מ/שנ' ; 160 מ'
3. א) $3X10^3$ מ/שנ$^2$ ב) 600 קג"כ ג) 0.002 שנ' ד) 600 מ' ה) 18 ק"מ
4. א) 125 אוהם ב) 12500 אוהם ג) 3125 אוהם
6. א) 17 אוהם ב) 0.22 אמפר

**מס' 9.**

1. 6 שנ' ; 5 ניוטון
2. א) 1.598 ג"כ ב) 12.5 מ/שנ'
3. 88 ; 80 ו'64 ק"ג ; 72 ; 80 ו'96 ק"ג
4. ב) 20 ס"מ
6. 150 יאס"מ מהקטן לגדול

**מס' 10.**

1. 15 ס"מ
2. 1125 קג"כ ; 2812.5 קנב"מ ; 375 כ"ס
3. 599.4 ג'אול ; 12.7 ס"מ
4. 0.001 קולון

5. 625 ו־400 דין

מס' 11.

1. א) ב) מ/שני ב) 2.24 מ/שני ג) 30 מ'
2. א) $3X10^3$ מ/שנ$^2$ ב) 0.002 שני ג) 300 מ'
3. א) 7 שני ב) 61.25 מ' ג) 15— מ/שני ד) 10— מ'
4. א) 300 יאס"מ ב) 18.75 דין/יאס"מ ג) 0.03 ביאול ד) 0.018 ביאול
5. א) 31.7 ס"מ ב) 63.5 יאס"מ ג) 2 דין/יאס"מ ד) 63.5 דין
6. א) 2182 ; 218 ו־3600— יאס"מ ב) 2182 ; 260— ו־3122— יאס"מ ג) 522—; 52— ו־626— יאס"מ

מס' 12.

1. א) 2484 קנכ"מ ב) 1044 קנכ"מ
2. 1000 כ"ס ; 24 ק"מ/ש'
3. א) 50 ק"ו=66.7 כ"ס ב) 56.25 ק"ו ; 89%
4. 1.5 חלט ; 0.5 אוהם
5. א) 0.462 אמפר ; ב) 0.273 אמפר ג) 0.429 אמפר
6. א) סעיף בן 0.04 אוהם ב) נגד סורי בן 961 אוהם

מס' 13.

3. א) 0.8 שני ב) 5 מ/שנ$^2$ ג) 4 מ/שני
4. א) 11 מ' ב) 2 שני
5. 0.93 ג' נחושת ; 0.26 ג' מים
6. פחם

מס' 14.

1. א) 1— מ'שני ב) 0 ג) 2— מ/שנ$^2$
2. א) 11.25 מ' ב) 1500 מ' ג) 45 מ' ד) 501 מ/שני ; $3^\circ 26'$
4. 9:25
5. $5^\circ$ בקירוב ; 100 סמ"ק ; $5^\circ$
6. תא אחד חובר בכיוון הפוך

מס' 15.

2. 0.168 ; 0.102 ו־0.27 אמפר ; 1.296 חלט
3. 15 ליטרים ; 3.67 אמפר ; 22 וט
5. 66.1 קנכ"מ ; 11— פרק"מ
6. 67.5 ק"מ/ש' 1 11 ק"מ/ש'

מס' 16.

1. א) 5.4 מ' ממוצא נוף מ' ב) 4.8 ו־5.8 מ' מהגיל
2. א) 1 ניוטון ב) 2.5 מ' ג) 2.5 ביאול ד) 2.5 ביאול
3. א) 10 ס"מ/שנ$^2$ ב) 3 שני
4. 60 יאס"מ מהראשון לשני
5. ב) 3 אמפר ; 1 אוהמאמפ"ר/מ'

מס' 17.

1. א) 50.4 ק"מ/ש' ב) 11.86 ו־3.15 קנ"כ
5. א) 1.24 אמפר ב) 2.15 אמפר ג) $49^\circ 6'$

מס' 18.

