



קרן רוטשילד קיסריה



"תוכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימון של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

**קידום יוזמות חינוכיות - כימיה תשע"ו**

**נושא היוזמה: קידום מקצוע הכימיה - שילוב פעילויות  
חדשניות בהוראה על ידי שיתוף והנחיה  
של מורים בשטח**

**תת-נושא I:**

## **קיום כנסים אזוריים לתלמידים הלומדים כימיה**

**חלק ראשון: תיאור הכנסים, הנחיות והמלצות  
למארגני כנסים אזוריים לתלמידי כימיה**

**המגישות - אחראיות על כל הכנסים האזוריים לתלמידי כימיה**

**ומארגנות כנסים בבתי הספר שלהן:**

**תיכון עתיד טירה**

**פאדיה חטיב**

**אורט ע"ש זאב בויס, קריית גת**

**סופיה לייזרמן**

**תיכון כפר סילבר**



## תוכן עניינים

### עמ'

#### חלק I:

3	כנסים אזוריים לתלמידים כימיה - תיאור כללי
4	סיכום של השתתפות מורים ותלמידים בכנסים אזוריים לתלמידי כימיה תשע"ו
5	תיאור הכנסים שהתקיימו בשנת תשע"ו
14	חומרים, הנחיות והמלצות למארגני כנסים אזוריים לתלמידי כימיה תשע"ו
31	הרצאות לכנסי תלמידים שהוכנו על ידי מארגני כנסים
81	משוב לכנסים אזוריים לתלמידי כימיה תשע"ו

#### חלק II (חוברת נוספת) - חוברות תקצירים לשבעה כנסים אזוריים שהתקיימו בשנת תשע"ו

חוברת תקצירים - כנס באורט ע"ש בויס (רוגוזין), בקריית-גת

חוברת תקצירים - כנס בתיכון רב תחומי, פתח תקווה ב'

חוברת תקצירים - כנס בתיכון עתיד, בטירה

חוברת תקצירים - כנס בתיכון ע"ש רוטברג, ברמת השרון

חוברת תקצירים - כנס באורט אבין, ברמת גן

חוברת תקצירים - כנס בתיכון אפק, כפר מנדא

חוברת תקצירים - כנס באורט גוטמן, נתניה

## כנסים אזוריים לתלמידי כימיה - תיאור כללי

כנסים אזוריים לתלמידי כימיה בנויים ככנסים מדעיים לאוכלוסיה בוגרת, לדוגמה מורים, מהנדסים ועוד. בכנסים אלה מתקיים מפגש מדעי וחברתי להרחבת אופקים לכלל התלמידים שלא במסגרת תחרותית. מטרת הכנסים:

- ◆ היכרות בין תלמידי כימיה מבתי ספר שונים ויצירת מפגש בלתי-אמצעי.
- ◆ הגברת המוטיבציה וחיזוק "גאוות היחידה" של תלמידי הכימיה.
- ◆ העצמת התלמידים דרך מעורבותם בהעברת תכנים ופעילויות.
- ◆ יצירת תשתית לבניית קהילת עמיתים של לומדי כימיה.
- ◆ רכישת מיומנויות, שתלמידים לא רוכשים בלימוד השוטף בבית הספר.

למפגש זה מגיעים תלמידים מבתי הספר השונים, מקבלים תג שם הכולל את שם וסמל בית הספר וחוברת תקצירים. הכנס מכיל הרצאת מדען אורח, המושבים המקבילים - זהו השלב החשוב ביותר מבחינת השגת רוב היעדים, והרצאה - קלה יותר המשלבת תוכן כימי והדגמות.

המפגש בין התלמידים בבוקר הכנס ובהפסקות - זהו הזמן העיקרי בו מושג המפגש הבלתי אמצעי בין התלמידים. הוראת המיומנויות והעצמת התלמידים חלים בעיקר במושבים המקבילים. בשלב זה מחולקים התלמידים לקבוצות ויושבים בכיתות שונות, כשבכל כיתה תלמידים מבתי ספר שונים. כל בית ספר מכין 'תרומות' לשלב זה. התרומות הן הרצאות, משחקים, פוסטרים, סרטונים, דיבייט או כל רעיון אותו מעלים התלמידים ובאמצעותו הם מעבירים ידע כימי לשאר תלמידי המושב. התלמידים המציגים לומדים במסגרת הכיתתית או האישית נושא כימי שאינו בתוכנית הלימודים ומתמודדים עם דרכי העברתו לשאר תלמידי המושב. הם לומדים גם לעמוד מול קהל ולהרצות - מיומנויות שאינן בתוכנית הלימודים.

מבנה כנס שפיתחנו עונה על דרישותינו ומעניין, מלמד ומהנה עבור התלמידים ועבור המורים המשתתפים בכנס. במהלך הסדנה עסקנו במיסוד עריכת הכנסים, כך שכל מורה המעוניין לארגן כנס יקבל תיקייה ובה כל הקבצים הנדרשים לו (מכתבים למורים המעוניינים להשתתף בכנס, מכתבי הצגת הפרויקט למנהלים, קובץ מעקב אחר התקדמות הכנס וכד').

בשנת תשע"ו קיימנו שבעה כנסים והשתתפו בהם, בין היתר, מורים חדשים, שחלקם רוצים לארגן כנסים בשנה הבאה, כלומר הצלחנו להפיץ את הפעילות כך שתמשיך ותגדל גם בשנים הבאות, ומורים רבים יותר חושבים על כנס התלמידים כאופציה קיימת ואפשרית עבורם.

קיימים הבדלים במבני הכנסים לפי הדגשים החשובים למארגנים. למרות ההבדלים, מבנה הכנס נשאר דומה. אנו רואים חשיבות רבה לשינויים ולהתפתחויות בכנסים תוך שמירה על המבנה הכללי, כדי שכנסים שונים לא יראו כהעתקים של כנסים אחרים.

**סיכום של השתתפות מורים ותלמידים בכנסים אזוריים לתלמידי כימיה תשע"ו**

מספר תלמידים שהשתתפו בכנס	בתי ספר שהשתתפו בכנס	מורים שהשתתפו בכנס עם תלמידיהם		מארגן/ת הכנס	מקום הכנס
		מורים נוספים	עוזרים למארגן כנס		
240 כולל 6 תלמידים מגאורגיה	- אורט ע"ש זאב בויס, קריית גת - תיכון כפר סילבר - תיכון חדש ע"ש רבין קריית-גת - תיכון ע"ש אריה מאיר קריית-גת - מקיף אזורי ברנר - תיכון דרכא ע"ש מנחם בגין, גדרה - מקיף ה' דרכא אשקלון - תיכון צפית קיבוץ כפר מנחם - בית הספר מעיר Georgia Telavi	ילנה איסרסון דורין קלסון שי שליו אפרת קורן תמי ברק אנה לויט ושתי מורות מבית הספר מעיר Georgia Telavi	נחום סטולר ד"ר פנינה יקירביץ לירון כהן אלה פיסכוביץ	סופי ליידרמן	אורט ע"ש זאב בויס, קריית גת
170	- תיכון רב תחומי פתח תקווה ב' - אחד העם - פתח תקווה - תיכון ע"ש ברנר פתח תקווה - תיכון ע"ש בן גוריון פתח תקווה	אתי נח ד"ר דורותה צירקי ד"ר אורית ויצמן ברכה מילשטיין יהודית פלדמן בלה שקולניק-שמש אלונה סבידנסקי אוריאל מימון	עדנה כהן	נורית דקלו	תיכון רב תחומי, פתח תקווה ב'
250	- תיכון עתיד טירה - תיכון עמל קלנסווה - בייס עמל טייבה - תיכון למדעים טומשין, טירה - תיכון גילגוליה - תיכון עתיד טייבה - תיכון למדעים טומשין, קלנסווה	כאוכב עטיר תאיה עביר פדילה חנין רעד איסרא חאגי' יחיא מנאר מנסור מיסם מנסור בשארה חנין אחמד גרה שרין ראבי סאגדה עאסי רחמה בלעום מרואן יאסין עביר גרה עביר קשקוש	מוחמד מנסור חולוד בלעום מיאדה נאסר	פאדיה חטיב	תיכון עתיד טירה
200	- תיכון רוטברג רמת השרון - תיכון אלון רמת השרון - תיכון אוסטרובסקי רעננה - תיכון הרצוג כפר סבא - תיכון ע"ש בגין	בתיה ליפשיץ ליהיא לוי ד"ר חוה גל מירה תמיר מזל מועלם	קרן מנדה סינתיה גילעם	ערן שמואל	תיכון ע"ש רוטברג רמת השרון

	ראש העין				
180	- אורט אבין רמת גן - תיכון ע"ש שמעון בן-צבי גבעתיים - תיכון ליידי דיוויס תל-אביב - תיכון עירוני ד' תל-אביב - תיכון רמות בת-ים	בעז הדס מיטל חן סנדרה מינקין פרידה טראב	רוזה גולובצ'יק	עדנה כהן	אורט אבין רמת גן
80	- תיכון אפק כפר מנדא - תיכון מדיין כפר מנדא - תיכון הגליל נצרת	אולמאזא חאגי ד"ר עביר עאבד באסם סמארה סלאם חיטיב	מוסטפא עאלם	ד"ר מרואן חושאן	תיכון אפק כפר מנדא
220	- אורט ע"ש גוטמן נתניה - תיכון ע"ש משה שרת נתניה - תיכון בר-אילן נתניה - תיכון אלדד נתניה - תיכון טשרניחובסקי נתניה - אורט אבין רמת גן	טלי קרמרמן דפנה קסו ברכה שטרן ד"ר כרמלה עזרן ד"ר שרון קינן שירלי שורק עדנה כהן	עדנה כהן	ד"ר שרית ברגר	אורט ע"ש גוטמן נתניה
<b>1340</b> <b>תלמידים</b>	<b>39 בתי ספר</b>	<b>68 מורים</b>		<b>סה"כ 7 כנסים</b>	

## **תיאור הכנסים שהתקיימו בשנת תשע"ו**

### **◆ כנס באורט ע"ש זאב בויס (רוגוזין), קריית-גת**

מארגנת הכנס: סופיה ליידרמן

בתחילת שנת הלימודים, קיבלנו החלטה לערוך כנס באורט ע"ש זאב בויס בקריית גת.

בתחילת הדרך כתבנו קול קורא למורי כימיה באזור:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 2.3.2016 יתקיים כנס אזורי לתלמידי כימיה.

בתחילת הכנס תינתן הרצאה מאת ד"ר סרחיו ברוידו: "בישול מולקולרי: כשהמדע פוגש מטבח"

בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם.

ההרצאה השנייה תינתן מאת ד"ר יעל שוורץ, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע -

"כימיה? לא לכימאים בלבד!"

שעות הכנס 9:00-14:30

במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל

סופיה ליידרמן, מארגנת הכנס

השקענו מאמצים רבים בארגון הכנס.

הכנס נערך בתאריך 2.3.2016 באורט ע"ש זאב בויס (רוגוזין), קריית גת, השתתפו בו 240 תלמידים משישה בתי ספר, כולל שישה תלמידים ושתי מורות מבית הספר בעיר טלאבי, מגאורגיה - Georgia Telavi.

עם הגעתם זכו התלמידים בתגי שם הכוללים גם את סמל בית הספר ממנו באו התלמידים, וזאת כדי להקל את התקשורת ביניהם, וכן חוברת תקצירים של הכנס. החוברת תורגמה לאנגלית, כדי שהתלמידים והמורות מגאורגיה יכלו להיעזר בה. הרצאת המליאה הראשונה הייתה הרצאה של ד"ר סרחיו ברוידו: "בישול מולקולרי: כשהמדע פוגש מטבח".

לאחר מכן התקיימו מושבים מקבילים - הרצאות עמיתים. התלמידים התחלקו לשבעה חדרים, כשבכל אחד מהם הרצו תלמידים לעמיתיהם על מגוון נושאים כימיים. אחד מהמושבים התקיים בשפה האנגלית, ובו הרצו גם התלמידים מגאורגיה וגם התלמידים הישראליים.

מגוון הנושאים העיד על רב-גוניות של הכימיה ועל העשייה הרבה והמרתקת בכיתות. ההרצאות היו ברמה גבוהה, הורגשה הנחיית מורים.

אחרי ההפסקה שכללה כיבוד, התקיימה ההרצאה של ד"ר יעל שוורץ - "כימיה? לא לכימאים בלבד!"



בתום הכנס התלמידים מילאו שאלון משוב.

במשוב שמילאו התלמידים בסוף הכנס הם הביעו את שביעות רצונם, הנאתם והתייחסו גם להעשרה המדעית אותה קיבלו בכנס. תלמידים שהרצו סיפרו על החידוש שבהחלפת מקום המורה בתור "בעלי הדעה" ועל הכיף שבהרצאה, כששאר התלמידים מקשיבים בעניין. לסיכום ניתן לומר שהכנס השיג את מטרותיו הלימודיות והבונוס היה ההנאה שהפקנו כולנו.

## ◆ כנס בתיכון רב תחומי, פתח תקווה ב'

מארגנת הכנס: נורית דקלו

בתחילת השנה קיבלנו החלטה לארגן כנס אזורי לתלמידי כימיה בעיר פתח תקווה. קיימנו שיחות עם מורים לכימיה בעיר ושלחנו להם קול קורא:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 29.2.2016 יתקיים כנס אזורי לתלמידי כימיה, בתיכון רב תחומי, פתח תקווה ב'.

בתחילת הכנס תינתן הרצאה: "חומרי העתיד ואיך אפשר לראות אותם", מאת

ד"ר רון בלונדר, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם.

ההרצאה השנייה תינתן על ידי ד"ר סרחיו ברוידו: "בישול מולקולרי: כשהמדע פוגש מטבח".

שעות הכנס 9:00-14:00

במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל.

נורית דקלו, מארגנת הכנס

הושקעו מאמצים רבים בארגון הכנס.

הכנס נערך בתאריך 29.2.2016 בתיכון רב תחומי, פתח תקווה ב'. השתתפו בו 170 תלמידים

מארבעה בתי ספר. עם הגעתם התלמידים קיבלו תגי שם הכוללים גם את סמל בית הספר ממנו באו

התלמידים, וזאת כדי להקל את התקשורת ביניהם, וכן חוברת תקצירים של הכנס.

הרצאת המליאה הראשונה הייתה "חומרי העתיד ואיך אפשר לראות אותם", מאת ד"ר רון בלונדר,

מהמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

לאחר מכן התקיימו מושבים מקבילים - הרצאות עמיתים. התלמידים התחלקו לשישה חדרים,

כשבכל אחד מהם הרצו תלמידים לעמיתיהם על מגוון נושאים כימיים. בשני המושבים התקיימה

פעילות דיבייט שהוכנה על ידי התלמידים. מגוון הנושאים העיד על רב-גוניות של הכימיה ועל

העשייה הרבה והמרתקת בכיתות. ההרצאות היו ברמה גבוהה, הורגשה הנחיית מורים.

אחרי ההפסקה שכללה כיבוד, התקיימה ההרצאה של ד"ר סרחיו ברוידו: "בישול מולקולרי:

כשהמדע פוגש מטבח".



בתום הכנס התלמידים מילאו שאלון משוב. במשוב שמילאו התלמידים בסוף הכנס הם הביעו את שביעות רצונם, הנאתם והתייחסו גם להעשרה המדעית אותה קיבלו בכנס. תלמידים שהרצו סיפרו על החידוש שבהחלפת מקום המורה בתור "בעלי הדעה" ועל הכיף שבהרצאה, כששאר התלמידים מקשיבים בעניין. לסיכום ניתן לומר שהכנס השיג את מטרותיו הלימודיות והבונוס היה ההנאה שהפקנו כולנו.

#### ◆ כנס בתיכון עתיד, טירה

מארגנת הכנס: פאדיה חטיב

בתחילת שנת הלימודים הוחלט לערוך כנס בתיכון עתיד בטירה. בתחילת הדרך נכתב קול קורא למורי כימיה באזור:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 1.3.2016 יתקיים כנס אזורי לתלמידי כימיה בתיכון עתיד בטירה.

נושא הכנס - קסם הכימיה.

במסגרת הכנס תינתן הרצאה מאת פרופ' פואד עיראקי:

When Chemistry meets Biology innovation benefits medicine: from discovery to delivery

בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם וידגימו ניסויים מעניינים, כולל ניסויי חקר.

ההרצאה האחרונה היא מאת עבדאללה חלאילה - הרצאה והדגמת ניסויים.

שעות הכנס 9:00-14:30

במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל.

פאדיה חטיב, מארגנת הכנס

אורחי הכנס הם תלמידי כימיה ומורי הכימיה שלהם משבעה בתי ספר ערביים באזור. הכנס התקיים בשפה הערבית.

תחילת הכנס - התכנסות וכיבוד קל שהכינו התלמידים (עוגות ועוגיות מקושטים בסמלים כימיים), חלוקת חוברות תקצירים ותגי שם.

חוברת התקצירים כללה תקצירים לכל ההרצאות, שמות בתי הספר המשתתפים, חלוקת הקבוצות בחדרים ועוד אינפורמציה חשובה לכנס.

הרצאה ראשונה במליאה היא מאת פרופ' פואד עיראקי:

When Chemistry meets Biology innovation benefits medicine: from discovery to delivery

הרצאה מרתקת ומושכת.

הרצאות תלמידים התקיימו מיד אחרי ההרצאה הראשונה, כך שהתחלקו התלמידים לשש מעבדות, ובכל מעבדה התקיימו הרצאות וניסויים שהעבירו תלמידים מכל בתי הספר המשתתפים. כל הניסויים היו צבעוניים ויפים. ההרצאות היו מעשירות ומעניינות, הניסויים כללו הסברים.

ההרצאות כללו הצגת נושאים הקשורים לטכנולוגיות חדישות. המורים המשתתפים השקיעו זמן ומאמצים רבים כדי להכין את תלמידיהם, הן מבחינת ההצגה עצמה - בה הם צריכים לשמש מורים לחבריהם, והן מבחינת הבנת החומר ושיטות הצגתו. אחרי הפסקת הצהרים התקיימה ההרצאה מעניינת של עבדאללה חלאילה, שכללה הדגמות ניסויים.



בתום הכנס התלמידים מילאו שאלון משוב. במשוב שמילאו התלמידים בסוף הכנס הם הביעו את שביעות רצונם, הנאתם והתייחסו גם להעשרה המדעית אותה קיבלו בכנס. תלמידים שהרצו סיפרו על החידוש שבהחלפת מקום המורה בתור "בעלי הדעה" ועל הכיף שבהרצאה, כששאר התלמידים מקשיבים בעניין. לסיכום ניתן לומר שהכנס השיג את מטרותיו הלימודיות והבנוס היה ההנאה שהפקנו כולנו. הכנס הוא מפגש רב תכליתי לתלמידים וגם למורים, כולם לומדים אחד מהשני, מתחברים כחברים, מתגאים בכך שהם כימאים. המורים והתלמידים השקיעו עבודה רבה בבחירת ניסויים שמוסיפים המון כימיה לצופים. הכנס תרם המון כימיה לתלמידים הן מבחינת העשרה וחידושים בתחום הכימיה והן מבחינה חברתית. הכימיה הייתה באוכל, בקישוטים, בהרצאות מליאה ובהצגות של תלמידים. וכימיה נוצרה בין תלמידים משמונה בתי ספר שונים.

#### ◆ כנס בתיכון ע"ש רוטברג, רמת השרון

מארגן הכנס: ערן שמואל

בתחילת שנת הלימודים התקבלה החלטה לערוך כנס אזורי בתיכון ע"ש רוטברג, רמת השרון. בתחילת הדרך נשלח קול קורא למורי כימיה באזור:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 10.2.2016 יתקיים כנס אזורי בכימיה לתלמידי י"א ו-י"ב.

הנושא המרכזי של הכנס: "כימיה מהסרטים".

במסגרת הכנס תינתן הרצאה "כימיה בסצנות מפורסמות" פרופ' קובי לוי, במחלקה לביולוגיה מבנית, הפקולטה לכימיה, מכון ויצמן למדע.

בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם.

לאחר מכן תתקיים הרצאה בנושא מסלול עתודה כימית ומדעית בצה"ל מפי קצינים מהיחידה לעתודה אקדמאית של צה"ל.

ההרצאה האחרונה: "פירוטכניקה בקולנוע" מאת ירון מור - קצין חבלה לשעבר בחיל הים ובעל חברה העוסקת בזיקוקין ובפירוטכניקה.

שעות הכנס 8:45-15:00

במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל.

ערן שמואל, מארגן הכנס

הושקעו מאמצים רבים בארגון הכנס.

הכנס נערך בתאריך 10.2.2016 בתיכון ע"ש רוטברג. השתתפו בו 200 תלמידים מחמישה בתי ספר. עם הגעתם זכו התלמידים בתגי שם הכוללים גם את סמל בית הספר ממנו באו התלמידים, וזאת כדי להקל את התקשורת ביניהם, וכן חוברת תקצירים של הכנס.

הרצאת המליאה הראשונה הייתה "כימיה בסצנות מפורסמות" מאת פרופ' קובי לוי, במחלקה לביולוגיה מבנית, הפקולטה לכימיה, מכון ויצמן למדע.

לאחר מכן התקיימו מושבים מקבילים - הרצאות עמיתים. התלמידים התחלקו לשמונה כיתות ומעבדות, כשבכל אחת מהן הרצו תלמידים לעמיתיהם על מגוון נושאים כימיים. מגוון הנושאים העיד על רב-גוניות של הכימיה ועל העשייה הרבה והמרתקת בכיתות. ההרצאות היו ברמה גבוהה, הורגשה הנחיית מורים.

אחרי ההפסקה, שכללה כיבוד, התקיימה ההרצאה בנושא "עתודה צה"לית בדגש על עתודה כימית" מאת שני קצינים מהיחידה לעתודה אקדמאית של צה"ל.

ההרצאה האחרונה הייתה "פירוטכניקה בקולנוע" מאת ירון מור - קצין חבלה לשעבר בחיל הים ובעל חברה העוסקת בזיקוקין ובפירוטכניקה.



במשוב שמילאו התלמידים בסוף הכנס הם הביעו את שביעות רצונם, הנאתם והתייחסו גם להעשרה המדעית אותה קיבלו בכנס. תלמידים שהרצו סיפרו על החידוש שבהחלפת מקום המורה בתור "בעלי הדעה" ועל הכיף שבהרצאה, כששאר התלמידים מקשיבים בעניין. לסיכום ניתן לומר שהכנס השיג את מטרותיו הלימודיות והבונוס היה ההנאה של כולם.

## ◆ כנס באורט אבין, ברמת גן

מארגנת הכנס: עדנה כהן

כנס כימיה לתלמידים הפך למסורת באורט אבין. בכנס השתתפו 180 תלמידים מחמישה בתי ספר באזור. זהו יום שכולו כימיה. נושא הכנס השנה היה דילמות אתיות הקשורות בכימיה בפרט ובמדעים בכלל. בתחילת הכנס שמענו את הרצאתה של ד"ר אושרית יקנה בנושא דילמות אתיות הקשורות בפריון - עד כמה ראוי שנתערב בתכונות עוברים? מתי ראוי שנתערב במין הילוד? האם מוסרי להוליד ילדים כדי שיהיו תורמים לאח שנולד פגוע? אילו סכנות עלינו לקחת בחשבון ומה ניתן ללמוד מהעבר? בהמשך התחלקו התלמידים לחמישה מושבים מקבילים. בתחילת כל מושב נערך משחק כימי, כדי לשבור את הקרח ולהכיר מעט, ובהמשך הרצו תלמידים לעמיתיהם על נושאים כימיים ואף ערכו דיונים ו"מיני-דיבייט". הנושאים שהועלו היו החור באוזון, דלק ירוק, קוקאין, מזון מהונדס, פיתוח נשק כימי, מרשתת הדברים והתקנת פנלים סולריים מכילי עופרת על חלונות בית-ספר. לבסוף שמענו "פיצוץ של הרצאה" מפי ד"ר יהושע סיון. בהרצאה סיפר ד"ר סיון על התנאים הנדרשים לפיצוצים תוך הדגמה מבוקרת של תגובות כימיות. הרצאה זו הצליחה, כמובן, להשאיר בערנות את התלמידים כולם.