1. א) 100 מ' ב) 53.8 מ/שני ג) 145 מ' ד) 53.8 מ/שני
2. 7.5 ס"מ 4. ב) $43^\circ 18'$
6. ב) 20 דקות

מס' 19.

2. ב) 1600 קנ"כ/סמ"ר
3. 3.15 מ/שני ; $10^4$ ביאול ; $245X10^4$ ביאול
5. א) 2 אמפר ב) 1.2 אמפר
6. א) 0.045 ; 0.114 ו־0.182 אמפר ב) 645.3 אוהם ג) 64.8 קל"ג

מס' 20.

1. א) 1500 קנכ"מ ב) 3.6 קל"ג ג) 375 וט=0.5 כ"ס
2. א) 2.67 כ"ס ב) $72X10^3$ ביאול ג) 785 ב'
3. א) 900 ביאול ב) 6000 קנ"כ
4. 33.3 חלט ; 0.444 ו־2.222 יאס"מ ; 0.3 ארג
5. 10.7 דין (על הציר) או 8.3 דין (על המשוה) ב) 1.47 דין

6. 5.7 שני

מס' 21.

1. 226 וט=0.3 כ"ש
2. א) 10 ביאול ב) 7.17 ביאול ג) 2.83 ביאול
3. 1 מ/שני ; 5 ס"מ
4. 0.333 ; 0 ; ו־0.667 אמפר
5. 5.48 ליטר
6. $1.46\times10^{-3}$ וולט

מס' 22.

2. א) 2500 דין ב) 147 יאס"מ ג) 8 דין/יאס"מ ד) 1200 ו־800 יאס"מ
3. 0.395 אמפר ; 101.5 וולט
4. א) 54 ק"מ/ש' ב) 27.5%
5. 158.4 ק"ו=211.2 כ"ש
6. 0.64 מ'

מס' 23.

1. 1.3 שני
2. א) יפגר 4 ש' 48 אר' ליממה ב) יפגר 3 ש' 13 ד' ליממה
3. $45^\circ$
4. ב) 20 ליטוסים ; 0.214 אמפר
5. 13.8 קל"ג ; 55.3 קל"ג
6. 6 ימים ו־5 שעות ; 7.5 ל"י

מס' 24.

1. $78^\circ8'$ או $13^\circ32'$
2. 12.5 קג"כ ; $36^\circ52'$ לאנך
3. 20 ד' 56 שני
4. 0.47 דין/יאס"מ
5. 0.846 אמפר ; 1.69 ג' ; 196 סמ"ק
6. $68^\circ12'$

מס' 25.

1. 0.92 מ'/שנ$^2$ ; 2.35 מ'/שנ' ; לא ידוד
2. א) 59.7 כ"ש ב) 80.6 מ"ק
3. א) $2.08\times10^{21}$ מליוני שון ב) 0.6 ס"מ/שנ$^2$
4. 4500 וולט ; 0.613 דין/יאס"מ
5. 15 וולט ; 13.5 וולט
6. $4^\circ$ לגבי חלוחות

מס' 26.

2. 20 ק"מ/ש' ב) 4.48 מ'/שנ$^2$ ; 9.5 שני
3. ב) $3^\circ58'$
5. 43.2 קל"ג ; 132 אוהם ; 0.227 אמפר
6. 210 יאס"מ ; 600 וולט

מס' 27.

1. ב) 160 שני ; 640 מ' ; 40000 ביאול
2. ג) 300000 ביאול
3. ג) 3 שני
5. 150 ו־181.5 מר'
6. 3 ו־0.195 אמפר

מס' 28.

1. $28^\circ58'$
2. א) 0.7 שני ב) 0.8 שני ג) 0.41 מ'
3. א) 360 מ' ב) 43.2 ק"מ/ש' ג) $18\times10^3$ ביאול ד) $9\times10^3$ ביאול ה) $3.6\times10^3$ ביאול ו) 170 כ"ש
4. א) 240 וולט ב) 96% ג) 240 וט ד) 0.1 אמפר
5. א) 5 ב) 107.5 ; 80.7 ו־968 אוהם ; 2.04 ; 2.7 ו־0.23 אמפר
6. 2 מר' ; 487 סמ"ק ; 30.15 קל"ג

מס' 29.

1. ב) 400 קנב"מ
2. ב) 98 מ'/שני
3. 0.006 אמפר
4. 132.5 ג'
5. 200 וולט
6. 12.5%

מס' 30.

1. 7660 ארג ; 22970 ארג ; 61.3 ס"מ/שנ$^2$
2. 0.7 שני
3. 9.5 שני ; 11.93 מ'
4. 37.9 וולט ; 26.8 וולט
5. 28'

## תשובות למבחנים המעורבים:

**מס' 1.**

1. ב) 0.28 שני ; 2.2 מ'/שני ; 0.123 ג'אול
2. א) 99.22 ס"מ ב) 3.8 מ'/שנ$^2$; 0.85 מ'/שני
3. א) 14.5 ליטר ב) $520^\circ$
4. א) 0.417 אמפר ; 240 אוהם ; 41.7 וט ב) 0.12 אמפר ; 21.9 חלט ;
5. 0.206 ארסטד ; $45^\circ 27'$
6. 21.6 ג' ; 10.6 אמפר

**מס' 2.**

1. א) 0.0034 ב)$1.25\times10^{-3}$ שנ$^{-1}$ ג) 0
2. ב) 9.82 מ'/שנ$^2$
3. 600 ו'360 חלט
4. ב) 750 ; 1000 ; 1500 ו'3000 חלט
5. 8 ס"מ

**מס' 3.**

1. א) 0.1 קל"ק/ג'אמעלה ב) 4.35 ג'אול
3. א) $2\times10^{33}$ ג' ב) 8 ק"מ/שני ; 9.55 ק"ג
4. א) יפגר ב'30 ד' בכל שעה ב) יפגר ב'18 ד' בכל שעה
5. 0.15 ג' ; $45^\circ$ ; 1.29 אמפר
6. א) סעיף בן 0.41 אוהם ב) גנר טורי בן 2980 אוהם

**מס' 4.**

2. 0.28 מ'/שני ; 0.5 שני
4. בין העדשות במרחק 20 ס"מ מהשניה
5. 100 יאס"מ מהגדול לקטן
6. 500 דין

**שב 5.**

1. ב) 1.51 שני
2. א) 3.16 שני ; ב) 104.9 מ'/שני
3. $17^\circ 30'$ לגבי הקרקע ג) 316 מ'
5. א) $54^\circ$ ב) 10.2 ג'

**מס 6.**

2. ב) $1.05\times10^{-23}$ ג'
3. 49.1 מ' ; 32.2 מ'/שני $18^\circ 30'$ לגבי הקרקע
4. ב) 400 מ'
5. ב) $0^\circ$
6. 5 ס"מ מאחורי המראה

**מס' 7.**

1. 1 קג"כ
2. 6 מ'
3. א) לא יראה ! ב) תמונת מדומה מוקטנת פי 3 מאחורי העדשה
5. 1800 סמ"ק

**מס' 8.**

2. ב) 20 ס"מ מעדשת העין ; פי 125 לערך
3. ב) $16.8^\circ$
5. ב) 125 ו'156.8 קגכ"מ
6. 25 ו'8 קו"ש ; 520 קג"כ

**מס' 9.**

1. 0.1 קגכ"מ
2. 10 ו'13.4 טון"כח
3. א) $4.2^\circ$ ב) $4.7^\circ$
4. 20 ג'
6. 2 ס"מ מהמראה