בין המושבים התכבדו התלמידים בעוגות מעשה ידי תלמידים של אורט אבין המארחים. העוגות כולן היו "עוגות כימיות", כלומר עוגות המקושטות באיורים מתחום הכימיה. במשובים הביעו התלמידים את שביעות רצונם. הם נהנו, הכירו ואף למדו מהכנס.

## ◆ כנס בתיכון אפק, כפר מנדא

מארגן הכנס: ד"ר מרואן חושאן

בתחילת שנת הלימודים הוחלט לערוך כנס בתיכון אפק בכפר מנדא. בתחילת הדרך נכתב קול קורא למורי כימיה באזור:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 17.3.2016 יתקיים כנס אזורי לתלמידי כימיה בתיכון אפק בכפר מנדא.

נושא הכנס: כימיה - מדע ויישום.

במסגרת הכנס תינתן הרצאה מאת ד"ר סובחי בשיר, בנושא: תקופת הפחמן בכיוון חומרים ביוטיים מתחדשים. בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם וידגימו ניסויים מעניינים, כולל ניסויי חקר.

ההרצאה האחרונה היא מאת עבדאללה חלאילה - הרצאה והדגמת ניסויים.

שעות הכנס 9:00-14:30. במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל.

ד"ר מרואן חושאן, מארגן הכנס

אורחי הכנס הם תלמידי כימיה ומורי הכימיה שלהם משלושה בתי ספר ערביים באזור. הכנס התקיים בשפה הערבית. תחילת הכנס - התכנסות וכיבוד קל שהכינו התלמידים (עוגות מקושטים בסמלים כימיים), חלוקת חוברות תקצירים ותגי שם.

הרצאה ראשונה במליאה היא מאת ד"ר סובחי בשיר, בנושא: תקופת הפחמן בכיוון חומרים ביוטיים. הרצאות תלמידים התקיימו מיד אחרי ההרצאה הראשונה, כך שהתחלקו התלמידים לשלוש מעבדות, ובכל מעבדה התקיימו הרצאות וניסויים שהעבירו תלמידים מבתי הספר המשתתפים. כל הניסויים היו צבעוניים ויפים. ההרצאות היו מעשירות ומעניינות, הניסויים כללו הסברים. המורים המשתתפים השקיעו זמן ומאמצים רבים כדי להכין את תלמידיהם, הן מבחינת ההצגה עצמה - בה הם צריכים לשמש מורים לחבריהם, והן מבחינת הבנת החומר ושיטות הצגתו. אחרי הפסקת הצהרים התקיימה ההרצאה מעניינת של עבדאללה חלאילה, שכללה הדגמות ניסויים. במשבים הביעו התלמידים את שביעות רצונם. הם נהנו, הכירו ואף למדו מהכנס.



## ◆ כנס באשכול הפיס של תיכון אלדד בנתניה.

מארגנת הכנס: ד"ר שרית ברגר

בתחילת שנת הלימודים התקבלה החלטה לערוך כנס אזורי באשכול הפיס של תיכון אלדד בנתניה. בתחילת הדרך נשלח קול קורא למורי כימיה באזור:

למורי כימיה שלום רב!

בתאריך 2.3.2016 יתקיים כנס אזורי לתלמידי כימיה.

מסגרת הכנס תינתן הרצאה "ביוטכנולוגיה - מחלום למציאות" מאת ד"ר אמיר תורן - מנכ"ל חברת StarletD. בהמשך נערוך מושבי תלמידים מקבילים שבהם ירצו התלמידים בפני עמיתיהם. לאחר מכן תתקיים הרצאה בנושא "המדע של האהבה" מאת ד"ר ליאת יקיר- מכון דוידסון לחינוך מדעי. שעות הכנס 14:30-15:45:8. במסגרת הכנס יינתן כיבוד קל.

ד"ר שרית ברגר, מארגנת הכנס

הושקעו מאמצים רבים בארגון הכנס.

הכנס נערך בתאריך 2.3.2016, באשכול הפיס של בית ספר אלדד בנתניה, השתתפו בו 220 תלמידים משישה בתי ספר.

עם הגעתם זכו התלמידים בתגי שם הכוללים גם את סמל בית הספר ממנו באו התלמידים, וזאת כדי להקל את התקשורת ביניהם, וכן חוברת תקצירים של הכנס. הרצאת המליאה הראשונה הייתה "ביוטכנולוגיה - מחלום למציאות" מאת ד"ר אמיר תורן - מנכ"ל חברת StarletD. לאחר ההפסקה, שכללה כיבוד, התקיימו מושבים מקבילים - הרצאות עמיתים. התלמידים התחלקו לשבע כיתות ומעבדות, כשבכל אחת מהן הרצו תלמידים לעמיתיהם על מגוון נושאים כימיים. מגוון הנושאים העיד על רב-גוניות של הכימיה ועל העשייה הרבה והמרתקת בכיתות. ההרצאות היו ברמה גבוהה, הורגשה הנחיית מורים. אחרי ההפסקה קצרה, התקיימה הרצאה בנושא "המדע של האהבה" מאת ד"ר ליאת יקיר- מכון דוידסון לחינוך מדעי במשובים הביעו התלמידים את שביעות רצונם. הם נהנו, הכירו ואף למדו מהכנס.



## **חומרים, הנחיות והמלצות למארגני**

### **כנסים אזוריים לתלמידי כימיה**

משתתפים ובוגרים של תוכנית היוזמות מציעים את הפעולות בארגון כנס אזורי לתלמידי כימיה, ומוכנים ללוות את מארגני הכנסים במהלך ארגון הכנס. שלבי העבודה של המארגן:

- ישיבת הכנה על שלבי העבודה.
- קשר בטלפון ובדואר אלקטרוני לגבי התקדמות של ארגון הכנס: השגת מיקום, נותני חסות, תיאום מרצים מומחים, עזרה בכל התחומים ועידוד מורים המשתתפים בכנס.

### **פנייה למארגן כנס אזורי:**

מארגן כנס אזורי לתלמידי כימיה שלום!  
ראשית, אנו שמחים שבחרת לארגן כנס תלמידים באזורך.  
הנושאים שיש לדאוג להם במהלך ההתארגנות:

### **חלק ראשון - נושאים כלליים**

- יש למצוא מקום לעריכת הכנס. המקום יכול להיות בית ספר (כנס ברמת גן נערך באורט אבין כשאחת השכבות בטיול, וכך נותרו כיתות פנויות למושבים המקבילים) או במרכז פיס מקומי. במיקום חשוב לוודא שיהיה אולם להתכנסות של כל באי הכנס וכן מספר חדרים מספיק למושבים המקבילים. חשוב שהמושבים המקבילים יערכו בכיתות עם מחשב וברקו ולפחות בחלק מכיתות המושבים המקבילים ניתן יהיה להדגים ניסויים.
- יש לקבוע תאריך לעריכת הכנס. אנו ממליצים לערוך את הכנס בחודשים דצמבר - ינואר, לפני שכולנו עסוקים בבחינות הבגרות. תאריך זה צריך, כמובן, להיות מתואם עם בית הספר או עם המקום בו יערך הכנס, אך גם עם בתי הספר המתעתדים לקחת בו חלק, כדי שלא ייקבע תאריך בו כבר נקבעו אירועים בית ספריים כמו טיול, למשל.
- יש למצוא מרצה מעולה למושב הראשון. אם הושג תקציב לכנס ניתן להשתמש בו לתשלום למרצה, אם כי ניתן למצוא מגוון גדול של מרצים מרתקים המרצים בחינם. מכל מרצה יש לבקש את שם ההרצה והתקציר (שיודפס ויופיע בחוברת התקצירים), וכמובן לשאול על עזרים הנדרשים להרצאתו. בדרך כלל זה יהיה ברקו, אך יתכן גם ציוד נדרש אחר.
- גם במושב סיכום נערכת הרצאה. יש להקפיד שהרצאה אחרונה זו תהייה קלילה יותר, מכיוון שהתלמידים כבר אחרי יום גדוש ולא כולם יכולים להתרכז בנושא רציני. ניתן להחליף הרצאה זו בפעילות כגון סדנה בה משתתפים כל התלמידים, הדגמה או ביצוע של ניסויים מעניינים.

- כיבוד - אם הושג תקציב לכיבוד, מה טוב, ואם לא - תלמידים שמחים להביא כיבוד מהבית, למשל אפשר לארגן תצוגת 'עוגות כימיות', שהן למעשה עוגות עם קישוט רלוונטי.
- עם התארגנות הכנס יש לכתוב לוי"ז ולפרסמו לכל המוזמנים. יש לשים לב לכך שהכנס לא יהיה ארוך מדי, כדי שלא יעיק אלא ישאיר טעם של עוד. במהלך היום יש להקפיד על זמן התכנסות של כחצי שעה, בו יגיעו תלמידים מבתי הספר השונים ויקבלו תג שם וחוברת תקצירים, וכן לזמני הפסקות שיאפשרו התאוששות ויעודדו תלמידים ליצור ביניהם קשרים - למשל הפסקה ארוכה יחסית בין תום המושבים המקבילים למושב הסיכום.
- מארגן הכנס צריך לכתוב מבוא לחוברת התקצירים וכן לוודא שהחברות נערכו והודפסו ותגי השם הודפסו גם הם.

### **בתי-ספר ומורים**

- מארגן הכנס צריך לארגן מורים מבתי ספר מהאזור, שרוצים להשתתף בכנס עם תלמידיהם. רצוי שישתתפו בכנס תלמידים לפחות מ-4 בתי ספר. מניסיונו, גודל כנס אופטימלי הוא 150-200 תלמידים. חשוב שמכל בית ספר יגיע מורה אחראי, גם אם בפועל ישתתפו מספר כיתות עם מספר מורים מאותו בית ספר. על המורה האחראי לדאוג לשלוח למארגן הכנס את שמות התלמידים הצפויים להגיע מבית ספרו (להכנת תגי שם), את לוגו בית הספר (גם הוא לתגי שם) ואת תקצירי ההרצאות שהתלמידים ירצו. חשוב שכל הפעלה תגובה בתקציר, גם אם מדובר במשחק, בפוסטר או בסרטון. ברשימת תלמידי בית הספר יש לדאוג לציין את התלמידים המרצים כל אחת מההרצאות (כדי שלא לשבצם בטעות בקבוצות שונות).

### **מושבים מקבילים**

יש לרכז את נושאי ההפעלות של התלמידים, את סוג ההפעלה ואת הציוד הנדרש. בדרך זו אפשר לגוון את ההפעלות כך שבכל קבוצה יהיה משחק, הרצאה, סרטון וניסוי, ולא מושב עם ארבע הרצאות ומושב אחר עם ארבעה ניסויים. לגבי מספר ההפעלות - על כל קבוצת תלמידים מומלצות 4 הפעלות. כך לא יהיה חוסר וגם לא עודף הרצאות שיקשו על התלמידים.

מצורפת טבלה שבעזרתה ניתן לעקוב אחר התקדמות הארגון. יש למלא אותה או לסמן V בתאים בצבע תכלת המתאימים לכל פעולה שתבוצע. כך ניתן יהיה לקבל תמונה מהירה וכוללת לגבי פעולות שבוצעו ופעולות שעדיין לא. אגב, אין צורך לפעול לפי סדר הפעולות הנתון ואפילו עדיף לעבוד במקביל. למשל, ניתן לגייס מורים גם אם עדיין אין תאריך ומיקום לעריכת הכנס.

- **טבלה למעקב התקדמות של הכנת הכנס - למארגן כנס אזורי לתלמידי כימיה**

נושאים כלליים							
							תאריך הכנס
							מיקום
	תקציר		עזרים להרצאה		שם ההרצאה		מרצה 1
	תקציר		עזרים להרצאה		שם ההרצאה		מרצה 2
							כיבוד
							לו"ז
							חומרים לחוברת
							עריכת החוברת
							צילום החוברת
							תגי שם
בתי ספר ומורים							
	בית ספר		בית ספר		בית ספר		בית ספר
	מורה		מורה		מורה		מורה
	טלפון		טלפון		טלפון		טלפון
	מייל		מייל		מייל		מייל
	סמל בית ספר (לוגו)		סמל בית ספר (לוגו)		סמל בית ספר (לוגו)		סמל בית ספר (לוגו)
	רשימת תלמידים		רשימת תלמידים		רשימת תלמידים		רשימת תלמידים
	תקצירים		תקצירים		תקצירים		תקצירים
מושבים מקבילים							
	סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 1		סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 1
	סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 2		סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 2
	סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 3		סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 3
	סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 4		סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 4
	סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 5		סוג הפעילות ועזרים		נושא הרצאה 5

• רשימת מרצים מומלצים (הרצאות מליאה)

שם המרצה	מוסד	נושא ההפעלה/הרצאה	חוות דעת (לאחר התנסות)
ד"ר יוסי באומהאקר		סמים - מיתוסים מול עובדות	מעולה
פרופ' איתן ביבי (או מישהו ממעבדתו)	מכון ויצמן - המחלקה לכימיה ביולוגית	כיצד מפתחים חיידקים עמידות לאנטיביוטיקה	מעולה
פרופ' רון בלונדר	מכון ויצמן המחלקה להוראת המדעים	"חומרי העתיד ואיך אפשר לראות אותם"	מעולה
ד"ר סרחיו ברוידו		בישול מולקולרי כשמדע פוגש מטבח	מעולה
ד"ר סובחי בשיר		תקופת הפחמן בכיוון חומרים ביוטיים מתחדשים	מעולה
ד"ר דן גולדמן	חברת קפה שטראוס מנהל מעבדה אנליטית	הכימיה של הקפה	טוב מאוד
ד"ר מרדכי גולדמן		"הקסם של כימיה" הדגמות ניסויים	מעולה
ד"ר איתי הלוי	מכון ויצמן המחלקה למדעי הסביבה	"מעגל הגפרית" כיצד משפיעה הגפרית על רמות חמצן באטמוספירה	טוב מאוד
פרופ' חוסאם חאייק או מדענים מקבוצתו: ד"ר שוסטר, ד"ר עלאא גרה	הטכניון חיפה	האף האלקטרוני	מעולה
עבדאללה חלאילה	מדריך ומורה לכימיה בסח'נין	הדגמות ניסויים	מעולה
ד"ר אושרית יקנה	חמד"ע תל-אביב	דרוויניזם ואאוגניקה בין ברירה לברירה טבעית	מעולה
פרופ' קובי לוי	פקולטה לכימיה, מכון ויצמן למדע	כימיה בסצנות מפורסמות בקולנוע	מעולה
ירון מור	קצין חבלה לשעבר בחיל הים ובעל חברה לזיקוקין ולפירוטכניקה	פירוטכניקה בקולנוע	מעולה
ד"ר מאיר מייזלס		פיצוץ - יישומים צבאיים ואזרחיים בחומרי נפץ	טוב מאוד
אורית מרגוליס oritdimant@yahoo.com	תזונאית עצמאית	מנגנון חוש הריח ותפקידו בויות אכילה	טוב מאוד
ד"ר דוד מרגוליס	מכון ויצמן למדע	פיתוח גלאים פלואורסנטיים למחלות תוך התמקדות בפיתוח "אפים" אלקטרוניים	מעולה
פרופ' גיל מרקוביץ	בית הספר לכימיה אוניברסיטת תל-אביב	כימיה והייטק	מעולה

שם המרצה	מוסד	נושא ההפעלה/הרצאה	חוות דעת (לאחר התנסות)
פרופ' נעם סובל (או מישהו ממעבדתו)	מכון ויצמן - המחלקה לנוירוביולוגיה	חוש הריח	מעולה
נעמי סיו		סדנת שוקולד	טוב מאוד
ד"ר יהושוע סיון	מורה לכימיה צפת	הדגמות ניסויים : - "בעקבות פורים (פיצוצים) ולקראת פסח (אש ותמרות עשן)" - "פעלולים בכימיה - הדרך של הארי פוטר"	מעולה
גיא סמבורסקי ויובל כהן	חברת "טבע"	ייצור תרופות	טוב מאוד
ד"ר אושרה ספיר	מכללת סמי שמעון אשדוד	המדע הקולינרי של הביצים	מעולה
פרופ' פואד עיראקי	טוניברסיטת תל-אביב	When Chemistry meets Biology innovation benefits medicine: from discovery to delivery	מעולה
פרופ' אורי פסקין	הטכניון חיפה	הכימיה שמאחורי Facebook ולמה הגודל כן קובע	מעולה
ד"ר שרון קינן	מכון ויצמן, תיכון גן יבנה	מערכות קשרי מימן	טוב מאוד
תמיר קליין	מכון ויצמן - מדעי הסביבה	טביעת רגל אקולוגית	טוב מאוד
פרופ' ליאור קרוניק	מכון ויצמן	ננו כימיה	מעולה
קובי שוורצבורד	מורה לפיסיקה בליאו באק חיפה	הביקור שלו בסרן במסגרת משלחת מורים - בדיוק גילו את ההיגס....	מעולה
ד"ר יעל שורץ	מכון ויצמן למדע - הוראת המדעים	"כימיה? לא לכימאים בלבד!"	מעולה

• דף הסבר כללי על הכנס למורים שהביעו נכונות להשתתף.

### התארגנות טרם הגעה לכנס הכימיה האזורי לתלמידים

קבוצת תלמידים המייצגת את בית הספר בכנס תהיה בת 20-30 תלמידים לערך הלומדים במגמת הכימיה. ניתן לבחור בנציגים מכיתות המגמה השונות או בקבוצת לימוד מסוימת - בהתאם לשיקול דעתם של מורי הכימיה בבית הספר.

(ביחס לחריגה מהמספר הנ"ל - וודאו את העניין עם מארגן הכנס האזורי.)

טיפול בנושא אישורי הורים, שחרור מיום הלימודים והגעת התלמידים למקום הכנס (הסעה), היא באחריות ובמימון בית הספר.

רשימה שמית של התלמידים המשתתפים בכנס תועבר למארגנים חודש לפני מועד הכנס.

הרשימה תכלול שם ושם משפחה של תלמיד, מספר תעודת זהות וכיתה.

השתתפות בכנס כרוכה במעורבות של התלמידים וביצירת תרומות למושבים המקבילים.

ניתן להכין הרצאה המבוססת על מצגת, פוסטר מדעי שיילוו בהרצאה, הדגמה חדשנית המלווה בהסבר או משחק היכרות המשלב היבטים כימיים, שנועד לשבירת הקרח וליצירת אווירה נעימה. התרומות הניתנות על ידי התלמידים בכנס, צריכות להיות בעלות עניין, תוכן מדעי, וחדשנות, רצוי למצוא נושאים הקשורים לחיי היומיום.

(אין טעם בהעברת נושא המוכר לשומעים, בהדגמה או בניסוי שגרתיים.)

רצוי לערב מספר גדול ככל הניתן של התלמידים המגיעים לכנס בהכנות לקראתו, גם אם מציגי התכנים יהיו נציגים נבחרים מתוך הקבוצה.

את נושאי התרומות לכנס ואופי הפעילות יש להעביר למארגני הכנס חודש לפני מועד הכנס. ועדת התוכן של כנס תעבור על כלל הנושאים ותאשר את הפעילויות.

שלושה שבועות לפני מועד הכנס יש להעביר תקצירים של כל הפעילויות ושמות חברי הקבוצה שהכינו כל פעילות, שם המורה ושם בית הספר. התקציר יהיה באורך של 4-6 שורות.

התקצירים יאוגדו בחוברת תקצירים בתוך תיק משתתף שיחולק בתחילת הכנס.

יתכן ותידרש השתתפות בית הספר בנושא שכפולים לקראת הכנס.

במידה והפעילות כרוכה במדיה אלקטרונית כגון מצגת או סרטון - הקבצים יועברו למארגנים כשבועיים לפני הכנס, על מנת לוודא תקינות בהפעלה על המחשבים, כדי למנוע בעיות טכניות.

הפעלות הכרוכות בניסויים - דורשות תיאום ספציפי עם המארגנים, כי יש להכין חומרים וכלים. תהיה אפשרות למורה לתרום הפעלה לכנס, אך העדיפות היא לפעילויות של התלמידים.

למורה המלווה יהיה תפקיד - החזקת הקבוצה במסגרת המושבים המקבילים - הנחיות ברורות ורשימות התלמידים לכל קבוצה יועברו בסמוך למועד הכנס.

למרות הפירוט הרב שבמכתב זה, ניתן לומר שתפקיד המורה שמכין את הקבוצה לכנס, הוא ביצירת מתח חיובי של התארגנות לקראת הכנס ויצירת התלהבות אצל התלמידים. ניתן לבחור נושא מסוים

- להעשיר את הכיתה בו, ולבנות מספר פעילויות בעלות אופי שונה או מתווה תוכני שונה - בהתאם לקבוצות התלמידים השונות. הפעילויות מועברות במושבים המקבילים בקבוצות שונות - כך שאין חשש לחד-גוניות.

### מידע הדרוש להפקת תעודות לתלמידים

מקום ותאריך של הכנס			
הערות	סה"כ מספר תלמידים	מספר תלמידים מציגים	שם מלא של בית הספר

### שלבים נוהליים מקדימים

כדי להקל על המורים - המארגנים ועל המורים המשתתפים עם כיתותיהם בכנס הוכנו דוגמאות למכתבים רשמיים.

- מכתב הסבר למנהל בית הספר כדי שיאפשר את השתתפות התלמידים בכנס

הנדון : כנס אזורי לתלמידי כימיה

שלום רב,

במרכז הארצי למורי הכימיה במכון ויצמן למדע הועלה רעיון לקיים כנסים אזוריים לתלמידי הכימיה. בכל כנס מתקבצים תלמידים מבתי ספר שונים, כשהדגש הוא על מפגש בלתי אמצעי בין התלמידים בכנס ולאחריו. מטרת הכנסים היא שהתלמידים יחוו פעילות מדעית שתעודד היווצרות קהילת עמיתים.

במסגרת כל כנס מתקיימות שתי הרצאות מליאה - במושב הפתיחה ובמושב המסכם. בין שני מושבים אלה מתקיימים מושבים מקבילים של הרצאות תלמידים. בחלק זה בא לידי ביטוי תרומתם של נציגים מכל בתי הספר שמתתפים בכנס. התלמידים מתחלקים לקבוצות מעורבות, ובכל קבוצה נערכת היכרות בין התלמידים ומועברות הרצאות והפעלות מגוונות על ידי התלמידים. מטרתנו היא שכל כנס יהווה יצירה משותפת של כל המשתתפים בו, ויעורר מוטיבציה לשיתוף פעולה, היכרות ומעורבות.

בשנת תשע"ה התקיימו חמישה כנסים אזוריים. לאור הצלחתם של הכנסים ברצוננו להגדיל את מספרם כדי שיותר תלמידים ברחבי הארץ ייחשפו לפעילות זו. פנינו לרכז/מורה לכימיה בבית ספרך, מתוך רצון לשלב קבוצת תלמידים מבית הספר בכנס האזורי. נודה אם תאשר את השתתפות התלמידים בכנס. הכנס יתקיים במהלך יום לימודים בין השעות 9:00 עד 14:00 לערך.

בברכה,

המרכז הארצי למורי הכימיה, מכון ויצמן מכון.