**מס' 10.**

1. ב) 98 ס"מ/שנ$^2$ ; 9.9 ג"כ ; 1.8 ג"כ ; 4.41 ו'5.9 מ'
2. ב) 380000 ק"מ
3. 1.92 חלט ; 0.16 ו'0.24 אמפר
5. 2.44 מ"ק
6. 20 ס"מ מעדשת העין

**מס' 11.**

1. 18.8 מ'/שני
2. ב) 27 ; 2 ו'52 מ'/שני
6. 0.1 קל"ק/ג'אמעלה

**מס 12.**

1. א) 55 ס"מ ב) 9%
2. ב) 1 קג"כ
4. 1 מ'
5. 333.3 יאס"מ ; 10000 חלט ; 25000 ו'16667 ארג
6. 174000

# תשובות למבחנים המעורבים

**מס' 13.**

1. 3.33 טון
2. 15120 ארג ; 42.7 שנ$^{-2}$
3. ב) 4.5 אטמ' ג) לא
4.

| קלוין | פרנהיט | צלזיוס |
|---|---|---|
| 318° | 113° | 45° |
| 283° | 50° | 10° |
| 258° | 5° | −15° |

**מס' 14.**

1. 29.5 ק"באמ$^2$ ; 82 שנ$^{-1}$
2. 0.51 ק"באמ$^2$
6. 1.5 מ'

**מס' 15.**

1. 114.7 קג"מ
4. 23.2°
5. 33.3 ס"מ ; תמונה ממשית מוקטנת פי 3.

**מס' 16.**

1. 0.85 ג'אול
2. 0.75
5. 96 ג"כ/סמ"ר 2.4 קג"כ

**מס' 17.**

1. 173 ג'אול ; 588 מ'/שני
2. א) 0.5 שני ב) 63 ס"מ ג) 0.25 שני ד) 2.5 מ'/שני ה) 1:1
3. א) 24 ג"כ ב) −0.6 מ'/שנ$^2$ ג) 5 שני

**מס' 18.**

1. 31 וט
2. א) 446 ג'אול ב) 369 ג'אול ג) 77 ג'אול

**מס' 19.**

1. 44.1 מ' ; 50 מ'/שני
2. 7.66 מ' ממקום הקריעה
3. 0.085 קל"ק/ג'אמעלת
6. 0.11 קל"ק/ג'אמעלת

**מס' 20.**

1. א) 32.6 שני 1306 מ' ב) 3.03 שני ; 485 מ'
3. 60°
5. 4 ס"מ מאחורי העדשה

**מס' 21.**

1. א) 40 קג"כ ב) 4.75 קג"כ ; 11.25 קג"כ
2. 54 ק"מ/ש'
3. 0.000013 ; 0.000039 מעלה
4. 40 קל"ק

**מס' 22.**

1. 1.78 מ' ; 1.2 שני'
2. 10 מ'/שנ$^2$
4. 6 ס"מ לפני המראה ; ממשית מוקטנת פי 2

**מס' 23.**

1. 1.875 מ'
2. 2 כ"ס ; 0.3 מ'/שני'
6. 69.4°

**מס' 24.**

1. 1.3 שני'
3. 5.7 מ"מ
4. ברזל : 27.1 ס"מ ; נחושת : 17.1 ס"מ

**מס' 25.**

4. 1.6 מ'
6. ב) 8 קל"ג/ג'

**מס' 26.**

1. א) 8 ק"מ/שני' ב) 42.4 ק"מ/שני' ג) $2\times10^{21}$ מליון טון
2. 57.6 ק"מ/ש'
3. 3 ס"מ מאחורי העדשה
4. 2.4 ס"מ מאחורי העדשה

**מס' 27.**

1. א) 8 שני' ב) 1.6 שני'
2. −7.5 מ'/שנ$^2$ ; 15 מ'
3. א) 2.02 שני' ; 367 מ' ב) 36.8 שני' ; 1670 מ'
5. 78.3 קל"ק/ג'

**מס' 28.**

2. 4.6 ו'9.2 שני' ; 102 מ'
3. 94.1 סמ"ק
4.

| קלוין | פרנהיט | צלזיוס |
|---|---|---|
| 298° | 77° | 25° |
| 293° | 68° | 20° |
| 268° | 23° | −5° |

# תשובות לתבחינים המעורבים

5. 114

מס' 29.

5.

| קלוין | פרנהיט | צלזיוס |
|---|---|---|
| 333° | 140° | 60° |
| 288.6° | 60° | 15.6° |
| 60° | −351.4° | −213° |

6. 50°

מס' 30

1. א) 5− מ'/שנ'$^2$ ; ב) 10 מ' ג) 255 קג"כ
4. 2.5 דיאופטריות
5. 100 סמ"ק
6. א) 122° פרנהיט ; 10° צלזיוס ב) 5.04 ס"מ

מס' 31.

1. $1.03\times10^5$ ביאול ; 9 ד' 43 שני
4. ישרה מוגדלת פי 2.5 ; 7.5 ס"מ אחרי המראה
5. ישרה מוקטנת פי 2.3 ; 2.2 ס"מ אחרי המראה

מס' 32.

1. 4180 סמ"ק פיפן ; 2090 סמ"ק המצן
3. 2.65 אמפר ; 63.2
4. א) 0.85 ב'/סמ"ק

מס' 33.

1. א) 5 אמפר ב) 20 וולט
2. א) 10 אמפר ; ב) 22 אוהם
3. 43.4° ; 1.43 אוהם
6. ג) 60% ; 25%

מס' 34.

1. ב) 0.4 אמפר ג) 500 אוהם ד) 45 וט
3. ב) 0.79 אמפר ; 5.53 וולט
4. ב) 260 וט

מס' 35.

1. א) 2.5 וולט ב) 0.2618 אוהם-אמפ"ר/מ'
2. 220 ו' 72 וולט ; 1.85%
3. א) 288 אוהם ב) 324 אוהם
4. תשקע

מס' 36.

1. א) 9 קג"כ ב) 12180 וולט ; 1.435 דין/יאס"מ
4. 0.9 מ'/שנ'$^2$ ; 0.51 קג"כ
5. 0.67 ו' 4.52 טון"כח

מס' 37.

1. א) 6 שני ב) 2.8 שני ג) 1מ'
2. א) 89% ב) 94% ; לא תשתנה ג) 140 ב'
4. ג) 1 אמפ'
5. 197.2 ו' 3.354 ב'
6. 0.309 ; 0.055 ו' 0.364 אמפר

מס' 38.

3. 367 קג"כ
4. 7812 ו' 23440 ארג ; −0.625 מ'/שנ'$^2$
5. 68°12' 6. 80 נורות

מס' 39.

1. ג) 3 מ' 3. ג) 22°48'
3. ב) 188.4 וולט
4. ב) נגד טורי בן 9900 אוהם
5. א) 43.9° ב) 11.8° ג) 21.7°
6. א) 0.13 קל"ק/ב'אמעלת ג) $1.22\times10^5$ קל"ג

מס' 40.

1. 1.16 מ"מ
2. 816 ו' 800 קובמ"מ ; 7.6 מ"מ
3. 13 קל"ג
6. 40 אוהם 5. 12.5 מ"מ

ספרי לימוד לבתי ספר תיכונים
שיצאו בהוצאת "חידוש"

---

חיים אבירי
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי

*

חיים אבירי ודניאל שמיר
טריגונומטריה
(מגמות ריאליות)

*

שאלון טריגונומטרי
מגמות ספרותיות)

*

ד. שמיר
הנדסה אנליטית

*

אלגברה לכיתה י"א
(מגמות ריאליות)

*

מבחני חזרה במתמטיקה

*

מבחני חזרה בפיסיקה