• הכנת הזמנה וסדר יום והפצתו לכל המורים המשתתפים בכנס

דוגמה להזמנה:

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

מכון ויצמן למדע  
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימון של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

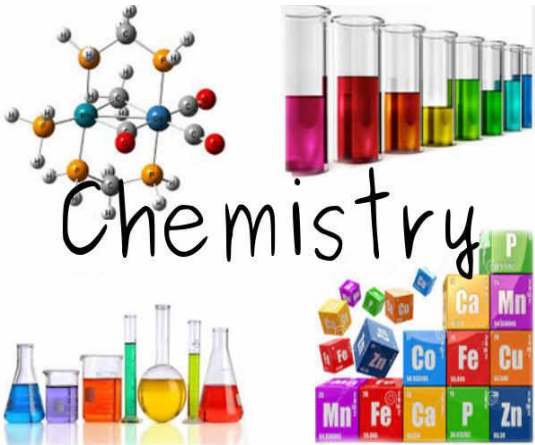


## שלום רב,

אנו מתכבדים להזמין ל**כנס כימיה החמישי לתלמידים. הכנס יתקיים ביום ד'**

**02/03/2016 באשכול הפיס קריית גת, בין השעות 9:00-14:30**

**בית הספר המארח - אורט ע"ש זאב בויים.**



### לוח זמנים לכנס כימיה:

הגעה והתארגנות	09:00 – 09:30
דברי פתיחה	09:30 – 10:00
הרצאת פתיחה מאת ד"ר סרחיו ברוידו	10:00 – 11:35
<b>"בישול מולקולרי: כשהמדע פוגש מטבח"</b>	
חלוקה לכיתות המושבים המקבילים	11:35 – 11:40
מושבים מקבילים - הרצאות תלמידים	11:40 – 12:40
הפסקה	12:40 – 13:10
הרצאה מאת ד"ר יעל שוורץ	13:10 – 14:10
<b>"כימיה? לא לכימאים בלבד!"</b>	
משוב	14:10 – 14:20

בברכה,

ציפי בן טולילה  
מנהלת בית הספר

סופיה ליידרמן  
מורה לכימיה

אנו, משתתפי ובוגרי תוכנית היוזמות, מוכנים לעזור בהכנות לכנס :

- הכנת תגי שם לכל המשתתפים מכל בתי הספר.
- עריכת חוברת תקצירים.
- סידור תלמידים במושבים המקבילים וסידור ההרצאות במושבים אלה. זוהי משימה מורכבת ואנו עוזרים בה למארגנים האזוריים.

### **ביום הכנס**

- אנו מוכנים להגיש עזרה טכנית לפי הצורך בכנסים השונים : השגת ציוד חסר, תליית רשימות תלמידים על דלתות הכיתות, חלוקה ואיסוף של דפי משוב וכד'

### **תעודות ומכתבי הערכה**

הענקת תעודות ושליחת מכתבי הערכה הוא חלק חשוב בפעילות אחרי הכנס. אנו בוגרי הסדנה נכין את התעודות והמכתבים, נחתיים את הנציגים של המחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן, את מפמ"ר כימיה, ד"ר דורית טייטלבוים ואת מארגני הכנסים. תעודות לתלמידים מציגים מוענקות לתלמידים בסוף הכנס. תעודות לבתי ספר ומכתבים למנהלים ולמורים נשלחות בדואר לאחר הכנס.

### **דוגמאות לתעודות ולמכתבי הערכה**

- תעודת הוקרה לתלמידים מציגים :



# ציון לשבח

ניתן בזאת ל-

על מיזם שהוצג בכנס תלמידי כימיה שנערך  
בבית ספר אפאק בכפר מנדא, בתאריך 17.3.2016

תודה על הצגת המיזם המעשירה, שניתנה על ידך בפני תלמידים-  
עמיתים מבתי ספר שונים. בהצגת המיזם תרמת להעשרת הידע של  
חבריך ונתת דוגמה אישית למעורבות, למנהיגות וללמידה משמעותית.

ראל המלך - נאמן  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

סיילבאום בנימין  
ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

מרואן חושאן

מארגן הכנס

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע  
מדען צריך לעבוד מתוך סקרנות ואם יש לו סקרנות להבנת תהליכים משמעותיים,  
יש לו סיכוי גם לזכות בפרס נובל. (פרופ' עדה יונת, כלת פרס נובל בכימיה, אוקטובר 2009)

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

מכון ויצמן למדע  
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

קרן קיסריה אדמונד  
בנימין דה רוטשילד  
"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד



# תעודת השתתפות

## לבית הספר

# תיכון עתייד, טייבה

על השתתפות פעילה בכנס הכימיה לתלמידים שאורגן  
ונוערך בתיכון עתייד טירה ע"ש א. קאסם, בתאריך 1.3.2016

רגל חמאן - עמין  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

קציה צבורה  
ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

טייטלבוים בנימי  
ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

פאדיה חטיב

מארגנת הכנס

מדען צריך לעבוד מתוך סקרנות ואם יש לו סקרנות להבנת תהליכים משמעותיים,  
יש לו סיכוי גם לזכות בפרס נובל. (פרופ' עדה יונת, כלת פרס נובל בכימיה, אוקטובר 2009)

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

מכון ויצמן למדע  
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

קרן קיסריה אדמונד  
בנימין דה רוטשילד



"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

בית הספר  
הרב תחומי  
רשת היכונים ונכללות מקבוצת עמל

פתח תקוה ב'  
ע"ש ליידי דיקווס

# בהוקרה

## לבית הספר

### הרב תחומי פתח תקווה ב', פתח תקווה

על ארגון כנס הכימיה לתלמידים שנערך

בתאריך כ' באדר א' תשע"ו, 29.2.2016

ראל חמלוק - עמל  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

סיילבאון גמלי  
ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

נורית דקלו

מארגנת הכנס

מדען צריך לעבוד מתוך סקרנות ואם יש לו סקרנות להבנת תהליכים משמעותיים,

יש לו סיכוי גם לזכות בפרס נובל. (פרופ' עדה יונת, כלת פרס נובל בכימיה, אוקטובר 2009)

• מכתב הערכה למנהל בית ספר מארח:



מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה



"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד



31.3.2016

לכבוד  
גב' מריאנה בן יוסף  
מנהלת אורט אבין, רמת גן

הנדון : ארגון והשתתפות בית הספר בכנס כימיה לתלמידים

שלום רב,  
בתאריך יג באדר א' תשע"ו, 22.2.2016 התקיים כנס הכימיה האזורי לתלמידים באורט אבין, רמת גן, שבו לקחו חלק תלמידי כימיה מבית ספרך. ברצוננו להביע את הערכתנו הרבה למורה עדנה כהן, שארגנה את הכנס והניעה את התלמידים להשתתף בכנס, הכינה אותם להצגת עבודות מקוריות בפני עמיתיהם מבתי ספר אחרים, ודאגה לארגן את כל התנאים הנדרשים בבית הספר לקיומו המוצלח של הכנס. בזכות פועלה של מורת הכימיה, זכו התלמידים המשתתפים בחוויה ייחודית, שתרמה להעשרתם בתחום הכימיה וליצירת תחושה של גאוות יחידה הן כנציגי בית הספר המארח והן כתלמידי כימיה וחוקרים צעירים. השקעת הזמן והמאמצים על ידי המורה והתלמידים מעידים על חשיבות החינוך המדעי והערכי, המעורבות והמנהיגות בבית הספר. אנו מודים לך שאפשרת לארגן את הכנס בבית ספרך ולארח תלמידים מבתי ספר שונים. הדבר מעיד על חשיבות שאת מייחסת ללימודי הכימיה.

ראל גמאלוק - נעים  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

טיילבאום זני  
ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

עדנה כהן

מארגנת הכנס

● מכתב הערכה למנהל בית ספר שתלמידי השתתפו בכנס :

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

מכון ויצמן למדע  
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

קרן קיסריה אדמונד  
בנימין דה רוטשילד



"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד



31.3.2016

לכבוד  
ד"ר יהודה יעקובסון  
מנהל תיכון אלון, רמת השרון

הנדון : השתתפות בית הספר בכנס הכימיה לתלמידים

שלום רב,  
בתאריך א' באדר א' תשע"ו, 10.2.2016 התקיים כנס הכימיה האזורי לתלמידים בתיכון ע"ש רוטברג, רמת השרון, שבו לקחו חלק תלמידי כימיה מבית ספרך.  
ברצוננו להביע את הערכתנו הרבה למורה ד"ר בתיה ליפשיץ גולדרייך אשר הניעה את התלמידים להשתתף בכנס, הכינה אותם להצגת עבודות מקוריות במסגרת המושבים המקבילים, שבהם הרצו התלמידים בפני עמיתיהם מבתי ספר אחרים.  
בזכות פועלה של מורה לכימיה, זכו התלמידים המשתתפים בחוויה ייחודית, שתרמה להעשרתם בתחום הכימיה וליצירת תחושה של גאוות יחידה הן כנציגי בית הספר והן כתלמידי כימיה וחוקרים צעירים.  
השקעת הזמן והמאמצים על ידי המורה והתלמידים מעידים על חשיבות החינוך המדעי והערכי, המעורבות והמנהיגות בבית הספר.  
אנו מודים לך שאפשרת לתלמידי בית ספרך לצאת ליום לימודים ולהשתתף בכנס. הדבר מעיד על חשיבות שאתה מייחס ללימודי הכימיה.

ראל חמלוק - נעמן  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

דבורה קצביץ  
ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

ערן שמואל

מארגן הכנס

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף המדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

מכון ויצמן למדע  
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

קרן קיסריה אדמונד  
בנימין דה רוטשילד



10.4.2016

לכבוד  
פאדיה חטיב  
תיכון עתיד ע"ש א. קאסם, טירה

## מכתב תודה

רצינו להביע את תודתנו והערכתנו על:

ארגון הכנס המוצלח  
הבחירה להשתתף בכנס הכימיה האזורי לתלמידים  
ההתארגנות הלוגיסטית  
הכנת התלמידים להרצאות בפני עמיתים  
וההשקעה לאורך כל הדרך

אנחנו יודעים שאין זה טריוויאלי "להתנדב" ולהוסיף ולעשות ולהכין תלמידים לכנס בתוך העבודה הקשה המובנה בעבודת המורה, ועל כך אנו מודים לך ומקווים להמשך עבודה פורה גם בכנסים הבאים.

ראל החמלון - עמ"ד  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

ד"ר דורית טייטלברום

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

פאדיה חטיב

מארגנת הכנס

● **מכתב הערכה למורה שהשתתפה בכנס עם תלמידיה:**



קרן קיסריה אדמונד  
בנימין דה רוטשילד



"תכנית רוטשילד-ויצמן למצוינות בהוראת המדעים"  
במימונה של קרן קיסריה אדמונד בנימין דה רוטשילד

10.4.2016

לכבוד  
ברכה שטרן  
בית ספר מקיף שש שנתי ע"ש משה שרת, נתניה

**מכתב תודה**

רצינו להביע את תודתנו והערכתנו על:

הבחירה להשתתף בכנס הכימיה האזורי לתלמידים  
ההתארגנות הלוגיסטית  
הכנת התלמידים להרצאות בפני עמיתים  
וההשקעה לאורך כל הדרך

אנחנו יודעים שאין זה טריוויאלי "להתנדב" ולהוסיף ולעשות ולהכין תלמידים לכנס בתוך העבודה הקשה המובנה בעבודת המורה, ועל כך אנו מודים לך ומקווים להמשך עבודה פורה גם בכנסים הבאים.

ראל יחזקאל - עמון  
ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

זיוה בר-דב

המחלקה להוראת המדעים  
מכון ויצמן למדע

טיילבאום בנימי  
ד"ר דורית טייטלבוים

מפמ"ר כימיה  
משרד החינוך

ד"ר שרית ברגר

מארגנת הכנס

## הרצאות לכנסי תלמידים שהוכנו על ידי מארגני הכנסים ועוזריהם

### סופיה לייזרמן

#### חוקרים גלידה

כולם אוהבים גלידה, וילדים כנראה יותר מכולם. **גלידה לצרכנים - פינוק מרענן, ליצרנים - אמולסיה.**

אמולסיה היא תערובת של שני נוזלים או יותר, שבדרך כלל אינם מסיסים זה בזה, כמו שמן ומים, כאשר אחד מהם מפוזר ברחבי הנוזל השני כטיפות זעירות. גודלן של טיפות הוא אלפית עד עשירית מילימטר. דוגמאות לאמולסיות מחיי היום יום הם חלב, רוטב ויניגרט, מיונז, וכן החומר שציפה סרטי צילום (במצלמות של פעם).

כדי ליצור אמולסיה של שמן במים יש צורך לערבבם היטב, כך שייווצרו טיפות שמן במים. בנוסף יש להוסיף חומרים מתחלבים. חומרים אלה יכולים ליצור קשרים הן עם המים והן עם השמן. הם עוטפים את טיפות השמן כאשר צידן האחד יוצר קשרים עם השמן והצד השני עם המים. בצורה זו טיפות השמן, העטופות בחומרים המתחלבים מתפזרות במים. החומרים המתחלבים אינם מאפשרים לטיפות השמן להתקבץ וליצור שכבת שמן על המים, כפי שנוצר ללא החומרים המתחלבים.

החומרים המתחלבים בחלב הם קזאין וחלבוני הגבן, והם מצפים את טיפות השמן ומאפשרים את פיזורן במים. קיומן של חומרים מתחלבים אלה מפחית את מתח הפנים בין השומן לבין המים ויוצר שכבה הדוחה את הטיפות זו מזו. אבל כשהטיפות גדולות החלבונים אינם מספיקים לשמור על הטיפות מרוחקות זו מזו והן מתחברות ויוצרות שכבת שומן על פני החלב. לכן בתהליך המגוון החלב שוברים את טיפות השומן הגדולות לטיפות קטנות.

ברוב מתכוני הגלידה מוסיפים ביצים או חלמוני ביצה. במקרה כזה הלציטין, שגם הוא חומר מתחלב, מחליף חלק מחלבוני החלב ומצפה אף הוא את טיפות השומן. מתכון הגלידה שנבחר אינו מכיל ביצים מחשש שימוש בחלמוני ביצה לא מבושלים. מתחלב נוסף המקובל בתעשיית המזון הוא חרדל. גלידה בטעם חרדל אמנם אינה מעוררת תאבון אך מעניין לנסות את זמן הטפטוף גם כפונקציה של כמות חרדל המוספת לתערובת...

החלב עצמו הוא אמולסיה, הכוללת טיפות שומן במים. הבעיה היא שהקפאת חלב גורמת להיווצרות מרקם קרחי (דמוי קרח) ולא מרקם קטיפתי נעים, וזאת עקב התקבצות מולקולות מים המחוברות ביניהן בקשרי מימן. כדי לשנות את המרקם יש להקטין את גודל טיפות השומן כך, שיהוו חיץ מפני היווצרות גושי קרח גדולים. עושים זאת על ידי טריפה נמרצת של החומרים לפני הקפאת התערובת.

ועוד תהליכים מעניינים בנוגע לאמולסיות: הקצפת חלב (כמו הקצף שעל פני קפה הפוך) נעשה על ידי דנטורציה של חלבוני הגבן. כתוצאה מהדנטורציה החלקים ההידרופוביים של החלבונים מתקבצים סביב בועות האוויר ואילו החלקים ההידרופיליים פונים לכיוון המים כך, שנוצר מארג של בועות אוויר מוקפות בחלבונים.

קצפת העשויה משמנת מתוקה בנויה אף היא מרשת צפופה של בועות אוויר, אלא שהחומר העוטף את הבועות בנוי ממולקולות השומן. סביב בועת האוויר יכולות להיות מספר שכבות שומן צמודות

זו לזו. יש להיזהר מהקצפה ביתר של קצפת, שכן אז יכולות שכבות השומן להתמזג זו בזו ונקבל חמאה.

גלידה היא קצף מיוצב בהקפאה של רוב הנוזל. בתוך הגלידה ניתן למצוא 4 פאזות:

- מעט נוזל המכיל מלחים מומסים, סוכרים וחלבון
  - גבישי קרח
  - כדוריות שומן מוצק
  - בועות אוויר
  - חשיבות הנוזל: מונע הפיכת הגלידה לגוש קרח מוצק (המכיל חומרי טעם, ובעל ערך תזונתי של החלבון המומס)
  - גבישי הקרח מייצבים את הקצף על ידי לכידת הפאזות האחרות
  - השומן מספק עושר ומרקם חלק (12%-10% מנפח הגלידה בד"כ)
  - האוויר (כ- 50% מנפח הגלידה) מפריע להיווצרות גושים גדולים של הסוגים האחרים ומוסיף רכות וקלות
  - רכות הגלידה תלויה ב-:
  - כמות השומן ופיזורו בגלידה
  - גודל גבישי הקרח
  - גודל בועות האוויר
- ילדים מאוד אוהבים גלידה, אבל כמה שילדים אוהבים גלידה כך ההורים חוששים מהרגע שבו הם יבקשו גביע מהמאכל הקיצי הזה, כי התוצאה ידועה מראש: חולצה בטעם מסטיק ותות או בטעם אחר...

## הכנת גלידה

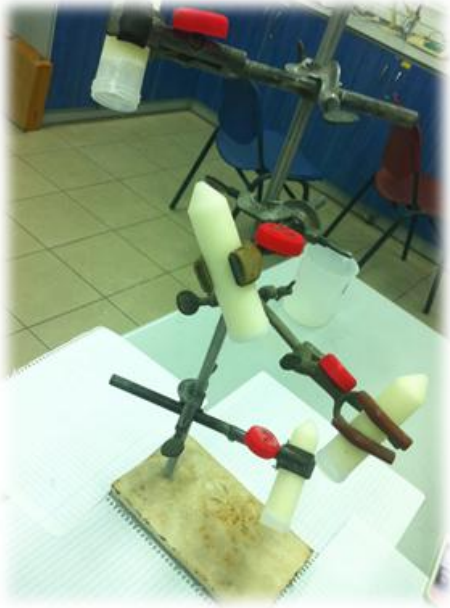
### ציוד וחומרים:

- חלב 3%
- שמנת מתוקה 32%
- סוכר
- תמצית וניל
- מבחנות פלסטיק עם שנתות בנפח 50 מ"ל, עם מכסה
- מקלות ארטיק חד-פעמיות (ניתן להשיג בחנויות יצירה)
- מיקסר wortex
- כפית פלסטיק

## שלב א': מהלך הניסוי:

### רשמו תצפיות

- מזגו לתוך המבחנה 15 מ"ל חלב.
- הוסיפו 5 מ"ל סוכר.
- סגרו את המבחנה וערבבו את התערובת בעזרת מיקסר wortex לפחות 3 דקות.
- הוסיפו 5 מ"ל שמנת מתוקה וערבבו קלות.
- הכניסו את המבחנה למקפיא.
- כעבור 20 דקות ערבבו את תכולת המבחנה בעזרת מיקסר wortex לפחות 3 דקות והחזירו למקפיא ללילה.
- למחרת: הצמידו את המבחנה באלכסון למעמד מתכתי (כמתואר בצילום), מדדו ורשמו כעבור כמה זמן מטפטפת הטיפה הראשונה (זמן תחילת ההיתוך).



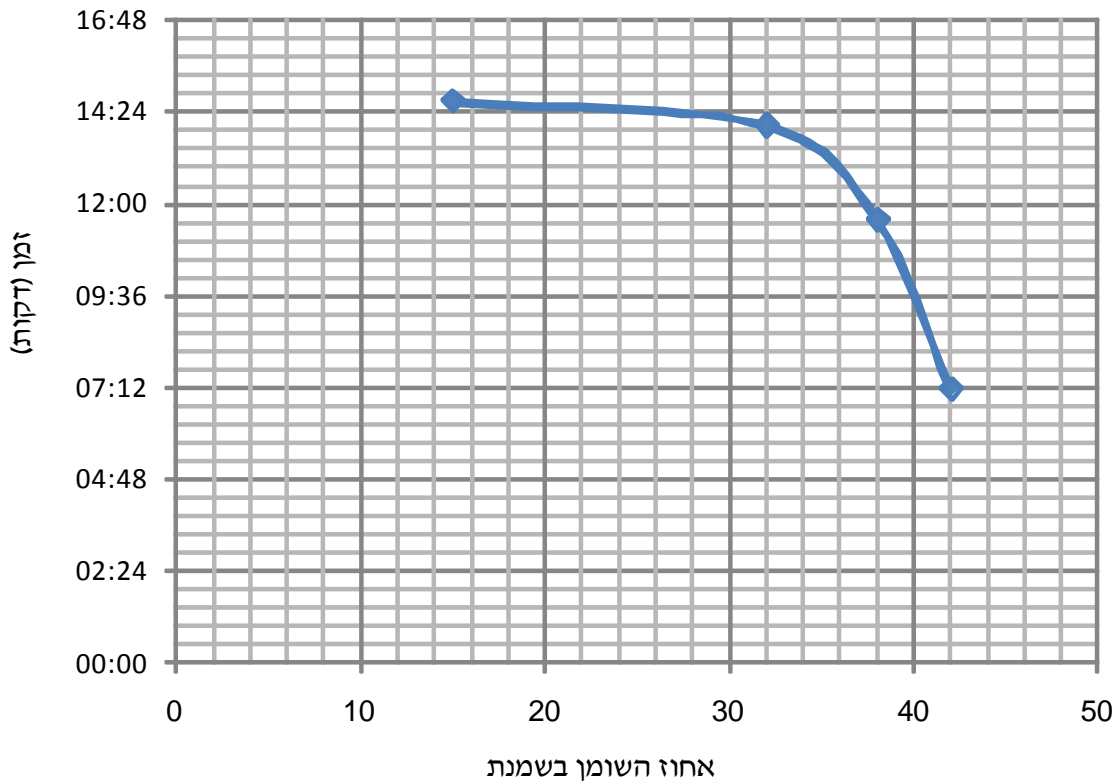
### ניסוי חקר

- **דוגמאות לכיווני חקר שהוצעו על ידי תלמידים**
- הגורמים המשפיעים על זמן הופעת טיפה ראשונה בהתכת גלידה:
  - השפעת כמות הסוכר
  - השפעת אחוז השומן בחלב או בשמנת
  - השפעת זמן המגון
  - השפעת סוג החלב

### **תוצאות הניסוי לבדיקות זמן הנדרש לתחילת התכת הגלידה, כתלות באחוז השומן בשמנת**

תצפיות נוספות	המשתנה התלוי: זמן עד תחילת התכת הגלידה (דקות)	המשתנה הבלתי תלוי: אחוז השומן בשמנת (%)	מספר המערכת
יחסית הרבה גבישי הקרח	14: 41	15%	1
מרקם יותר חלק, פחות גבישי הקרח בהשוואה למערכת 1	14: 00	32%	2
מרקם עוד יותר חלק, פחות גבישי הקרח יחסית למערכת 2	11: 35	38%	3
מרקם עוד יותר חלק, מעט מאוד גבישי הקרח יחסית למערכת 3	07: 10	42%	4

## השפעת אחוז השומן בשמנת מתוקה על זמן הנדרש לתחילת התכת הגלידה



### הסבר מדעי תוצאות ניסויי החקר

בהכנת גלידה ביתית, ככל שריכוז השומן או כמות הסוכר גדולים יותר כך משך הזמן עד להופעת טיפה ראשונה של גלידה מותכת קצר יותר.

התופעה נובעת מתכונות של תמיסה - תכונות התלויות בריכוז המספרי של מולקולות המומס, ובפרט, הורדת נקודת הקיפאון של תמיסה. ככל שריכוז הסוכר בגלידה גבוה יותר, טמפרטורת הקיפאון שלה נמוכה יותר וקרובה יותר לטמפרטורת המקפיא - כלומר ההקפאה פחות עמוקה. (אם למשל טמפרטורת הקיפאון תהיה נמוכה מטמפרטורת המקפיא - הגלידה לא תקפא כלל, או תפשיר אם הוכנסה קפואה). כתוצאה מהגדלת ריכוז הסוכר, הגלידה תעבור התכה מהר יותר כשנוציאה מהמקרר. השפעת אחוז השומן היא עקיפה - ככל שאחוז השומן במתכון גבוה יותר - יש פחות מים ואז ריכוז הסוכר במים גבוה יותר - וההסבר כמו במקרה הקודם. הסבר תרמודינמי: אנטרופיה של התמיסה המימית גבוהה יותר, גם שינוי האנטרופיה בהתכה גדול יותר,  $(\Delta S_m^\circ)$ , וכך יורדת נקודת ההתכה (הקיפאון) של התמיסה, כלומר הקפאה פחות עמוקה.

$$\Delta S_m^\circ = \frac{\Delta H_m^\circ}{T_m} \quad T_m = \frac{\Delta H_m^\circ}{\Delta S_m^\circ}$$

**הצעה:** נסו להקפיא כדורי גלידה (אבל לא עם הרבה סוכר או שומן) הקפאה עמוקה, אח"כ לטבול אותם ב"בצק בירה" ולטגן זמן קצר בשמן עמוק - תקבלו "סופגניה" ממולאת בגלידה לחנוכה... ניתן לתת הסבר לתוצאות ניסויי החקר מבחינה אחרת:

אפשר להתייחס לסוכר ולשומן כאל חומרים נוגדי קיפאון (אנטיפרייזים): מולקולות סוכר יוצרות קשרי מימן עם מולקולות מים, ולכן גבישי הקרח בגלידה קטנים (פחות קשרי מימן בין מולקולות המים). מולקולות שומן מרחיקות מולקולות מים, ולכן מספר קשרי מימן ביניהן קטן יותר. לכן, למשל, גודל גבישי הקרח בגלידה קטן יותר מאשר בקרטיב. יש ניסיון בהוספת חלבונים נוגדי קיפאון בייצור גלידות דלות שומן.

חוקרים מצאו דרך לגרום לגלידה לא לעבור התכה במשך זמן רב, הודות לחלבון מיוחד שקושר יחד את מרכיבי המזון.

יצורים רבים - דגים בים הצפוני, חיפושיות ביערות קנדה, צמחים בערבות סיביר ועוד - חשופים לקור שאמור היה להקפיא אותם, אולם הם אינם קופאים בזכות חלבונים מיוחדים בגופם שנצמדים לגבישי הקרח ומונעים את גדילתם. במחקר חדש, שנעשה באוניברסיטה העברית ובאוניברסיטת אוהיו, נמצא שחלבונים אלה יכולים להיצמד לגבישי קרח באופן בלתי הפיך גם כאשר הסביבה דלה בחלבונים. לממצאים השלכות על שימושים עתידיים ברפואה, תעשיית המזון הקפוא, חקלאות ואף שיבוט אורגניזמים.

במחקר שנערך על ידי פרופסור עדו ברסלבסקי וצוותו במכון לביוכימיה, מדעי המזון ותזונת האדם בפקולטה לחקלאות מזון וסביבה ע"ש רוברט ה' סמית באוניברסיטה העברית ובמחלקה לפיסיקה באוניברסיטת אוהיו, ובשיתוף חוקרים מקנדה ומקליפורניה, נבחן הקשר בין חלבונים נוגדי קיפאון לבין גבישי הקרח שאליהם הם נצמדים. המחקר הראה שגביש קרח ששהה בתמיסה המכילה חלבונים נוגדי קיפאון נותר מצופה בחלבונים הללו גם לאחר החלפת התמיסה בתמיסה נטולת חלבונים, כך שהגביש נותר בגודלו המקורי.

לדברי פרופ' ברסלבסקי "עד עתה לא נוצלו חלבונים אלה לצורכי אדם, למעט בייצור גלידות דלות שומן, בהן הוספתם של חלבונים נצמדי-קרח שומרת על המרקם למרות הפחתת כמות השומנים ומונעת גבשושיות כתוצאה מגדילת גבישי הקרח. המחקר שלנו מקדם את הבנת פעילותם של חלבונים נוגדי קיפאון, מרחיב ומשפר את השימוש בהם בשימור בקור. שילוב יעיל של חלבונים נוגדי קיפאון בשימור בקור יכול להביא למהפכה ביישומים, שבהם נדרשת שליטה בקיפאון, כגון שימור רקמות ואיברים בקור, הגנה מפני נזקי קרה בחקלאות, מניעת הצטברות קרח על כנפי מטוסים ושיפור איכות המזון הקפוא והמצונן".

אם כל הטוב הזה לא מספיק לכם, הרי שאם יצרני גלידה ישתמשו בחלבון החדש הם יוכלו להפחית את כמות השומן הרווי בגלידות - וכך ליצור מעדן בריא יותר ומופחת קלוריות.

בתחילת ההרצאה אפשר להכין גלידה בכדור גלידה.

## הכנת גלידה בכדור

לחלקו החיצוני של הכדור מכניסים קרח עם מלח גס (יחס: 8:1, מלח גס : קרח)

מכניסים לחלק הפנימי של הכדור את כל החומרים על פי המתכון הבא :

חומרים : 3 כוסות חלב 3%

כוס שמנת מתוקה 32%

2 כפיות תמצית וניל

3/4 כוס סוכר

תוך כדי גלגול וניעור הכדור, התערובת מתקררת ומתערבבת עם אוויר, וכך מתקבלת גלידה.

הדגמה של קרין גורן שמכינה גלידה בכדור -

<http://www.youtube.com/watch?v=iHg2Z1YeM0>

את תוצר הניסוי אפשר לחלק לתלמידים בכוסות קטנות...

תוך כדי הפעילות התלמידים מעלים שאלות על גלידה.

## גלידה מטוגנת בבצק בירה

(מתכון ל 10-12 כדורי גלידה)

בצק בירה:

חומרים:

1 בקבוק בירה לבנה 330 מ"ל

כף וחצי סוכר

2 כפות שמן

1 ביצה מופרדת (חלבון וחלמון)

חצי כפית קינמון

2.5 כוסות קמח

שמן לטיגון

אופן ההכנה:

לטרוף חלבון עם סוכר.

לערבב את כל שאר החומרים יחדיו, ולאחר מכן להוסיף את החלבון הטרוף.

מתקבלת תערובת סמיכה.

לתת לתערובת לנוח 10 דקות.

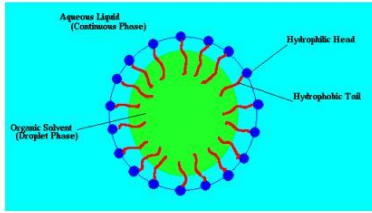
להוציא מהמקפיא את כדורי הגלידה עם אחוז נמוך של שומן או סוכר, על פי קצב הטיגון - לטבול

בתערובת ולטגן בסיר עמוק.

**בתיאבון!**

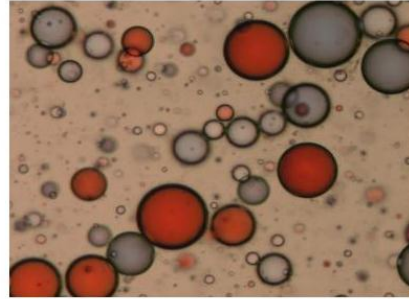
## אמולסיה

- כדי לצור אמולסיה של שמן במים יש צורך לערבבם היטב, כך שייוצרו טיפות שמן, במים ולהוסיף חומרים מתחלבים היוצרים קשרים הן עם השמן והן עם המים.



- החומרים המתחלבים אינם מאפשרים לטיפות השמן להתקבץ וליצור שכבה על פני המים.

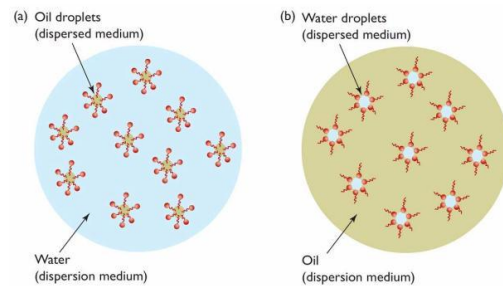
- תערובת של שני נוזלים או יותר, שבד"כ אינם מסיסים זה בזה, כאשר אחד מהם מפוזר ברחבי השני כטיפות זעירות.



## גלידה

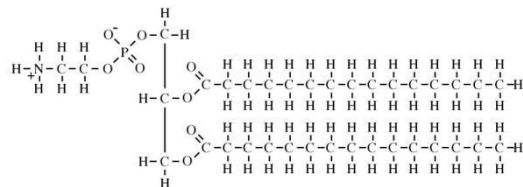


- החומרים המתחלבים בחלב הם חלבונים, המפחיתים את מתח הפנים בין השומן לבין המים וגורם לטיפות לדהות זו את זו.
- החלבונים לא מספיקים כשהטיפות גדולות, לכן בתהליך המגון שוברים את הטיפות לטיפות קטנות.



- גלידה היא קצף מיוצב בהקפאה של רוב הנוזל.
- בתוך הגלידה ניתן למצוא 4 פאזות:
  - מעט נוזל המכיל מלחים מומסים, סוכרים וחלבון
  - גבישי קרח
  - כדוריות שומן מוצק
  - בועות אוויר

- ברוב מתכוני הגלידה מוסיפים ביצים או חלבונים המכילים לציטין, שהוא חומר מתחלב.



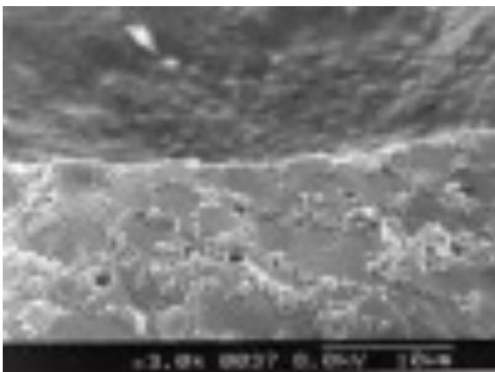
- במזונות אחרים ניתן להשתמש בחרדל כמתחלב (כן, כן). גלידה בטעם חרדל...

רכות הגלידה נובעת מ- :

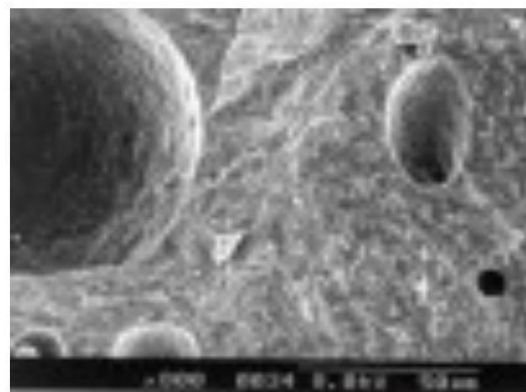
- כמות השומן ופיזורו בגלידה
- גודל גבישי הקרח
- גודל בועות האוויר

- חשיבות הנוזל: מונע הפיכת הגלידה לגוש קרח מוצק (המכיל חומרי טעם, ובעל ערך תזונתי של החלבון המומס)
- גבישי הקרח מייצבים את הקצף על ידי לכידת הפאזות האחרות
- השומן מספק עושר ומרקם חלק (10%-12% מנפח הגלידה בד"כ)
- האוויר (כ-50% מנפח הגלידה) מפריע להיווצרות גושים גדולים של הסוגים האחרים ומוסיף רכות וקלות

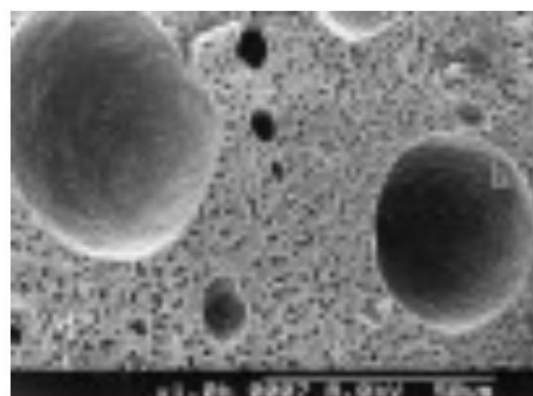
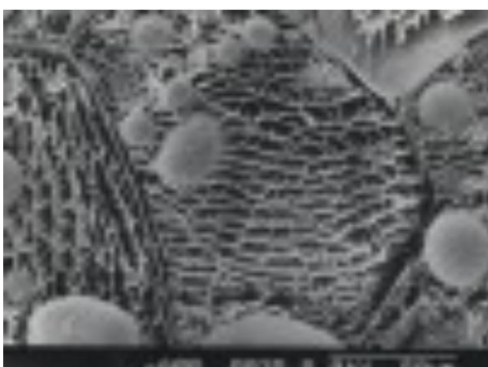
בהגדלה גדולה יותר ניתן לראות את טיפות השומן בין הגז לקרח וגם בין גבישי הקרח



בהגדלה יחסית קטנה ניתן לראות את הגדלים השונים של בועות האוויר



המרווחים בין גבישי הקרח



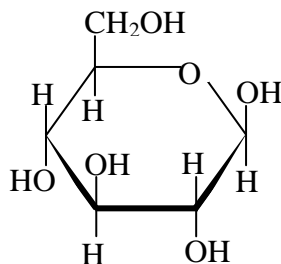
**מולקולות המשפיעות עלינו  
או איך קשור מבנה המולקולה לפעילות שלה**



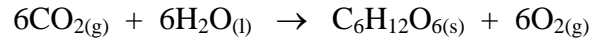
אנו יודעים שמולקולות בונות את גופינו, אנו יודעים שמולקולות בונות את האוכל שלנו, את התרופות שאנו נוטלים, אך מסתבר שגם את מצב הרוח שלנו קובעות מולקולות ואפילו את האהבות שלנו. ראשית נתחיל בכמה מונחים בסיסיים:  
ייצוגים שונים של מולקולות (אותה הגברת בשינוי אדרת)

- נוסחה מולקולרית - נוסחה המייצגת את מספר האטומים השונים במולקולה -  $C_3H_8O$ .
- ייצוג מלא לנוסחת מבנה - נוסחה המציגה את כל האטומים וכל הקשרים שביניהם.
- ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה:  
כל קודקוד וכל קצה במולקולה מסמנים אטום פחמן.  
קו הוא קשר בין שני אטומי פחמן.  
אטומי מימן, הקשורים לאטומי פחמן, אינם כתובים (אך קיימים).  
כל אטום שאינו פחמן או מימן נכתב במפורש.
- שאלה: כיצד נכתוב ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה אלכוהול (אתאנול)  $CH_3CH_2OH$ ?

המולקולה הראשונה שעליה נדבר היא מולקולת גלוקוז,  $C_6H_{12}O_6$ .



- ◆ זהו הסוכר הנפוץ ביותר בטבע
- ◆ מהווה מקור אנרגיה עיקרי לצמחים ולבעלי חיים
- ◆ מופק על ידי צמחים בתהליך פוטוסינתזה:



שאלה: אילו סוגי נוסחאות של גלוקוז מוצגות כאן?

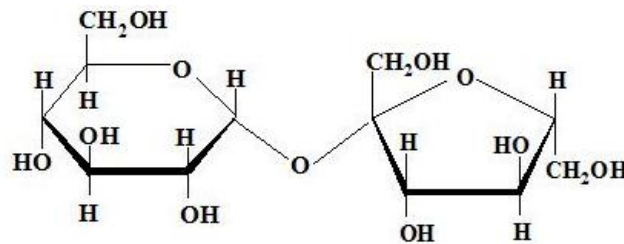
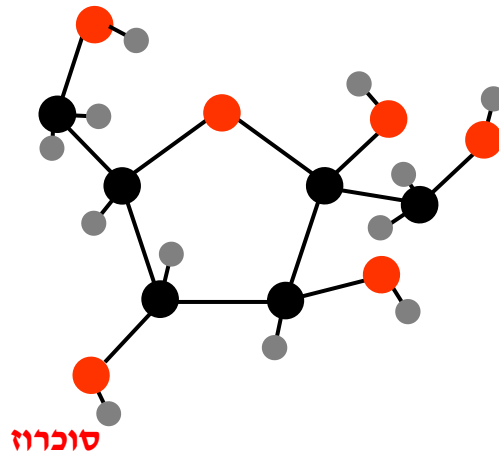
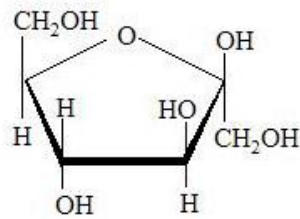
שאלה: איזה תהליך השבו משתתף גלוקוז קורה בגופנו?

גלוקוז אינו הסוכר היחיד. קיימים סוכרים רבים טבעיים ומלאכותיים. נדבר על הפרוקטוז והסוכרוז.

### פרוקטוז (סוכר פירות)



הסוכר הטבעי המתוק ביותר



סוכרוז מתקבל מגלוקוז ופרוקטוז.

## הסוכרוז

- הדו-סוכר המוכר והנפוץ ביותר, צריכתו מהווה 30%-20% מכלל צריכת הפחמימות של אוכלוסיית ארצות המערב.
- כבר בתקופה הפרה-היסטורית הופק הסוכר מקנה הסוכר באמצעות לעיסת הצמח. במאה ה-18 החלו להפיק סוכר מסלק סוכר והסוכר הפך לנחלת הכלל. סלק הסוכר דחק את קנה הסוכר, בעיקר משום שהוא מתאים לגידול באזורי אקלים שונים, בכללם קנדה וארצות הברית.
- צריכת הסוכר הגבוהה במאה האחרונה מהווה גורם מרכזי להשמנה ולהשמנת יתר בחברה המערבית ואף בארצות מתפתחות. עודף סוכר מעבר לדרוש לאדם לצורכי אנרגיה, הופך בתהליכי חילוף החומרים לשומן הנאגר בגוף.
- הסוכרוז גורם להתפתחות עששת יותר מכל סוכר אחר.
- קנה הסוכר הוא הגידול שנותן ערך קלורי הגבוה ביותר ליחידת שטח.

## דרגת מתיקות של סוכרים וממתיקים

הממתיק	גלוקוז	סוכרוז	פרוקטוז	אספרטם
דרגת המתיקות	70	100	140	20,000

שימו לב שסוכרוז בנוי מיחידת גלוקוז ויחידת פרוקטוז, ושמתיקותו של סוכרוז היא בין המתיקות של הגלוקוז לבין זו של הפרוקטוז (זה לא חייב להיות כך, אגב, אבל זה הגיוני).

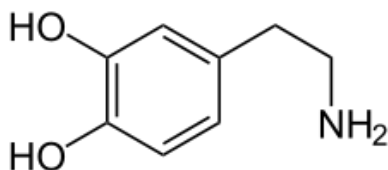
## חומרים פסיכו אקטיביים

החלק השני בהרצאה עוסק בחומרים פסיכו אקטיביים.

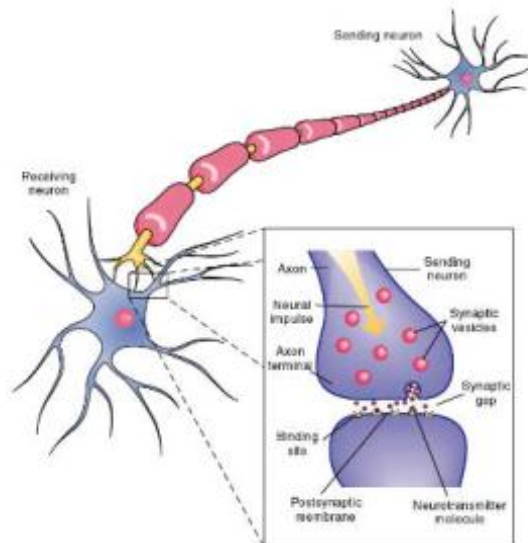
חומרים פסיכו אקטיביים הם:

- חומרים המשפיעים על פעילות המוח.
- חומרים הגורמים לשינוי בתפקוד המוח וכתוצאה מכך לשינויים בהכרה, בתפיסה, במצב רוח או בהתנהגות.
- מערכת העצבים בגופנו בנוייה מתאי עצב ארוכים שביניהם חיבורים בשם סינפסות. תאי העצב "מתקשרים" באמצעות שחרור חומרים כימיים בסינפסות, כמו למשל דופמין המופרש כשאנו מרגישים טוב (תגמול).
- סמים מתערבים ומשנים את הפרשת החומרים הטבעית במוח.

נוסחת דופמין



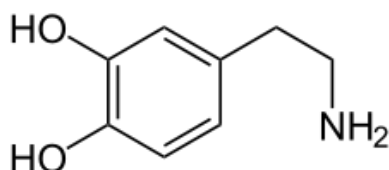
## Neurotransmitters and the Synapse



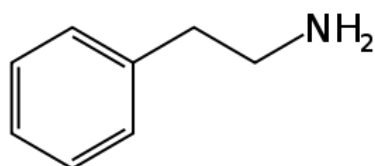
The neurotransmitter is released into the synaptic gap. There it may bind with receptors on the postsynaptic membrane.

### מה זאת אהבה?

כשאנחנו מאוהבים מופרש בגופנו החומר פניל אתיל אמין. שימו לב לדמיון בין שתי המולקולות:



דופמין



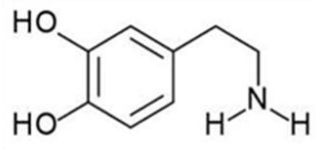
פניל אתיל אמין

הדמיון המבני בין מולקולות של שני החומרים מאפשר לפניל אתיל אמין להיכנס לתא העצב במקום דופמין וכך נשאר ריכוז גבוה של דופמין בסינפסה, וגורם לנו לתחושה טובה ולהתרוממות רוח.

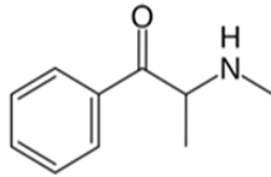
### ”שוברים שורות”

האם אתם מכירים את הסדרה ”שוברים שורות”? זוהי סדרה על כימאי שהחליט לייצר סמים וכך לאפשר למשפחתו חיי רווחה מבחינה כלכלית. בנוסף לאספקטים המוסריים, נדבר על הסם שייצר. זהו חומר נקי מאוד, שמו אמפטמין. האם יש דמיון בין מולקולת האמפטמין, שהוא סם, לבין מולקולת דופאמין שמופרשת באופן טבעי בגוף? כמובן שיש דמיון במבנה אך ההבדל הוא שמולקלת האמפטמין המלאכותי היא הרבה יותר ליפופילית, ולכן עוברת בקלות רבה את קרום המוח. השפעתה של מולקולה זו היא כמו של מולקולת דופמין אך הרבה יותר חזקה.

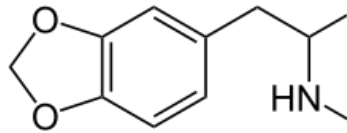
בואו ונבחן עוד כמה מולקולות של סמים :



אמפטמין



קתינון גת

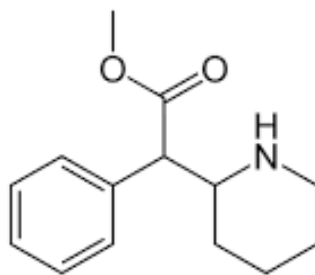


אקסטזי

גם מולקולות הסמים שממוצות מהצמח גת וגם מולקולות הסם אקסטזי עובדות באותו האופן. הן בעצם מרמות את הקולטנים של דופמין וגורמות לריכוז גבוה שלו בסינפסות. הבעיה עם מולקולות סמים היא שיש להן תופעות לוואי מסוכנות של התמכרות, ירידות חדות במצב הרוח, הזיות ועוד.

### מתילפנידאט

שמות מסחריים: ריטלין, ריטלין LA, קונצרטה



שאלה: האם תוכלו לזהות את המבנה הבסיסי של פניד אתיל אמין גם בריטלין? לא נתפלה שגם ריטלין הוא חומר העובד על מערכת העצבים שלנו ומשפיע עלינו.

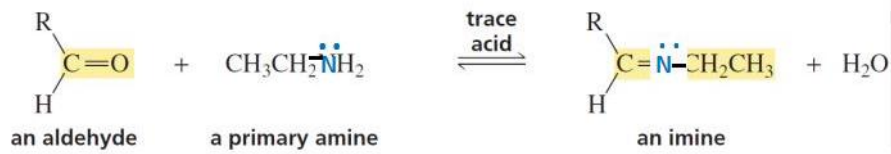
## ביבליוגרפיה:

- טעם של כימיה, ד"ר אורית הרשקוביץ וד"ר צביה קברמן, הטכניון, חיפה
- מתוק מדבש - פרקי סוכרים, אילן לולב, מכון ויצמן למדע
- חומרים פסיכו אקטיביים והשפעותיהם - הרשות הלאומית למלחמה בסמים :  
<http://www.antidrugs.org.il/template/default.aspx?catid=183>
- חומר פסיכו אקטיבי :  
[https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%97%D7%95%D7%9E%D7%A8\\_%D7%A4%D7%A1%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%90%D7%A7%D7%98%D7%99%D7%91%D7%99](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%97%D7%95%D7%9E%D7%A8_%D7%A4%D7%A1%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%90%D7%A7%D7%98%D7%99%D7%91%D7%99)
- איך ריטלין עובד? מכון דוידסון לחינוך מדעי :  
[http://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/life\\_sci/%D7%90%D7%99%D7%9A-%D7%A8%D7%99%D7%98%D7%9C%D7%99%D7%9F-%D7%A2%D7%95%D7%91%D7%93-%D7%9E%D7%A9%D7%94](http://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/life_sci/%D7%90%D7%99%D7%9A-%D7%A8%D7%99%D7%98%D7%9C%D7%99%D7%9F-%D7%A2%D7%95%D7%91%D7%93-%D7%9E%D7%A9%D7%94)
- דופמין - מוליך עצבי במוח :  
<https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%93%D7%95%D7%A4%D7%9E%D7%99%D7%9F>

סוכרים מחזרים, חומצות אמיניות ומה שביניהם

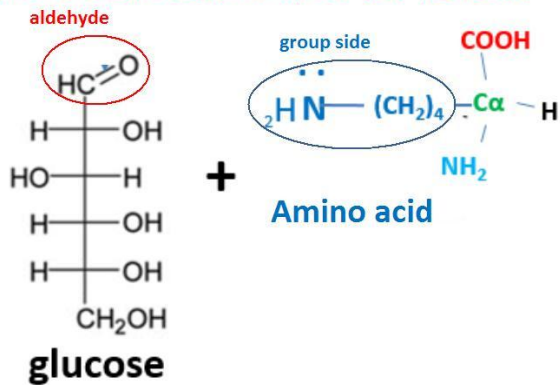


תגובת Miallard (מייארד)

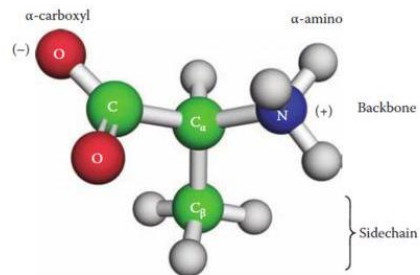


היווצרות ה- imine מחליפה את קבוצת ה- CO בקבוצת ה- CN

תגובה בין סוכר גלוקוז והחומצה האמינית ליזין



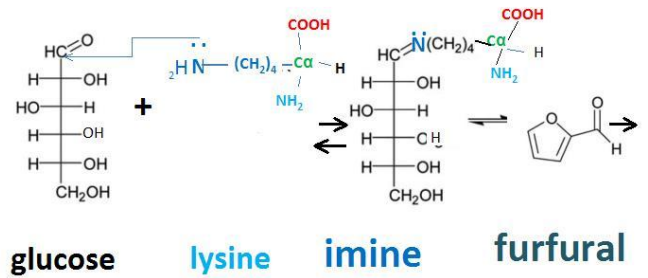
מבנה חומצה אמינית



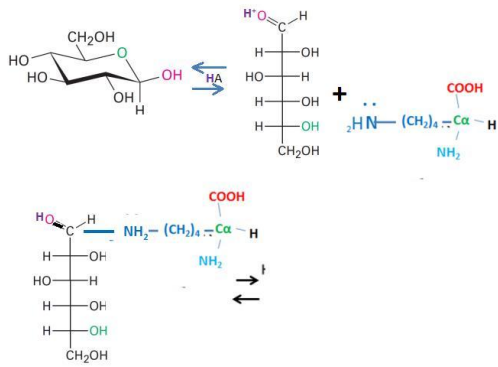
## The Catalytic Effects of Amino groups on reducing sugars transformation

The evidence indicates that sugar-amine condensation is the first step in the so-called catalysis of amino compounds. After condensation and rearrangement, the sugar moiety is dehydrated and easily polymerizable and unsaturated compounds are formed in which the amine moiety is labile. Eventually, the amine is split off (in part) from the dehydrated sugar residue to give the effect of a true catalysis.

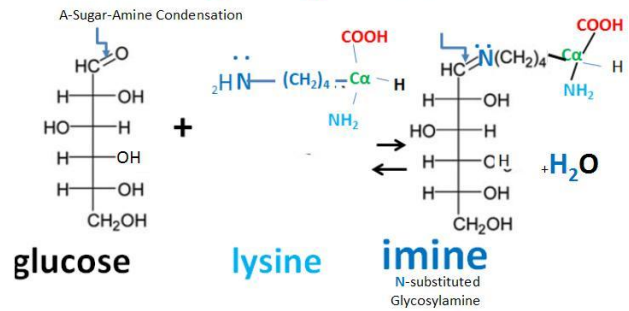
תגובה בין סוכר מחזור, גלוקוז, והחומצה האמינית ליזין



→ MELANOIDINS (פולימרים בעלי צבע חום כהה)



### Initial stage of sugar-amine reaction



### מה מיוחד בניסוי חקר זה

הניסוי כולל מספר נושאים שמופיעים בתוכנית הלימודים:

- סוכרים: חד- סוכרים, סוכרים מחזרים, דו-סוכרים והקשר הגליקוזידי.
- חומצות אמיניות: חומצה אלפה אמינית, קבוצות צד, תכונות חומצה בסיס של חומצות אמיניות, pKa, קשר בין pH ומטען החומצה האמינית.
- מנגנון תגובה: קבוצה מתקיפה, (נוקליאופיל, בסיס).
- קצב תגובה: גורמים המשפיעים על קצב תגובה - השפעת טמפרטורה, ריכוז, סוג המגיבים.

- 1- הניסוי משמש כלי נוסף על מנת להבין את הנושאים שצינת.
- 2- רלוונטיות לחיי היום יום - תוצאות תגובת Miillard גורמות נזק רב לתעשיית המזון. זאת עקב היווצרות פולימרים בעלי צבע חום.
- 3- מושקעים כספים רבים על מנת להבין את מנגנון התגובה, ועקב כך ייתכן שניתן לצמצם חלק מהנזקים הנגרמים.

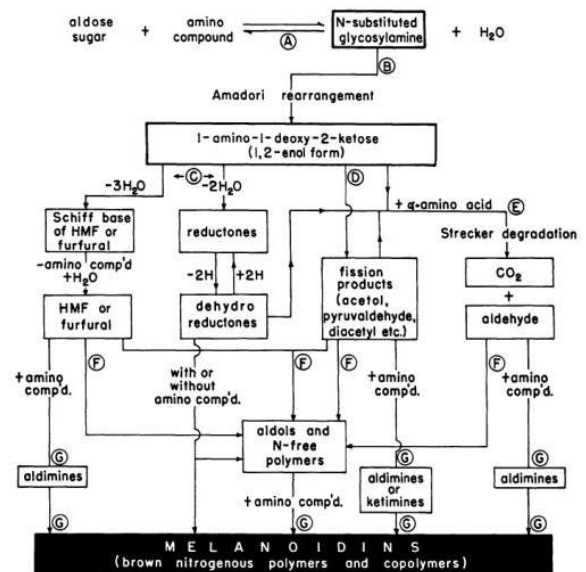


Figure 1. Amadori rearrangement in integration of known reactions leading to browning in sugar-amine systems

## ניסוי חקר - מטרות

- 1- למצוא את התנאים המתאימים (טמפרטורה, ריכוזים של מגיבים, pH, אורך גל מתאים לקריאת בליעות התוצר בעזרת ספקטרופוטומטר) על מנת לבצע את תגובת Miallard.
- 2- כתיבת דפי ניסוי על מנת לבצע את הניסוי המקדים.
- 3- ביצוע ניסויי חקר.

## מטרות - המשך


- הערות-היות וכתוצאה מהתגובה שהתרחשה, נוצרים פולימרים בעלי צבע חום כהה, הרי שהשינוי בצבע יהיה המשתנה התלוי, שבעזרתו נבדוק את שאלות החקר.
- צורת המדידה של המשתנה התלוי - בעזרת ספקטרופוטומטר באורך גל 450 nm.

## שלב א - ניסוי מקדים

- שלב א- ניסוי מקדים  
 בניסוי זה תבדוק השפעת סוג הסוכר המגיב עם תמיסת חומצה אמינית, גליצין, על עצמת תהליך ההשחמה. את עצמת ההשחמה ניתן לבדוק באמצעות ספקטרופוטומטר לאחר התגובה.
- חומרים-**  
 תמיסת בריכוז 0.2M של הסוכרים : פרוקטוז , גלקוז וסוכרוז .  
 תמיסת חומצה אמינית גליצין בריכוז 0.2M  
 תמיסת הסוכרים ותמיסת הגליצין בעלות pH= 10.5
- כלים וציוד-**  
 ספקטרופוטומטר  
 3 משורות בנפח 10 מ"ל  
 3 מבחנות עם פקקים  
 פלטת חימום חשמלית ועליה כוס כימית גדולה עם מים רותחים
- מהלך הניסוי-**  
 1- רשמו את שמות הסוכרים על המבחנות.  
 2. לכל מבחנה הוסיפו 4 מ"ל תמיסת גליצין  
 3. לכל מבחנה הוסיפו 4 מ"ל תמיסת אחד מהסוכרים ופקקו את המבחנות.  
 4. הוציאו 1 מ"ל מהתמיסה ושימו בתוך קיווטה תמיסה זו תשמש כתמיסת בלנק.  
 5. הכניסו את המבחנות לכוס כימית עם המים הרותחים העומדת על גבי פלטת החימום.  
 6. צפו והשמו תצפיות במהלך החימום.  
 7. לאחר 20 דקות יש לכבות את פלטת החימום.  
 8- יש להעביר את המבחנות לכוס עם מים ולהמתין 5 דקות.  
 9- יש לקרוא את הבליעות של התמיסות במכשיר ספקטרופוטומטר באורך גל 450 ננו מטר.
- תחלקו על זה הניסוי יש להקפיד לרשום את התצפיות לפני בזמן ואחרי חימום התמיסות. יש לרשום בעזרת טבלה את הבליעות של התמיסות. לאחר רישום התצפיות יש להסביר את התוצאות שהתקבלו**

## ניסוי חקר - חומר רקע

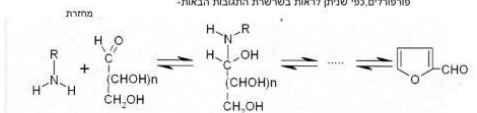
המסה עובד על ידי חוסן יודי עם מרינה צביה הינה -היכון בעת ברור, על פי המסה המוצג בסרט טקס של כימיה, חי' אורית הרשקוביץ תציה קברמן



ניסוי חקר-סוכרים חומצת אמינית ומה שביניהם.

חומר רקע- בניסוי זה נמקד בתגובת מייארד, תגובת השחמה בלתי אנזימטית בין הקבוצה הקרבובלית(אלדהיד או קטון) של סוכרים, לבין חומצת אמינית וחלבונים. רוב החומצות מכילים תן סוכרים ותן חלבונים ואף חומצות אמיניות חופשיות, ולכן הם עלולים לעבור השחמה.

תהליך מייארד מהווה סידרה מורכבת של שלבים. הפעלת הצבע השחום, תרחיש מעבר לשלבים קריטיים בתהליך, שאחריהם התהליך הופך לבלתי הפיך. השלב שה נוצרת השחמה ברורה לעין, שמקורה ביצירת פורפירינים, שניתן לראות במישורת התגובות הבאות-



פורפירול הוא חומר בעל קבוצה

אלדהידית פעילה, אשר משתפת בתהליכי דחיסה. נוצרים פולימרים בעלי מסה מולרית גבוהה והם האחראים לצבע הכהה שנוצר. המוצרים המושגמים נקראים מלנואידים. במהלך התהליך, של ההשחמה, ובעיקר בטמפרטורות גבוהות, כמו בתהליכי אפייה, וטיגון, משתחררות תרכובות נדיפות, בעיקר אלדהידים בעלי ריח אופייני חזק, ובעקבות כך, חלים שינויים גם בריח המזון ובטעמו.

גורמים המשפיעים על תהליך ההשחמה בתגובת מייארד הם: טמפרטורה, pH, סוג הסוכר, ריכוז הסוכר, תכולת המים, סוג החומצות האמיניות ועוד. דוגמה לתגובת מייארד במזון ניתן לראות בתהליך ייצור ריבת החלב. הצבע החום כהה של המוצר נובע מתגובת מייארד בין לקטוז שבחלב לבין חלבון החלב.

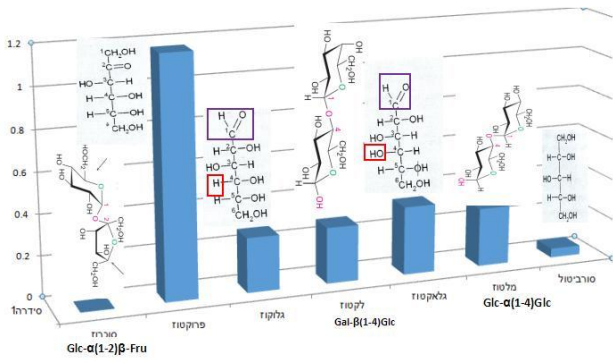
## שאלות חקר

- כיצד סוג החומצה האמינית משפיע על הבליעה?
- כיצד סוג הסוכר משפיע על הבליעה?
- כיצד שינוי ב- pH משפיע על הבליעה?
- כיצד שינוי בריכוז הפרוקטוז משפיע על הבליעה?
- כיצד שינוי בטמפרטורה משפיע על הבליעה?
- כיצד שינוי בריכוז הגליצין משפיע על הבליעה?

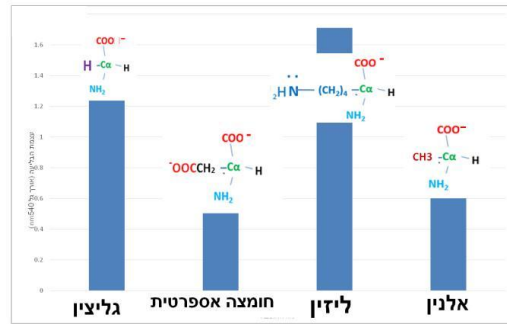
## שלב שני - מהלך החקר

- שלב שני: מהלך החקר**
1. נסחו לפחות 5 שאלות רלוונטיות ומגוונות שמתעוררות בעקבות התצפיות
  2. בחרו שאלה אחת שברצונכם לחקור.
  3. נסחו את שאלת החקר בצורה בהירה ובניידת האפשר לקשר בין שני משתנים.
  4. נסחו בצורה בהירה ועניינית **השערה** מנאמיה לשאלת החקר. נמוקו את השערתכם על סמך התצפיות שערכתם ועל בסיס ידע מדעי רלוונטי ונכון.
  4. **תכננו** ניסוי שיבדוק את השערתכם.
    - הגדירו את המשתנה התלוי ואת המשתנה הבלתי תלוי.
    - ציינו את צורת המדידה של המשתנה התלוי.
    - ציינו את הגורמים הקבועים.
    - רשמו **מהלך ניסוי** של שלבי הניסוי. התייחסו לבקרת.
    - הקפידו להציג את מהלך הניסוי באופן ברור ובסדר לוגי.
    - צרכו **רשימת מפרט** של ציוד וחומרים הדרושים לביצוע הניסוי המתוכנן.
    - קבלו את **אישור המנחה** לביצוע הניסוי שתכננתם ולרשימת הציוד החומרים.
    - הגישו את רשימת הציוד והחומרים ללברנטית.
  5. **בצעו** את הניסוי שתכננתם כפי שאושר על ידי המנחה.
    - הקפידו על רישום מסודר, מדויק וברור של התצפיות.
    - **תצטטו** את התצפיות ותוצאות הניסוי בצורה מאורגנת וטבלה או תרשים.
    - **עבדו** במידת האפשר, את התוצאות בצורה גרפית.
    - **תצטטו** את ממצאי הניסויים והמסקנות.
    - **פרסו** **תוצאות** את התוצאות תוך התבססות על ידע מדעי רלוונטי.
  6. **תסקינו** מסקנות.
    - **תציטטו** את מסקנותיכם על סמך כל התוצאות של הניסוי.
    - **תתייחסו** למידת התמיכה של המסקנות בהשערה.
  7. **בדיון** המסכם תקבוצתי:
    - **תתייחסו** בביקורתיות לתוצאות ונגזרות, דיוק ומיד.
    - **תתייחסו** בביקורתיות לנוסף המסקנות.
    - **במידת** האפשר הצביעו על השינויים הרצויים בתהליך החקר בניסוח ההשערה, בתכנון הניסוי
    - **רשמו** שאלות נוספות שתעוררו בעקבות הניסוי כולו.
  8. **הגישו** דוח מאורגן, אסתטי וקריא.
- עבודה נעימה!

**כיצד השינוי בסוג הסוכר משפיע על הבליעה**



**כיצד השינוי בסוג החומצה משפיע על הבליעה?**



## על מה אתם חושבים כשאתם חושבים על הומיאוסטיזיס?

### המושג "הומיאוסטיזיס"

הגוף פועל כיחידת מבנה אחת ומקיים סביבה פנימית יציבה - **הומיאוסטיזיס**. מדובר באוסף של תהליכים שבעזרתם מבקר ושומר התא או האורגניזם על תנאים יציבים בתוכו (בטווח מסוים), גם כשהוא נחשף לתנאים משתנים. קיומו של ההומיאוסטיזיס מושג בעזרת מנגנוני בקרה ומשוב, המביאים לפעולה משולבת ומתואמת של מערכות שונות.

על מנת להמחיש את המושג, הובא במצגת מקרה רפואי של כלב, שסבל מסוכרת, שהתדרדרה למצב של קטואצידוזיס.

### הסבר קצר על ההבדלים במחלת הסוכרת בין כלבים וחתולים:

סוכרת היא מחלה אנדוקרינית נפוצה יחסית בכלבים ובחתולים, ומאופיינת בעיקר ברמות גבוהות של סוכר בדם.

ההורמון האחראי על ויסות רמות הסוכר בדם נקרא אינסולין. אינסולין מיוצר ומופרש לדם על ידי בלוטת הבלבל (פנקריאס). בעיות כלשהן בייצור ובהפרשת אינסולין, וכן בעיות בפעילות האינסולין ברמת התאים בגוף יגרמו לעלייה ברמת הסוכר בדם, ולפיכך יובילו לסוכרת.

נהוג להבדיל בין שני סוגי סוכרת: האחת, סוכרת תלויה אינסולין (סוג 1). זוהי סוכרת המאופיינת ברמות אינסולין נמוכות, ונוצרת בעקבות בעיות בייצור או בהפרשת אינסולין על ידי הבלבל. השנייה היא סוכרת שאינה תלויה אינסולין (סוג 2), כלומר, אין להופעתה קשר לרמות האינסולין בדם. בסוג זה של סוכרת, הבעיה היא בפעילות האינסולין ברמת התאים, עקב ירידה ברגישות לאינסולין של הקולטנים שעל גבי התאים. מצב זה נפוץ בעיקר בכלבים ובחתולים שמנים.

סוכרת מן הסוג הראשון נפוצה יותר אצל כלבים, ואילו סוכרת מן הסוג השני נדירה יחסית אצל כלבים, ושכיחה יותר אצל חתולים, בעיקר אצל חתולים שמנים.

### מהו קטו-אצידוזיס וכיצד הוא נוצר?

מאחר ואנרגיה בצורת סוכר אינה מוחדרת לתאי הגוף כהלכה, הגוף מפרק מאגרי שומן במטרה להשלים את האנרגיה החסרה. תוצרי פירוק השומן הן חומצות הקטו. מעצם היות חומצות הקטו חומצות, הן גורמות להחמצת הדם ולמצב המכונה חמצת (אצידוזיס). חמצת דם הינה מצב המשפיע על כל מערכות הגוף ועשוי להביא למצב של אובדן הכרה ולקומה.

## הסבר קצר על מדד ה-pH:

ה-pH הינו מידת החומציות או הבסיסיות של תמיסה - היחס בין יונים טעונים חיובית (מייצרי חומצה) ויונים טעונים שלילית (מייצרי בסיס). ה-pH של תמיסה הינו המידה של ריכוזיות יוני ההידרוניום.

בהקשר של הדם - ככל שה-pH גבוה יותר התמיסה בסיסית יותר ועשירה יותר בחמצן. ככל שה-pH נמוך יותר- התמיסה חסרת חמצן יותר וחומצית יותר.

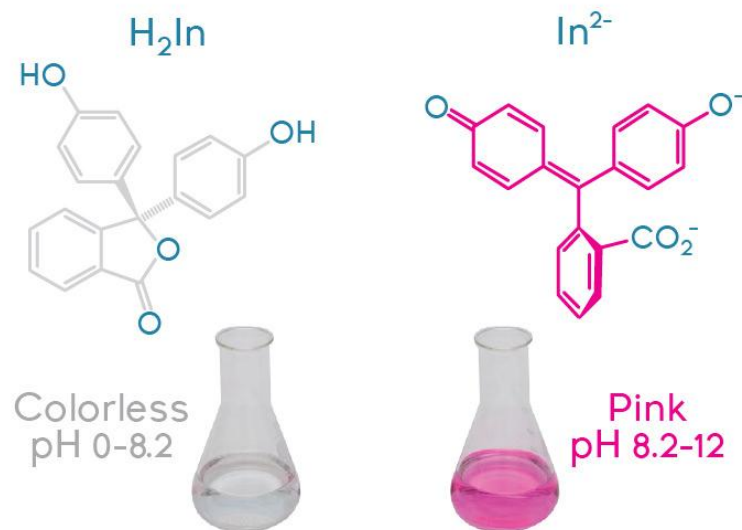
מים הם המרכיב השכיח ביותר בגוף האדם, המהווים כ- 70% מהגוף. הם ניטרליים. הדם בגוף האדם צריך להיות מעט בסיסי (7.35 - 7.45). מעל או מתחת לתחום זה - זהו מצב של מחלה. אם pH הדם מתחת ל- 6.8 או מעל 7.8, התאים מפסיקים לתפקד ונגרם מוות. לתמיסה של כל חלבון יש טווח pH מיטבי לפעולתו. כאשר pH התמיסה משתנה, המבנה המרחבי של החלבון עלול להשתנות ופעולתו עלולה להשתבש.

החלבונים חיוניים לחיינו (ראו דוגמאות במצגת - קרום התא הבררני הכולל משאבות, תעלות, קולטנים וכו', דוגמא נוספת - אנזימים).

## שני ניסויים לסיום של המחשת נושא ה-pH:

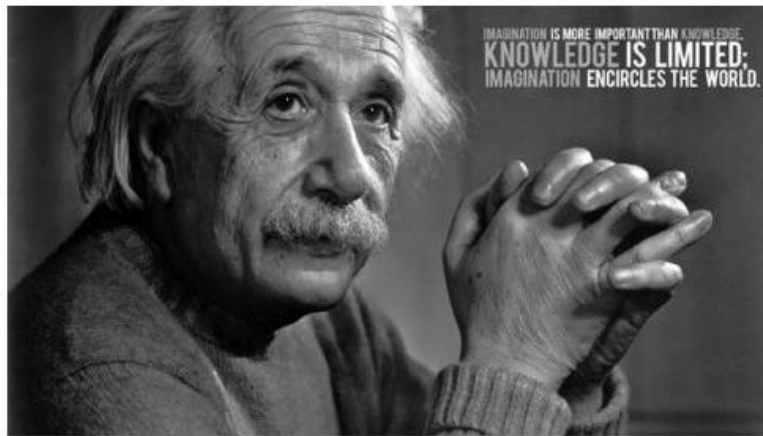
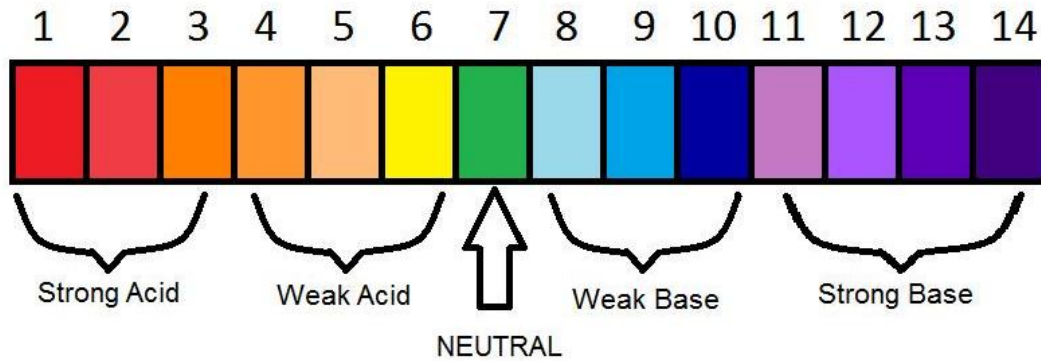
1. האם פחמן דו-חמצני באמת חומצי?

לתמיסת  $\text{NaOH}_{(aq)}$  הוסיפו אינדיקטור פנולפ்தלאלין. התמיסה נצבעה מיד בוורוד כמצופה. לאחר נשיפה ממושכת עם קשית לתוך התמיסה - התמיסה מאבדת שוב את צבעה. הסיבה לכך - פחמן דו-חמצני מהנשיפה גרם לתמיסה להיות יותר חומצית בהדרגה והתמיסה נצבעת בוורוד. בתגובות עם חומצות או עם חומר נייטרלי - הנוזל שקוף.



2. ניסוי עם כרוב אדום משנה צבעים - לתוך מים ותמיסות מימיות שונות, הוספו מי כרוב אדום, ליצירה של תמיסות בצבעים שונים, על פי דרגת החומציות של התמיסה. ניתן ליצור סולם של רמות חומציות שונות עם חומרים שנותנים pH משתנה.

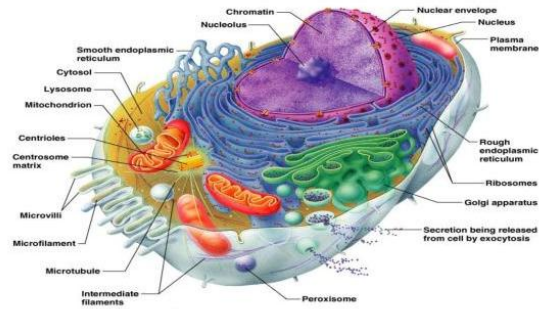
## The pH scale



**על מה אתם חושבים כשאתם  
חושבים על הומיאוסטזיס?**

## הומיאוסטזיס

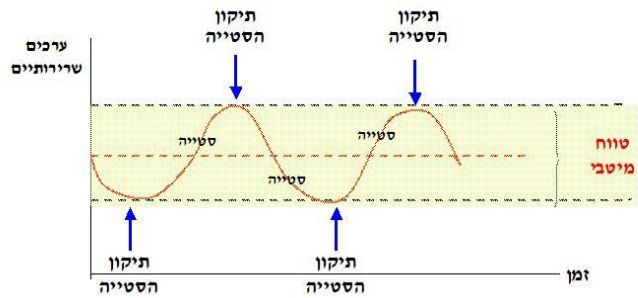
### Structure of a Generalized Cell



## מהי סביבה פנימית?



## הומיאוסטזיס - שמירה על סביבה פנימית יציבה: תנודות סביב ערך מיטבי



## מה מאפיין את ההומיאוסטזיס?

- תנודות ערכי המדדים בטווח מוגדר.
- השמירה על יציבות המדדים סביב הערך המיטבי תוך הפעלת מנגנונים והשקעת אנרגיה.
- כאשר השינויים גדולים מידי הגוף לא יצליח לאזן אותם.

## המקרה של שנאוצי

- שנאוצי הוא כלב מגזע שנאוצר, בן שש שנים, שחי בשמחה עם משפחתו בתל אביב.
- הבעלים של שנאוצי החלו להיות מודאגים כאשר ראו כי שנאוצי יורד במשקל, למרות שתאבונו תקין, משתין ושותה ללא הרף, גם בבית (כאשר מדובר בכלב מחונך) ושמו לב כי יש כתמים לבנים מוזרים בתוך עיניו.
- הבעלים המודאגים הביאו את שנאוצי לבדיקה במרפאה הווטרינרית.



## המקרה של שנאוצי

- במרפאה שנאוצי אובחן כחולה סוכרת, על ידי בדיקות דם ושתן.

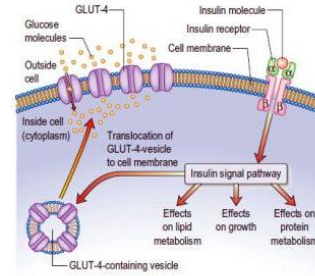


- הבעלים הונחו לתת לו זריקות אינסולין תת עוריות ומזון מיוחד העשיר בסיבים.



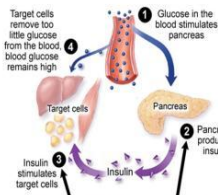
## המקרה של שנואצי

- הורמון האינסולין הוא ההורמון האחראי על החדרת סוכר מן הדם אל תוך תאי הגוף השונים במטרה לספק להם אנרגיה. כאשר קיים חוסר בהורמון האינסולין או כאשר מתרחשת עלייה בהורמונים אחרים המדכאים את פעילותו ("הורמונים דיאבטוגניים"), הסוכר הנספג ממערכת העיכול והנוצר בכבד אינו מוחדר לתאים, וכך נוצרת רמת סוכר גבוהה בדם (היפרגליקמיה).



## סוכרת בחתולים ובכלבים שונה במקצת

Diabetes and Insulin Production and Function



**Type 1 Diabetes:** the pancreas does not produce enough insulin  
**Type 2 Diabetes:** insulin does not stimulate cells to take up glucose



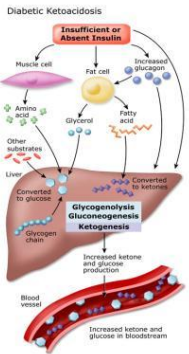
- אצל כלבים מחלת הסוכרת נגרמת במרבית המקרים כתוצאה מפגיעה בבלבב ומהפסקה מוחלטת של ייצור האינסולין בגוף (סכרת מסוג 1 בדומה לסוכרת נעורים אצל בני אדם).
- אצל חתולים מרבית מקרי הסוכרת הם תוצאה של השמנה ושל צריכת פחמימות מוגזמת, אשו גורמת "להתעייפות" של הבלבב ולירידה בכמות וביעילות האינסולין - למרות שעדיין יש מעט אינסולין בגוף (בדומה לסוכרת מסוג 2 אצל בני אדם שמתלווה להשמנה, לצריכת פחמימות מוגזמת ולמחסור בפעילות גופנית).
- בגלל השוני בסיבת המחלה גם הטיפול שונה מעט בין כלבים לחתולים.

## המקרה של שנואצי



- מצבו של שנואצי החל להשתפר בהדרגה והוא חזר לעצמו.
- לאחר כחודשיים, כהרגלם - יצאו הבעלים לטיול עם שנואצי בערב. מייד לאחר הטיול שנואצי החל להקיא ולאחר מכן נראה מעורפל עד שאיבד את הכרתו.
- הבעלים המודאגים הביאו את שנואצי במהירות למחלקת החירום בבית החולים הווטרינרי ושם קיבלתי אותו אני כסטודנטית, יחד עם רופא חירום.
- בעת התחקור בקבלה נזכרו הבעלים כי ביומיים הקודמים להתעלפותו, שנואצי לא אכל כמעט והיה נראה מעט מדוכא. הם ייחסו את זה לשרב ששרר בחוף ולכן לא דאגו.

## המקרה של שנואצי

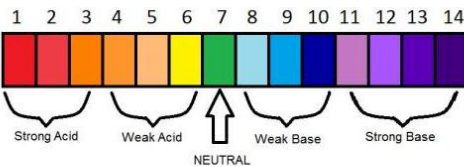


- סוכרת קטו-אצידוטית (DKA) הינה סיבוך אקוטי ומסכן חיים של מחלת הסוכרת.
- אבחון מהיר וטיפול מהיר באשפוז הינם מצילי חיים.

### מהו קטו-אצידוזיס וכיצד הוא נוצר?

מאחר ואנרגיה בצורת סוכר אינה מוחדרת לתאי הגוף כהלכה, הגוף מפרק מאגרי שומן במטרה להשלים את האנרגיה החסרה. תוצרי פירוק השומן הן חומצות הקטו. מעצם היותן חומצות, הן גורמות להחמצת הדם ולמצב המכונה חמצת (אצידוזיס). חמצת דם הינה מצב המשפיע על כל מערכות הגוף ועשוי להביא עד למצב של אבדן הכרה ולקומה.

## The pH scale

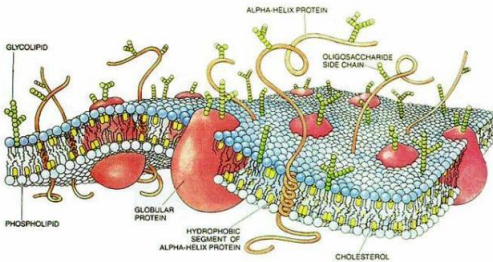


Acid			Neutral				Alkali							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Battery Acid	Carbolic Acid	Hydrochloric Acid	Soda	Acid Rain	Black Coffee	Urine/Saliva	*Pure Water	Sea Water	Baking Soda	Milk of Magnesium	Ammonia	Soapy Water	Bleach	Drain/Cleaner

## מהו ה-pH של הגוף?

- רמת ה-pH הנה בין 0 ל-14, כאשר 7 מצביע על רמת pH ניטרלית.
- כל תמיסה שה-pH שלה מעל 7 הנה בסיסית ומתחת ל-7 חומצית.
- ה-pH הינו מידה לחומציות או לבסיסיות של תמיסה היחס בין יונים טעונים חיובית (מייצרי חומצה) ויונים טעונים שלילית (מייצרי בסיס). ה-pH של תמיסה הנו מידה של ריכוזיות יוני הידרוניום.
- בהקשר של הדם - ככל שה-pH גבוה יותר התמיסה בסיסית יותר ועשירה יותר בחמצן. ככל שה-pH נמוך יותר - התמיסה חסרת חמצן יותר וחומצית יותר.
- המים הם המרכיב השכיח ביותר בגוף האדם, ומהווים כ-70% מהגוף. הם נייטרליים.
- הדם בגוף האדם צריך להיות מעט בסיסי (7.35 - 7.45). מעל או מתחת לתחום זה - זהו מצב של מחלה. אם ה-pH הדם מתחת ל-6.8 או מעל 7.8, התאים מפסיקים לתפקד ונגרם מוות.

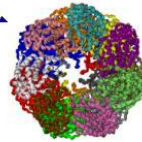
**החלבונים ופעילותם חיוניים לחיינו!  
לדוגמא - מבנה קרום התא**



**לכל חלבון יש טווח pH מיטבי לפעולתו.**

כאשר ה-pH משתנה המבנה המרחבי של החלבון עלול להשתנות ופעולתו עלולה להשתבש.

אתר פעיל



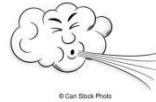
לא מתאים pH

שינוי המבנה המרחבי של החלבון  
אין אתר פעיל

חלבון מקופל במבנה אופייני

$In(OH)^{3-}$	$In^{2-}$	$H_2In$	$H_3In^+$	נוסחת החלקיק
				מבנה של חלקיק האינדיקטור
>12	8.2-12	0-8.2	<0	pH
בסיסית ביותר	בסיסית	חומצית עד נייטרלית	חומצית ביותר	סוג התמיסה
חסר צבע	ורוד-סגול	חסר צבע	כתום	צבע
				תמונה

בגבר, שימש הפנולפתאלין כחומר משלשל!



**האם CO<sub>2</sub> אכן חומצי?**

- האינדיקטור פנולפתאלין: חסר צבע בתמיסה חומצית, ורוד-סגול בתמיסה בסיסית.



**קסם כרוב אדום משנה צבעים (אינדיקטור)**



- בתוך עלי הכרוב יש קבוצה של חומרים שנקראים אנתוציאנינים - פיגמנטים אדומים-סגולים, שמגנים על הצמח מפני קרינת השמש על ידי סינון קרינת UV (כמו שעושה קרם ההגנה שאנחנו מורחים על עורנו בחוף הים).
- נמצאים בכרוב אדום, חציל, בצל סגול, תות-שדה, פירות יער, ענבים אדומים, רימונים ועוד. האנתוציאנינים הם נוגדי חמצון חזקים, התורמים להאטת תהליכי הזדקנות, כגון הזדקנות המוח.

**קסם כרוב אדום משנה צבעים (אינדיקטור)**



- מי כרוב אדום
- 5 מבחנות בכך
- 5 כפיות
- מים
- חומר לניקוי אסלות (יש להשתמש בחומר חסר צבע)
- חומץ
- מלח בישול
- סודה לשתייה
- אבקת כביסה
- כל חומר אחר(מומס במים) שתרוצו לבדוק

### קסם כרוב משנה צבעים (אינדיקטור)



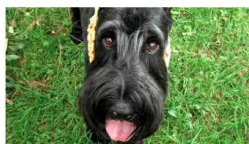
במקרה  
הכינותי  
... מראש



### קסם כרוב אדום משנה צבעים (אינדיקטור)

- מתברר שהחומרים הללו, נוסף על ההגנה מפני השמש, יכולים לשמש כאינדיקטורים, כלומר חומרים שמשנים את צבעם כשמערבבים אותם עם חומרים אחרים, שהם חומצות או בסיסים.
- לכל חומר יש דרגת חומציות או בסיסיות אופיינית לו כשממסים אותו במים. האנתוציאנין מגיב באופן שונה לחומצות ולבסיסים, כשלכל תוצר של תגובה יש צבע אופייני שונה. כך פועלים למעשה כל האינדיקטורים.
- כל שינוי של 2-3 מספרים ברמת ה- pH של החומרים האלה משנה גם את המבנה הכימי של חלקיקי האנתוציאנינים. כתוצאה מכך גם הצבע שלהם משתנה, ולכן תמיסה של כרוב מאפשרת לנו לדעת לא רק אם החומר הוא בסיס או חומצה, אלא גם את רמת החומציות או הבסיסיות שלו.

### קסם כרוב אדום משנה צבעים (אינדיקטור)



## נשים במדע הכימיה

**מארי קירי** (על פי הספר "גאונות אובססיבית" מאת ברברה גולדסמית' בהוצאת אריה ניר) מארי קירי חקוקה בלב רבים כדמות מיתולוגית-רומנטית, מעין ז'אן ד'ארק מדעית ולוחמת "פמיניסטית" אמיצה, שנים רבות לפני שהמושג "פמיניזם" עלה לכותרות. קורות חייה שימשו נושא לעלילתם המרתקת של סרטים וספרים. אנשים סגדו לה, ונשים ראו בה את התגשמות כל חלומותיהן. ואולם, מאחורי התדמית והילת הזוהר הייתה דמות אמיתית: אישה, אם, רעיה ומדענית דגולה.

מארי קירי הייתה האישה הראשונה שקיבלה בסורבון תואר ראשון בפיזיקה. היא הייתה האישה הראשונה שנבחרה לאקדמיה הצרפתית לרפואה. היא הייתה האישה הראשונה שזכתה בפרס נובל, ולא פעם אחת, אלא פעמיים: בפיזיקה, על חלקה בגילוי הרדיואקטיביות, ובכימיה, על בידוד היסודות רדיום ופולוניום.

יחד עם זאת, מארי קירי הייתה אישה רגישה מאוד ולעתים קרובות מיוסרת. היא הייתה נשואה באושר לפייר, ולאחר שנפטר הייתה לה פרשיית אהבה שעוררה סערה גדולה, והיא גידלה את שתי בנותיה כמעט לבדה לחיים של שאפתנות ועצמאות. "אדם אינו צריך לפחוד משום דבר, הוא צריך רק להבין" אמרה מארי קירי.

אין ספק שחייה של מארי קירי היו מעוררי השראה. בעולם המדע היא נחשבה לחיה נדירה לא פחות מהחד-קרן. כבת למשפחה פולנית חסרת אמצעים, היא נאלצה לעבוד שמונה שנים עד שחסכה די כסף למימון לימודיה בסורבון. היה עליה להתגבר על קשיים שקשה לתארם. ב-1893 הייתה מארי קירי האישה הראשונה מאז ומעולם שקיבלה בסורבון תואר ראשון בפיזיקה. בשנה שלאחר מכן היא סיימה את לימודיה לתואר שני, הפעם במתמטיקה.

היא הייתה האישה הראשונה שהתמנתה למשרת מרצה בסורבון, והאישה הראשונה שזכתה לא בפרס נובל אחד, כי אם בשניים: את הראשון, בפיזיקה, קיבלה יחד עם בעלה פייר ועם אנרי בקרל, על גילוי הרדיואקטיביות; את השני, שמונה שנים מאוחר יותר, בכימיה, קיבלה על בידוד היסודות רדיום ופולוניום. היא הייתה אז האישה הראשונה שנבחרה לאקדמיה הצרפתית לרפואה בכל 224 שנות קיומה. בנוסף לקריירה המזהירה שלה גידלה מארי קירי את שתי בנותיה, רוב הזמן כאם חד-הורית, ודאגה שיהיו משכילות, חזקות בגופן ועצמאיות.

אלו הן העובדות הנוגעות לחייה של מאדאם קירי. אבל סביב חיים אלה נטוו לא מעט מיתוסים רומנטיים, שרובם נועדו לענות על אמונותיהם ונטייתיהם של אנשים רבים - עיתונאים, מדענים, אנשי רפואה, פמיניסטיות, אנשי עסקים, תעשיינים, ואפילו מאדאם קירי עצמה. היא זכורה כמין ז'אן דארק מדעית. רחובות בפריז קרויים על שמם של מאדאם קירי ושל בעלה, פייר; השטר של 500 פרנק, שהיום כבר יצא מהמחזור, היה מעוטר בתמונת דיוקנה, בצד תמונת מעבדתה שהייתה מכונה "צריף עלוב" ותמונות מאירועים בחייה. פניה התנוססו על בולים ועל מטבעות.

האמבולנסים במלחמת העולם הראשונה, שהותאמו לנשיאת ציוד רנטגן, היו ידועים בשם "לֶה פטיט קירי" - הקירי הקטנות. סרטי קולנוע עלילתיים ודוקומנטריים למחצה תרמו אף הם לאגדה ששמה קירי. בילדותי נשביתי בקסמיו של סרט הקולנוע משנת 1943 על מאדאם קירי, בהשתתפותם של גריר גרסון בתפקיד מארי וולטר פידג'יון בתפקיד פייר בעלה. עד היום זכורה לי מארי כוכבת

הקולנוע, שפניה בוהקות מזיעה בעת שהיא בוחשת ביורה רותחת של עפרות. לעולם לא אשכח את התמונה ההיא, כשמארי ופייר נכנסים באישון לילה למעבדה החשוכה ורואים את הכתם הזוהר שהקריש בצלוחית הניסוי. "הו, פייר! הייתכן? האומנם זה הדבר?" קוראת מארי בהתרגשות כשדמעות מתגלגלות על לחייה. ואכן, זה היה הדבר - רדיום!

פוסטר שהוכן בהנחייתי על ידי תלמידות כיתה י' תשע"ו לקראת יום האישה:

## מארי קירי

נולדה בורשה,  
פולין, ב-7  
בנובמבר 1867

מארי קירי פגשה מדען צרפתי בשם פייר קירי, באביב שנת 1894. פייר היה ראש מעבדה ומנחה בבית הספר לפיזיקה וכימיה תעשייתית בפריס שם הייתה האישה הראשונה שלמדה. למרות סירובה הראשוני, השניים נישאו בשנת 1895.

האישה שזכתה בשני פרסי נובל - בפיזיקה בשנת 1903 וכימיה בשנת 1911

היא גילתה כי עוצמת הקרינה פרופורציונלית לכמות האורניום או התוריום בתרכובת - ולא חשוב איזו תרכובת זו.

חקרה את הקרינה הטבעת מרכיבים שכיום אנו מזהים כיסודות רדיואקטיביים לרבות אורניום, רדיום ותוריום, יסוד שקירי גילתה מאוחר יותר כי גם הוא רדיואקטיבי.

היא גילתה כי היכולת לפלוט קרינה איננה תלויה בסידור האטומים במולקולה. לכן הסיקה כי הדבר חייב להיות תכונה פנימית של האטום עצמו, תגלית מהפכנית לשעתה.

אליזבת סיניק י"א  
אפריל 1968 י"א



## רוזלינד פרנקלין (על פי עבודה שנעשתה במסגרת השתלמות TEMI)

מאדאם קירי המיתולוגית נשארה, אולי, המדענית המפורסמת ביותר בעולם. הרדיום נחשב עד היום לתגלית המרעישה שלה ומיוחסת לו חשיבות רבה בריפויים של חולי סרטן באמצעות הקרנות. אבל האם זה נכון גם במציאות, האם זו אכן תרומתה העיקרית למדע? אין ספק שבמרוצת מאה השנים האחרונות קיבלו חייה של מאדאם קירי תדמית של שלמות עילאית. אבל מאחורי התדמית הזאת קיימת אישה אמיתית.

הגברת האפלה של הדני"א, **רוזלינד פרנקלין**, יהודיה שנולדה בלונדון, בת למשפחה מהמעמד החברתי כלכלי גבוה. מגיל צעיר הייתה ילדה דעתנית, שידעה לעמוד על שלה ולא לוותר. בשנת 1938 התקבלה לאוניברסיטת קיימברידג' ובחרה ללמוד כימיה, פיסיקה ומתמטיקה עיונית ושימושית. לאורך כל לימודיה סבלה פרנקלין מהשמרנות הבריטית וההיצמדות לכללים הנוקשים שנראו לה חסרי הגיון. על אף הקושי, השלימה את לימודיה לתואר הדוקטור על מחקר בתחום הפחם ואף בהצטיינות. את הקושי להתמודד עם הכללים הנוקשים הפיגה בטיפוס הרים שהיה אחד מתחביביה הבולטים. בתקופת מלחמת העולם השנייה התנדבה פרנקלין לתפקיד פקחית הפצצות שדרש בין היתר להסתובב בזמן ההאפלה ברחובות לונדון החשוכים והמאיימים, תוך סיכון חייה. במהלך פעולותיה למען ניצחון בעלות הברית, היא הכירה מדענית צרפתית, יהודיה - אדריאן וויל, ששכנעה אותה לקבל משרת מחקר במעבדה בפריז בניהולו של ג'ק מרינג. במהלך שנות המחקר בפריז היא החלה ליצור לעצמה שם בינלאומי אך הגעגועים למולדתה ולמשפחתה הכניעו אותה. בינואר 1951 רוזלינד פרנקלין מגיעה למעבדת קינגס קולג' בלונדון שנוהלה על ידי ג'ון רנדל. רנדל קיבל אותה למעבדתו כשבכוונתו לנצל את הידע הרב שלה בקריסטלוגרפיה לצורך פענוח מבני חלבונים וחומצות גרעין. במהלך אותה תקופה, מדענים רבים מרחבי העולם היו עסוקים בהתלהבות רבה בחקר מבנה הדני"א. גם ג'ון רנדל ורוזלינד פרנקלין היו כמהים להגיע לפענוח המבנה. במהלך אחת מהרצאותיה של רוזלינד פרנקלין בקינגס קולג' הבחינו לפתע רנדל ופרנקלין בנוכחותו של ווטסון, צעיר מגושם שבלט בחספוסו האמריקאי על רקע האיפוק הבריטי. גם רוזלינד לא אהבה את מראהו של ווטסון.

ב־30 בינואר, בעודה רוכנת על תצלום מספר 51 החושף מבנה קריסטלוגרפי של הדני"א, נפתחה לפתע הדלת של משרדה והוא נכנס פנימה.

וכך הוא מספר: "כיוון שהדלת לא הייתה סגורה לגמרי, פתחתי אותה, הצצתי פנימה וראיתי את רוזי כפופה מעל שולחן אור, עסוקה במדידה של תצלום קרני X שהיה מונח עליו. כניסתי הפתאומית גרמה לה לקפוץ בבהלה, אבל מייד שבה ונרגעה, ועיניה, שהישירו מבט אל פרצופי, אמרו לי כי מן הראוי שאורחים בלתי קרואים יטרחו לדפוק בדלת".

הכל התחיל ונגמר בביקור הקצר והמפתיע הזה בחדרה ובהצצה חפוזה אל ניירותיה ובצילומים של עשרות שעות ועבודה מאומצת. ווטסון חזר לחברו למחקר, קריק, והשניים הבינו מיד שמישהי גילתה משהו חשוב מאוד והם רצו הלאה עם המידע הזה הישר אל הנובל.

סיפור החיים מלא-החיים של רוזלינד פרנקלין מגיע לקיצו מוקדם מאוד, ובפתאומיות: בגיל 37 היא מתה אחרי מאבק חסר סיכוי במחלת הסרטן. מטפסת ההרים המושבעת הזאת, שרק חיכתה לעוד חופשה כדי לכבוש רכס נוסף, נופלת שדודה במרחק "שתי פסיעות" בלבד משתי פסגות נפלאות: גילוי מבנה הדני"א - והתאהבות של ממש בגבר, דבר שלא ידעה כל חייה.

**פוסטר שהוכן בהנחייתי על ידי תלמידות כיתה י' תשע"ו לקראת יום האישה:**

**רוזלינד פרנקלין**

עסקה כמשק חייה כמחקרים על מבנה הפחם המבנה המרחבי של ה-DNA והמבנה של וירוס הפוליו

רוזלינד פרנקלין נולדה ב-25 ביולי 1920 באוקספורד

רוזלינד פרנקלין הייתה מאענת יהודייה אנליזיה שהוכשרה ככימאית פיזיקאית

רוזלינד פרנקלין סבלה מסרטן בשחלות. לאחר שני ניתוחים וסברות ארוכות של טיפולים היא חזרה לעבודתה. בתקופה זו החלה לחקור את המבנה של הוירוס הארס אשיתוק ארסי

דבסול ב-16 באפריל 1958 נפתרה ממחלתה.

רוזלינד פרנקלין זכתה את מופא המבנה המרחבי של ה-DNA רעיון המופא שהציעה שגם על ידי פרנסיס קריק ואליס ווטסון והם קיבלו פרס נובל על ידי זה ובשני האחרונות הכינה הקהילה המאעית שלה היה זכייה של רוזלינד

אם על ה-DNA

כר מדיחי 4 דיאל סגור 4

**עדה יונת (מתוך אתר "הידען")**

**פרופ' עדה יונת ממכון ויצמן זכתה בפרס נובל בכימיה לשנת 2009.**

וועדת פרס נובל הכירה בחשיבות עבודתה המדעית של פרופ' יונת, והעניקה לה את הפרס החשוב הזה. מחקרה של פרופ' יונת הונע מתוך סקרנות ושאיפה להבין טוב יותר את העולם ואת מקומנו בתוכו. מחקר זה כוון כלפי מטרה גבוהה: הבנה של אחת ה"מכונות" המורכבות ביותר במערכות ביולוגיות. בסוף שנות השבעים, החליטה פרופ' יונת, שהייתה אז מדענית צעירה במכון ויצמן למדע, לקרוא תיגר על אחת משאלות המפתח באשר לדרכי הפעולה של תאים חיים: לפענח את המבנה ועקרונות הפעולה של הריבוזום, בית-החרושת לחלבונים של התא. זו הייתה תחילתו של מסע ארוך שנמשך עשרות שנים, וחייב מקוריות, תעוזה ודבקות במטרה. מדובר במסע מחקר שהחל במעבדה צנועה בעלת תקציב צנוע, ועם השנים התרחב והקיף עשרות חוקרים בהנהגתה של פרופ' יונת.

מחקר בסיסי זה, שהחל מניסיון להבין את אחד מעקרונותיו של הטבע, הוביל, לימים, להבנת הדרך שבה פועלות מספר תרופות אנטיביוטיות, דבר שעשוי לסייע בפיתוח תרופות אנטיביוטיות מתקדמות ויעילות יותר. תגלית זו עשויה לסייע במאבק בחיידקים שפיתחו עמידות לאנטיביוטיקה, בעיה המוגדרת כאחד האתגרים הרפואיים המרכזיים של המאה ה-21.

פרופ' יונת היא דוגמה לדרך שבה חזון מדעי, אומץ בבחירת שאלה מדעית גדולה, ודבקות במטרה - עשויים להביא להצלחה ולהרחבת הידע האנושי, לטובת כל בני-האדם באשר הם.

## הסבר על עבודתה של פרופ' יונת

הפרס ניתן לפרופ' יונת על פענוח המבנה והבנת עקרונות הפעולה של הריבוזום, בית-החרושת לחלבונים של התא - ההישג, שהתאפשר הודות לפיתוח שיטת מחקר מקורית, עשוי לסייע בין היתר בשיפור יעילותן של תרופות אנטיביוטיות וייתכן שגם בבלימת תהליכי הייצור הבלתי מבוקרים של חלבונים הגורמים מחלות שונות, לרבות סרטן.

מדענים רבים במקומות שונים בעולם מנסים זה כמה עשורי שנים לפענח ולהבין את מבנהו של הריבוזום ואת דרך פעילותו. ההישג הנוכחי של מדעני מכון ויצמן, שהושג בשיתוף עם מדעני מכון מקס פלנק בגרמניה, מקדם את מסע המחקר הארוך הזה אל השגת מטרתו. כדי לגלות את המבנה המרחבי של מולקולות אורגניות ומבנים מיקרוסקופיים אחרים, יוצרים מהן המדענים גבישים. את הגבישים האלה הם מקרינים בקרני X (קרני רנטגן). מדידת הקרינה המתפזרת מהגביש, עשויה ללמד על המבנה המרחבי של המולקולות המרכיבות אותו. טכנולוגיה זו קרויה קריסטלוגרפיה בקרני X. הריבוזום הוא מבנה מורכב מאוד, לא יציב וחסר סימטריה פנימית, תכונות שמקשות מאוד על יצירת גבישים ממנו, או מיחידות המשנה שלו. פרופ' יונת הצליחה לגדל גבישי ריבוזומים המפזרים קרינה לרזולוציה של שלושה אנגסטרומ, כשהחוקרים לא הצליחו לקבל מידע על מרכיבי הריבוזום ברזולוציה שעולה על חמישה אנגסטרומ.

פרופ' עדה יונת מהמחלקה לביולוגיה מבנית במכון ויצמן למדע ומהיחידה לחקר הריבוזום שבמכון מקס פלנק בגרמניה, פרצה את המחסום הזה, הודות לטכניקות חדשות של קריסטלוגרפיה, פרי פיתוחה. כך עלה בידיה לקבל "מפת צפיפות אלקטרונים" של יחידת המשנה הקטנה של הריבוזום. יחידה זו היא האחראית ל"תרגום" הצופן הגנטי שנישא במולקולות ה-RNA שליו, למידע שלפיו הריבוזום מייצר חלבונים. פרופ' יונת: "כדי לפענח מבנים מרחביים של חומרים ביולוגיים, יש ליצור ולחקור גבישים המורכבים מנגזרות של החומרים האלה, וכן גם גבישים שמורכבים מהחומרים הטבעיים (השלמים). אבל, בניסיונות לפענח את סוד מבנהו ודרכי פעולתו של הריבוזום התברר שגבישים העשויים מנגזרות של הריבוזום הם בעלי כושר פיזור נמוך מזה של הריבוזום עצמו, דבר שהקשה על מיפויי ופענוח מבנה הריבוזום. מכשול נוסף שהקשה על חציית מחסום חמשת האנגסטרומים נובע מהעובדה שכדי לקבל רזולוציה טובה יותר, יש להקרין את הגביש בקרינת X בעוצמה מוגברת, דבר שהורס את הגביש. מיפוי קריסטלוגרפי מוצלח תלוי הן ביכולת ליצור איזון עדין בין עוצמת הקרינה לכמות המידע המתקבל על מבנה הגבישים, והן ביכולת ליצור נגזרות משופרות. לצורך זה שילבנו באתרים נבחרים של הריבוזום, סמנים שהם, למעשה, אטומים כבדים, הבולטים במפת צפיפות האלקטרונים מכיוון שהם מכילים אלקטרונים רבים. הסמנים האלה אפשרו לנו לשפר במידה ניכרת את איכות המיפוי של יחידות משנה של הריבוזום".

בהמשך הצליחו פרופ' יונת וחברי קבוצת המחקר שהיא עומדת בראשה, "לצלם" את יחידת המשנה S30 בעת פעילות, בשלב שבו נוצר המגע הראשון בין מולקולת ה-RNA שליו לבין הריבוזום. מגע זה מאותת על האפשרות להתחלת תהליך ייצורו של חלבון על פי המידע הגנטי. כדי לעשות זאת היה על יונת ועמיתיה להפעיל את הריבוזום בתוך הגביש, על אף מגבלת התנועה המאפיינת את המצב הגבישי. לאחר מכן החדירו לגביש את מולקולת ה-RNA שליו, שתוכננה כך שתיצמד בחוזקה אל הריבוזום. שיטת ההפעלה (אקטיבציה) של ריבוזומים פותחה בעבר במכון ויצמן למדע, בידי הפרופסורים עדה זמיר, רות מיסקין ודוד אלסון. במחקרים קודמים הצליחה פרופ' יונת ליצור את גבישי הריבוזומים הראשונים בעולם, והיא גם הראשונה שזיהתה עדות ממשית לקיומה של "מנהרה" בתוך הריבוזום הפעיל, המשמשת להגנת חלבונים

שזה עתה נוצרו, עד שהם מתעצבים במבנה המאפשר להם "להגן על עצמם". פרופ' יונת פיתחה כמה טכניקות הנפוצות כיום בתחום הביולוגיה המבנית בעולם. הטכניקה הידועה והנפוצה ביותר מכונה קריו-קריסטלוגרפיה, כלומר, חשיפת הגביש לטמפרטורה נמוכה - מינוס 185 מעלות צלסיוס, דבר שמונע את התפרקות הגביש כתוצאה מהקרנה בקרינת X. בנוסף לכך פיתחה מערכות ניסוי ייחודיות לחקר הריבזום, דוגמת זו המבוססת על שימוש בריבוזומים הנלקחים מחיידקים המתקיימים בים המלח. שיטות מחקר אלה משמשות כיום חוקרים רבים במקומות רבים בעולם.

פרופ' יונת: "ההתקדמות החדשה שהשגנו במסע הארוך לפענוח מבנהו ודרך פעולתו של הריבזום, עשויה לסלול, בעתיד, את הדרך לשיפור יעילותן של תרופות אנטיביוטיות שונות, שיכוונו לבלימת הפעילות הריבוזומלית של חיידקים גורמי מחלות. אותה הבנה תוכל אולי, בעתיד, לסייע לנו בבלימת תהליכי הייצור הבלתי מבוקרים של חלבונים הגורמים מחלות שונות, לרבות סרטן".

פוסטר שהוכן בהנחייתי על ידי תלמידות כיתה י' תשע"ו לקראת יום האישה:

**בדרך לנובל, טורים במכון ויצמן - עדה יונת**

עדה יונת נולדה בי"א  
1939 ג'דאליים

עדה יונת, כימאית ישראלית ואלמנה ג'פרס  
נובל לבי"מיה בשנת 2009



עדה יונת פענחה את המבנה ואת עקרונות הפעולה של הריבזום



לפענוח מבנה הריבזום ואופן פעולתו חשיבות רבה בשיפור יעילותן של תרופות אנטיביוטיות ובבלימת תהליכי הייצור הבלתי מבוקרים של חלבונים גורמי מחלות שונות.

תוצאות המחקרים בתחום הזה הקנו לה מוניטין בינלאומי בחברות התרופות.

היא חברה באקדמיות ובארגונים שונים בהם: האקדמיה הישראלית למדעים והאקדמיה לפרס ישראל.

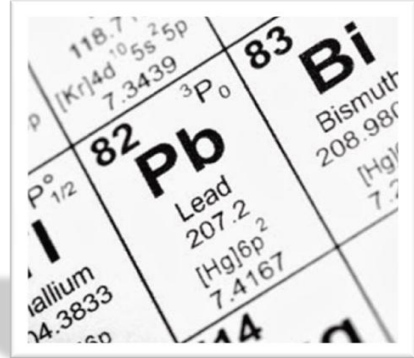
עבודתה המחקרית זיכתה אותה במדליות באותות של כבוד, בציונים לשבח ובפרסים רבים, בהם פרס רוטשילד ופרס ישראל.




## ביבליוגרפיה

- כימיה... זה בתוכנו, ד"ר דבורה קצביץ, נעמי ארנסט, רונית ברד, דינה רפפורט, מכון ויצמן למדע
- כימיה מכל וחול: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה, ד"ר אירית ששון ורותי שטנגר, הטכניון, חיפה
- מארי קירי - סיפורה של האישה היחידה שזכתה בשני פרסי נובל, הידען:  
<http://www.hayadan.org.il/marie-curie-071111>
- מארי קירי, צרפת 1934-1967:  
<http://www1.amalnet.k12.il/sites/Mifgashim/Pages/curie.aspx>
- גאונות אובססיבית, העולם המדעי והאישי של מארי קירי, מאת ברברה גולדסמית, הוצאת אריה ניר, 2005
- רוזלינד פרנקלין - המדענית שהתהילה נגזלה ממנה, הידען:  
<http://www.hayadan.org.il/rosalind-franklin-25071>
- הכבוד האבוד של רוזלינד פרנקלין - שתהילת גילוי ה-DNA נשללה ממנה, הידען:  
<http://www.hayadan.org.il/rosalind-franklin1702041>
- רוזלינד פרנקלין הגברת האפלה של הדני"א, מאת ברנדה מדוקס, הוצאת עליית הגג ומשכל, 2009
- פרופ' עדה יונת ממכון ויצמן למדע זכתה בפרס נובל בכימיה לשנת 2009, המכון, מכון ויצמן למדע:  
<http://heb.wis-wander.weizmann.ac.il>
- עבודתה של עדה יונת אפשרה לפענח ולהבין את מנגנון הפעולה של חמש תרופות אנטיביוטיות, הידען:  
<http://www.hayadan.org.il/explanation-of-yonath-work-07100911>
- פרופסור עדה יונת, המרכז הארצי למורי הכימיה:  
<http://chemcenter.weizmann.ac.il/Uploads/foto-in/File/Ada.pdf>

סיפורה של עופרת



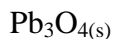
- ♦ מתכת בצבע אפרפר תכלכל
- ♦ רכה, וקלה לריתוך ולהלחמה
- ♦ ניתנת לעיבוד בקלות
- ♦ כלי עופרת, אשר באים במגע עם האוויר, מוגנים מפני שיתוך (קורוזיה), בזכות שכבת תחמוצת העופרת  $PbO_{(s)}$ , אשר נוצרת כתוצאה מתגובה בין השכבה החיצונית של העופרת והחמצן שבאוויר.
- ♦ איזוטופים של עופרת הינם תוצרי הדעיכה הסופי של יסודות רדיואקטיביים רבים כגון אוראניום, U, רדיום Ra, פולוניום Po, ותוריום Th.
- ♦ מוליכות חשמלית נמוכה
- ♦ מוליכות חום נמוכה
- ♦ בעלת יכולת לחסום קרינה מייננת.



נדיר למצוא בטבע עופרת בצורתה הטהורה.  
 היא נפוצה בעפרות לצד מתכות כגון זהב, כסף, אבץ ונחושת.  
 עופרת העופרת הנפוצה ביותר היא הגלנה  $PbS$  - (Galena).

עפרות אחרות:

מינים (minim)



צרוסיט (cerussite)

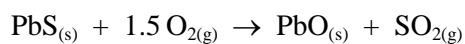


הפקת עופרת

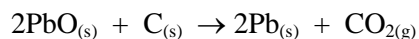
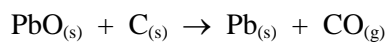
אנגלייט (anglesite)



את הגלנה -  $PbS_{(s)}$  מחממים לצורך הפרדת הגופרית מהתרכובת:

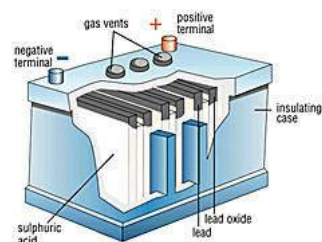
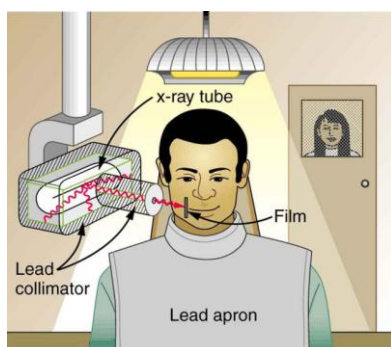


את התחמוצת המתקבלת שורפים עם פחם לקבלת עופרת טהורה:



### שימושים בעופרת

- ◆ לוחות בתוך מצברים ובחלק מהסוללות
- ◆ ציפוי עמיד לקורוזיה
- ◆ משקולות לצלילה ולדייג
- ◆ ציפוי כבלי חשמל
- ◆ ציפוי ובניית קליעים לרובים
- ◆ ציוד מגן בפני קרינה מייננת בבדיקות רנטגן ובכורים גרעיניים
- ◆ שימשה בעבר כבסיס לצבעים, לייצור לכות ומוצרים קוסמטיים



**האימפריה הרומית: 500 לפנה"ס - 300 לספירה, הראשונה שעשתה שימוש נרחב בעופרת**  
כל מערכת הביוב והובלת המים הייתה עשויה מעופרת. עופרת בלטינית *plumbum* - ומכאן המילה שרברב - *plumber*.



כל כלי האוכל, כוסות היין והמיכלים לשימור מזון היו עשויים מעופרת.



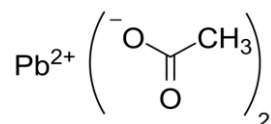
אנשי האצולה הרומית נהגו להרתיח יין בכלי עופרת.

חימום עופרת מתכתית באוויר מייצר עופרת חד-חמצנית, PbO, (litharge).

עופרת חד-חמצנית מגיבה בתגובת סתירה עם החומצה האצטית שביין (תוצר תהליך התסיסה של אתאנול). בכך היא שמרה על טעמו של היין.

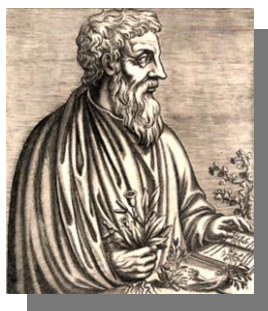
תוצר תגובת הסתירה הוא "סוכר עופרת" (עופרת אצטט) - מלח קל תמס שטעמו מתקתק.

"סוכר עופרת" שימש כממתק במאכלים וביינות וכחומר משמר ליין.



**המאה הראשונה לספירה** - עדויות מתועדות ראשונות על רעילותה של העופרת.

פדניוס דיוסקרידס (Dioscorides) - רופא יווני, שחי בתקופתו של נירון הקיסר הרומי, הצביע על העופרת כגורם רעיל, וייחס לה תופעות של איבוד דעת.



יש המייחסים את שקיעתה של האימפריה הרומית לנזק הנוירולוגי שנגרם לתושביה כתוצאה מחשיפה לעופרת אשר הביאה לטירוף שפקד קיסרים.



### עופרת ותעשיית הצבעים בעולם

**1892:** הפעם הראשונה בה מדווחת הרעלת עופרת בקרב ילדים. ההרעלה אירעה באוסטרליה והממצא המשותף לכל הילדים שחלו היו צבעי עופרת, שבהן נצבעו מעקות המדרגות בבתיהם.

**החל משנת 1904:** הולך ומצטבר מידע המצביע על הרעלות עופרת אצל ילדים.

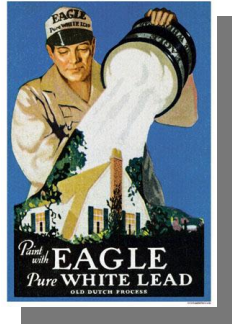
1909: בצרפת, בלגיה ואוסטריה נאסר השימוש בעופרת לבנה לצבעים ביתיים.

1914: באוסטרליה נאסר השימוש בעופרת לבנה לצבעים ביתיים.

1922: נאסר השימוש בעופרת לבנה לצבעים ביתיים ביוון.

1926: נאסר השימוש בעופרת לבנה לצבעים ביתיים בשוויץ ובבריטניה.

1931: נאסר השימוש בעופרת לבנה לצבעים ביתיים בספרד.



עופרת לבנה :  $(\text{PbCO}_3)_2 \text{Pb}(\text{OH})_2$

איסור על שימוש

בעופרת לבנה

לצבעים ביתיים



בנג'מין פרנקלין, מדינאי אמריקאי ומדען, כתב בשנת 1786 במכתב לחבר:

"...בביקורי האחרון בפריז, קיבלתי מחבר דו"ח מבית חולים על מחלה מסתורית, המלווה בכאבי

בטן. הדו"ח הכיל את רשימת החולים במחלה ואת עיסוקם.

מתוך סקרנות עיינתי ברשימה, והופתעתי לגלות שרוב החולים במחלה עובדים באופן כלשהו עם עופרת. היו שם שרברבים, זגגים, צבעים וציירים. רק בקרב שתי קבוצות עובדים לא יכולתי למצוא את הקשר לעופרת - סתתי אבן וחיילים.

משהעליתי את השערתך בדבר הקשר לעופרת בפני הרופא המטפל שלהם, הוא אמר שהסתתים משתמשים בעופרת מותכת באופן קבוע על מנת לתקן את מעקות הברזל באבן, והחיילים משמשים שוליות לציירים תוך שהם מסייעים להם לטחון צבעים..."



## עופרת ותעשיית הצבעים בארצות הברית

המכתבים של בנג'מין פרנקלין ועדויות רבות אחרות חיזקו את מה שהיה ידוע עוד מן המאה ה-18: מקומות עבודה, שבהם משתמשים בעופרת, הם ערובה למחלות.

**1908**: אליס המילטון, רופאה אמריקאית, חקרה את מצבם הבריאותי של מהגרים אירופאים, שעבדו בתעשיית העופרת. היא פרסמה דו"ח לגבי 23 מפעלים לייצור עופרת לבנה, שבהם אותרו למעלה מ-350 מקרים של הרעלת עופרת. היא התריעה על כך שמקור ההרעלה הוא אבק עופרת, שנכנס לגוף העובדים בתהליך הנשימה.



**1914**: מתחילים להתפרסם דיווחים על הרעלות עופרת בילדים שנגסו במעקה העריסה, ושל אחרים שכססו ציפורניים בהן היו לכודים חלקיקי צבע מן הקירות.

למרות המידע המצטבר בדבר הרעלות עופרת שמקורן בצבעים, מגבירה תעשיית הצבעים האמריקאית את השימוש בתרכובות עופרת ("עופרת לבנה") בצבעים המיועדים לצביעה ביתית, פנימית וחיצונית.

קירות חיצוניים ופנימיים של בתים, רהיטים, אביזרי עץ, דלתות, משקופים ועריסות לתינוקות - כולם נצבעו בצבעי עופרת.

תוספת העופרת לצבעים נחשבה כציפוי מגן איכותי לצבע, הקנתה לצבע ברק שהדגיש את יופיו, וזירזה את תהליכי הייבוש של הצבע.

משך מספר עשורים ניהלו חברות הצבעים מסעות פרסום ושיווק, המדגישים את יתרונותיהם וסגולותיהם של צבעי העופרת.

### עופרת בצבעים לשימוש ביתי - חקיקה ותקינה

שנות ה-40 וה-50 של המאה העשרים: מתגלים מקרים רבים של הרעלות עופרת אצל ילדים. כולם קשורים לחשיפה לצבעי עופרת, ומאופיינים בתופעות של הפרעות נוירולוגיות, קשיים בלמידה ובהתנהגות ועיכוב בהתפתחות השכלית.

**1955**: נחקק חוק להגבלת ריכוז העופרת בצבעים ל-1%.

**1971**: נחקק חוק אשר מגביל את השימוש הביתי בצבעי עופרת.

**1971**: ריכוז של 40 מיקרוגרם/דציליטר עופרת בדם של ילדים נחשב כהרעלת עופרת.

**1975**: ריכוז של 30 מיקרוגרם/דציליטר עופרת בדם של ילדים נחשב כהרעלת עופרת.

**1978**: ארה"ב אוסרת שיווק והפצה של צבעי עופרת לשימוש ביתי.

**1985**: ריכוז של 25 מיקרוגרם/דציליטר עופרת בדם של ילדים נחשב כהרעלת עופרת.

**1991**: ריכוז של עד 10 מיקרוגרם/דציליטר עופרת בדם של ילדים נחשב כריכוז תקין אשר אינו מהווה חשש להרעלת עופרת

**החדשות הטובות: הרעלת עופרת היא תופעה שניתן למנוע.**

### שימור מזון באמצעים טבעיים

שימור מזון מוגדר כביצוע פעולות למניעת קלקול או ריקבון של המזון לאורך זמן ככל האפשר. ריקבון מזון נובע מתהליך טבעי של השחתת חומרים אורגניים על ידי פעילות אנזימים וצמיחתם של שמרים, עובש ובקטריות. ריקבון אוכל מתרחש כאשר פטריות או חיידקים ניזונים מהמזון של בני אדם והופכים אותו לבלתי אכיל. כדי שתהליך הריקבון יתרחש דרושה סביבה מתאימה מבחינת pH, טמפרטורה, לחות ואספקת חמצן, וכאן אפרט את הגורמים אשר גורמים להרס של המזון:

#### גורם ראשון:-

האוויר, בגלל החמצן שיש בו, גורם לחמצון המזון ולהירקבותו, מצד שני יש חיידקים מחוללי מחלות שהם שונאי חמצן ומשגשגים בהיעדרו.

#### גורם שני :-

החיידקים והפטריות שאוכלים את המזון וגורמים לזיהום ולריקבון.

#### גורם שלישי:-

טמפרטורה גבוהה שמאיצה את תהליך הפירוק ועד שלב מסוים נוחה לגידול חיידקים. לעומת זה טמפרטורות נמוכות אינן נוחות לרוב החיידקים והפטריות. כמו כן תגובות כימיות כמו חמצון או התפרקות של חומרי מזון הופכות איטיות יותר בטמפרטורות נמוכות. טיפול בגורמים שהוזכרו למעלה מעכב או מפסיק את תהליך הריקבון. כעת נדבר על כמה מדרכי השימור שהשתמשו בהם בעבר ולאורך דורות, בעיקר דרכים מסורתיות וטבעיים לשמירת מזון :-

#### מלח:

מלח בישול - נתרן כלורי הוא תרכובת יונית ומינרל נפוץ מאוד בכדור הארץ. מלח בישול מוצק גבישי מורכב מאניונים של כלור וקטיונים של נתרן המסודרים בסריג יוני. האריזה היא קובייה צפופה, כל יון מוקף ב- 6 יונים בעלי מטען מנוגד. טמפרטורת ההתכה של מלח בישול היא גבוהה ושווה 801 מעלות צלזיוס. בנוסף לכך מלח בישול מסיס במים. ב- 100 סמ"ק של מים נמסים 35.9 גרם מלח בטמפרטורה של 25 מעלות צלזיוס.

מלח בישול הוא חומר שימור מרכזי. כאשר ישנו ריכוז גבוה של תמיסת מלח, החיידקים שבתאים לא מסוגלים למשוך אליהם מזון עקב הלחץ האוסמוטי, ולכן מפסיקה התרבותם. המלח מפסיק גם את הפעילות האנזימתית.

המלח מוגדר כחומר בעל יכולת ייבוש חזקה ומוציא את הלחות מהרקמות, מייבש אותן ומייצר סביבה המונעת התפתחות של בקטריות מזיקות, ומשמש לשימור בשר לאורך זמן, לכיבוש ירקות ופירות, לחביצת גבינות ולהוצאת הדם מהבשר. בעבר הומלחה החמאה (10-5 אחוז) על מנת שלא תתקלקל, ובהיעדר אמצעי קירור החמאה הוחזקה במרתפי הבתים הקרירים ביחס לקומות העליונות.

#### סוכר :-

הסוכר הוא שם כולל לקבוצה של פחמימות אכילות בעלות טעם מתוק אופייני ומבנה גבישי (חד-סוכר, דו-סוכר). סוכר מאכל הוא דו-סוכר סוכרוז. נהוג לקרוא בשם "סוכר" גם לחד-סוכרים וגם לדו-סוכרים מתוקים נוספים. בסוכר נעשה שימוש רב הן בתעשיית המשקאות והן בתעשיית המזון. תזונה עתירת סוכרים המוספים למזון נקשרה לבעיות בריאותיות שונות כגון סכרת והשמנת יתר.

הסוכרוז הוא מוצק בטמפרטורת החדר, וטמפרטורת ההיתוך שלו 186 צלזיוס. הוא מסיס במים. בריכוז גבוה הסוכר יוצר סביבה שאינה מאפשרת התפתחות חיידקים. הסוכר מסייע בתהליכי השימור למרות שהוא שונה מהמלח, כי הוא חסר תכונות אנטי בקטריאליות. שימור על ידי סוכר מתרחש בשלבים הבאים :-

**1-** מיצוי הסוכר מצמח מסויים, המייצר סוכר בריכוז גבוה, הנשמר לאורך זמן, למשל דבש קנה הסוכר, דבש חרובים ודבש דבורים.

**2-** שימוש בסוכרים אלה לשם העלאת ריכוז הסוכר במוצרים שונים ושימורם על ידי כך - כמו ריבה. הכנת ריבה מהווה שיטה לשימור מזון, מכיוון שסוכר מונע את ריקבון הפירות, זאת מכיוון שחיידקים שונים הפועלים לפירוק וקלקול המזון אינם מסוגלים לשרוד בסביבה בה יותר מ- 35 אחוז סוכר. ריבה תהווה אמצעי שימור אך ורק אם כל סוכרי הפרי הקיימים בתוספת הסוכר, שעורבב בתהליך הבישול, תעמוד על 35 אחוז ממשקל הריבה כולה והריבה תהיה הומוגנית. אחרת תיתכן התפתחות של מושבות חיידקים באזורים דלי סוכר בתוך הריבה.

### **דבש :-**

חומר שימור יעיל, מכיל כמות גדולה של סוכרים, אינו מאפשר לאוויר לחדור דרכו. בעבר נהגו לבשל את המזון בדבש על מנת לשמרו.

### **התססה :-**

התגלתה בימי קדם בדרך של ניסוי באזורים עם אקלים חם, בו התקלקל המזון במהירות. ישנם כמה סוגי התססה :-

**1-** התססה אלכוהולית

**2-** חומץ

**3-** התססה היוצרת חומצה לקטית

### **התססה אלכוהולית :-**

משתמשים בשמרים (מיקרואורגניזמים חד תאיים ממשפחת הפטריות) להתססת סוכרים ויצירת אלכוהול. הסוכרים הופכים לפחמן דו-חמצני ואלכוהול. ברוב העולם צורכים התושבים משקאות אלכוהוליים. ניתן להשתמש במשקה אלכוהולי לסיוע בשימור מזונות שונים.

### **חומץ :-**

נוזל חמוץ הנוצר מחמצון של אתאנול הנמצא ביון, בירה, שיכר תפוחים, או כמעט כל נוזל אחר המכיל אלכוהול. בחומץ יש בדרך כלל בין שלושה לחמישה אחוזים של חומצה אצטית (שמה הכימי חומצה אתאנואית). זוהי החומצה הקרבוקסילית הפשוטה ביותר לאחר חומצה מתאנואית. חומץ טבעי מכיל גם כמויות מעטות של חומצה טרטריט וחומצת לימון.

החומץ אינו טכנולוגיה לשימור המזון אלא חומר שבאמצעותו נעשה שימור מזון, והוא נוצר על ידי תסיסה. חומץ פועל כחומר משמר עקב ריכוז גבוה יחסית של חומצה אצטית, שאינה מאפשרת התפתחות חיידקים או עובש.

רוב החיידקים לא מסוגלים לחיות בחמיצות נמוכה ולכן החומץ שחמיצותו נמוכה מאוד הוא משמר מזון יעיל, ניתן להחמיץ את הירקות בחומץ או במיץ לימון.

### **התססה היוצרת חומצה לקטית :-**

התססה לקטית היא הנפוצה ביותר במזרח התיכון, כמעט כל דבר היו מתסיסים בשיטה פשוטה זו. שימור מזון בחומצה לקטית הוא תהליך של התססה, שבו הופכים מיקרואורגניזמים ממשפחת

החומציות, שיוצרת החומצה הלקטית, את הסוכרים לחומצה לקטית, חיידקי החומצה הלקטית הם המרכיב החיוני המאפשר שימור המזון, והם אלה שמעכבים התפתחות החיידקים המזיקים ותורמים לפירוק חומצות מזיקות. במקרים רבים מלח מסייע בתהליך התססה כזה, כאשר הוא יוצר תנאים בסיסיים מתאימים כדי לסייע לחיידקי החומצה הלקטית.

#### **ייבוש :-**

זוהי אחת משיטות השימור העתיקות ביותר. מיקרואורגניזמים אינם יכולים לפעול בלי מים וגם אנזימים מפסיקים לפעול בסביבה יבשה. שיטה זו לפי החוקרים הינה השיטה הראשונה בימי קדם. האדם ייבש מזון לפני אכילתו, במקרים רבים שימש המלח כשותף בתהליך הייבוש. למשל השתמשו במלח לייבוש מומיות מצריות. בימי קדם ייבשו דגים, פירות. בתהליך המסורתי האיטי של ייבוש פירות פועלים האנזימים לזמן מה ולכן הם מתחמצנים ומתכהים. גם גבינה יובשה לאורך ההיסטוריה. ייבוש המזון נעשה על ידי חימום להוצאת הלחות. ייבוש המזון נעשה או על ידי תליית המזון ברוח החזקה או על ידי השארת המזון בשמש.

#### **חפירת בורות :-**

שימור מזון בדרך זו נעשה על ידי חפירת בורות (בארצות ערב) בעומק של שלושה מטרים מתחת לאדמה (האדמה קרה). השימור נעשה באמצעות קירור המזון בעיקר בשר.

#### **שמן - שמנים :-**

זהו שימור מזון על ידי בידודו מהאוויר. שמן הינו חומר שלא מאפשר חדירת אוויר דרכו. שמן שימש לשימור בשר וירקות.

#### **תבלינים :-**

רוב התבלינים מכילים שמנים אתריים או תרכובות ארומטיות המקנות להם את הריח והטעם האופייניים. מבחינה כימית רובם תרכובות אורגניות, למשל הוניל מקורו מחומר הונילין שהוא אלדהיד הפלפל השחור. מקורו בפיפרין שהוא אלקלואיד. התבלינים מיוצרים מצמחי תבלין ויכולים להיות מופקים מפרי, זרע, שורש או קליפת צמח. לתבלינים רבים יש תכונות המסייעות בשימור המזון. בתבלינים בעלי טעם דומיננטי נעשה לעתים שימוש גם במטרה לטשטש טעם תחילת הריקבון באוכל, בייחוד בתקופות בהן הייתה בעיה בשימור וקירור מזון. בני אדם השתמשו בתבלינים כבר בתקופות קדומות ביותר כאמצעי לשימור מזון, כאשר התבלינים עיכבו או מנעו התפתחות חיידקים במזון וגם הסתירו את טעמו של האוכל המקולקל. בארצות חמות יותר השתמשו בתבלינים באופן רב יותר ובגלל תכונות השימור של התבלינים המצרים השתמשו בהם לחניטה. כיום ישנם טכנולוגיות מתקדמות לשימור מזון באמצעים מודרניים למשל שימור כימי באמצעות חומרים משמרים שיוצרו במעבדות או שימור בוואקום, קופסאות שימורים הקפאה ועוד.

## מוליכי על - Superconductors

### מהלך ההרצאה:

- הגדרות בנושא מוליכות
- מטרות
- עקרונות מדעיים
- שמושים ויישומים
- סיכום - מבט לעתיד

### זרם חשמלי ומוליכות חשמלית

זרם חשמלי הוא תנועה מכוונת של נשאי מטען חופשיים בתוך חומר מוליך. במתכות, זוהי תנועה מכוונת של אלקטרונים חופשיים.

### מוליכות חשמלית והתנגדות

מוליכותו החשמלית של גוף מסוים היא מידת היכולת של זרם חשמלי לעבור באותו גוף. בתיל בו זורם זרם חשמלי, קיימת התנגדות למעבר האלקטרונים. ההתנגדות היא גודל הופכי למוליכות חשמלית. מקור ההתנגדות של תיל למעבר זרם חשמלי הוא בעיוות של היונים החיוביים. העיוות נגרם כתוצאה מהתנגשויות של גלי האלקטרונים החופשיים שנמצאים בפאזות שונות עם היונים הנמצאים בחומר המוליך. ככל שטמפרטורת התיל גבוהה יותר, כך תנודות היונים בתיל גוברות, ולכן ההתנגדות למעבר האלקטרונים עולה. בטמפרטורות נמוכות תנודותיהם של יונים בתיל נעשות קטנות יותר, לכן גם ההתנגדות יורדת. ההתנגדות אינה רצויה מכיוון שהיא יוצרת הפסדים באנרגיה.

### מוליכי-על

מוליכות-על היא יכולת של חומרים מסוימים להוליך זרם חשמלי ללא כל התנגדות. מתחת לטמפרטורה הקריטית זרם חשמלי (electric current), יכול לזרום עד אינסוף בתוך ה-Loop של מוליך-על וגם שטף של שדה מגנטי חיצוני (expulsion magnetic flux) יכול להיווצר. טמפרטורה קריטית ( $T_c$ ) היא הטמפרטורה שמתחת "נעלמת" ההתנגדות במוליך והוא הופך להיות מוליך-על. מוליכי-על יכולים לשאת כמות גדולה פי 100 של זרם חשמלי בהשוואה לכבלי נחושת ואלומיניום רגילים באותו גודל. הדבר נובע מכך שההתנגדות שלהם אפסית - מתח קטן יגרום לזרם גדול מאוד,

$$R=V/I$$

על פי חוק אוהם:

### מטרות

- גילוי מוליכי-על בטמפרטורה גבוהה.
- גילוי מוליכי-על בעלי זרם חשמלי קריטי גבוה ושדה מגנטי קריטי גבוה.
- הבנת התיאוריה של מנגנון מוליכות-על בטמפרטורה גבוהה.
- פיתוח טכנולוגיות שיאפשרו להשתמש במוליכי-על בחיי היומיום.

## מיון מוליכי-העל

- לפי התכונות הפיסיקליות: Type II, Type I
- לפי התיאוריה המסבירה אותם: קונבנציונאליים או לא קונבנציונאליים.
- לפי הטמפרטורה הקריטית שלהם: מוליכי-על בטמפרטורה גבוהה (HTS) (אם מקררים אותם בחנקן נוזלי,  $T_c > 77K$ ) או מוליכי-על עם טמפרטורה נמוכה (אם מקררים אותם בטכנולוגיה אחרת מתחת לטמפרטורה הקריטית שלהם).
- לפי סוג החומר:
  - יסודות (כספית, עופרת).
  - סגסוגות (niobium-titanium, germanium-niobium) alloys
  - קראמיים (YBCO או מגנזיום די ברומיד)
  - אורגניים (fullerenes ; carbon nanotubes)

## מוליכי - על קראמיים

הם נחשבים קריסטלים רב שכבתיים, פעילותם מתרחשת בין אטומי הנחושת והחמצן הדחוסים בתוך "סנדביץ" של Barium ו- Yttrium במקרה של YBCO, לכן צריך להגן עליהם מספיגת לחות. מוליכות-על בטמפרטורה גבוהה נוצרת מחורים (חלקיקי מטען חשמלי חיובי). החורים מתאספים ויוצרים רצועות ניידות של מטען.

## תיאוריית BCS

נקראת על שם מפתחיה: בארדין קופר ושריפר (שזכו בפרס נובל על עבודה זו), שתיארה את הולכת העל הקונבנציונאלית בצורה מלאה ומקיפה. לפי התיאוריה, הולכת-העל מתבצעת על ידי צמדי אלקטרונים, המכונים "צמדי קופר" (Cooper pairs), אשר אינם מבצעים אינטראקציה עם החומר ונעים ללא הפרעה למרות הדחייה האלקטרוסטטית הקולומבית, שצריכה להיות ביניהם בגלל המטענים השליליים. האלקטרונים נמשכים זה לזה ויוצרים זוג קשור וזה באמצעות:

1. חסימת חלק מהמטען השלילי - אפקט מיסוך (Screening) וזה נובע מתנועתם של אלקטרונים אחרים.
2. חילופי פונונים - משאיר את האלקטרונים צמודים פונון (קול ביונית): אופן תנודה מקוונטט שמתרחש כאשר חלקים בגביש מתנדודים באותה תדירות. אלה אינטראקציות חלשות באנרגיה.

אינטראקציית המשיכה של חילופי הפונונים יכולה להתגבר על הדחייה האלקטרוסטטית בטמפרטורות מספיק נמוכות. כך שבטמפרטורות נמוכות אנו מקבלים הרבה זוגות אלקטרונים, דבר המאפשר הולכה ללא התנגדות.

אומנם תיאוריה זו הסבירה את התנהגותם של יסודות ורכיבות פשוטות כמוליכי-על בטמפרטורות מאוד קרובות לאפס המוחלט. אבל בתרכובות יותר מורכבות וטמפרטורות גבוהות יותר (של החנקן הנוזלי) התיאוריה לא הייתה טובה מספיק כדי להסביר את תופעת מוליכות-העל במלואה.

## שימושים של מוליכי-על

אחד השימושים בהם מצטיינים מוליכי-העל הינו "הרמה מגנטית" (Magnetic levitation) של כלי רכב, כדוגמת רכבות יכולים "לרחף" בעזרת מגנטים חזקים של מוליכי-על, ובכך להקטין בצורה משמעותית את החיכוך בינם לבין הפסים. מוליכי-העל עומדים במשימה בצורה הרבה יותר טובה, זולה ואיכותית מאשר אלקטרומגנטים רגילים. על ידי שימוש בטכנולוגיה זו, הרכבת יכולה להגיע למהירויות אשר היו לכאורה בלתי הגיוניות עד להמצאת הטכנולוגיה.

שימוש נוסף למוליכי-העל הוא בתחום הרפואה (ביומגנטיות).

סורק תהודה מגנטית - (MRI) Magnetic Resonance Imager, שדה מגנטי חזק (שנוצר על ידי הזרם במוליך-על) מופעל על גוף האדם; במולקולות המים והשומן נוצרות עקב כך רמות אנרגיה שהפרש הרוחב שלהן ניתן למדוד באמצעות גלים אלקטרומגנטיים. באופן זה, ניתן ליצור במחשב הדמיה של גוף האדם "מבפנים". זאת שיטה הרבה יותר יעילה ושימושית מצילומי רנטגן רגילים.

שימוש אחר של מוליכי-על הוא במחוללי זרם חשמלי (Generators). מחולל הבנוי עם חוטים שהם מוליכי-על, נצילתו מגיעה לכ- 99%, כאשר גודלו כמחצית מגודלו של מחולל רגיל. כמו כן החל שימוש במוליכי-על בשנאים (Electricity transformers) ובמתקני כוח חשמלי אחרים, שמסוגלים לאגור אנרגיה חשמלית בכמויות גדולות, לשימוש בשעת חירום.

כבלים שימושיים העשויים ממוליכי-על. בהשחלה היה מכשול בשימוש בחומרים קראמיים שהם שבירים. הפתרון היה למקם גרגרים קטנים של החומר המוליך בתוך גליל מכסף בקוטר של כרבע דיאמטר. הגלילים ימתחו לחוטים דקים ויוחדרו לגליל כסף נוסף. הגליל ישוטח כדי לייצר רצועה של החומר מוליך-העל. רצועה זו תהיה גמישה באופן סביר, אך לא גמישה כמו רצועת נחושת. באמצעות כבלים דקים יותר ניתן להעביר זרם זהה לכבל נחושת.

מכשירים עם מוליכי-על מתחילים לחדור גם לתחום האל חוט בתור פילטרים. הפילטר האידיאלי בוחר רק בתדר אחד. אבל בפועל, ההתנגדות החשמלית מאצת פילטרים להתכוון לטווח קטן של כמה תדרים. פילטרים מוליכי-על הם הרבה יותר סלקטיביים, בהעדר התנגדות חשמלית. בנוסף, פחות שדרים/סיגנלים הולכים לאיבוד בין האנטנה ומכשיר הקליטה, מה שהופך את השנאי לרגיש יותר. אלו שתי תכונות שובות בתקשורת אל חוט שפועלת בתוך ספקטרום רדיו מאוד דחוס וקולטת שדרים ממכשירי שידור עם אספקת אנרגיה נמוכה.

החברה שייצרה אותם הייתה חייבת להתגבר על בעיות רבות היא פתחה שיטה לייצור מעגלים מרצועות של מוליכי-על באריזת ואקום, המקוררים במערכת קירור למשך מספר שנים. פילטרים כאלה הגדילו את טווח הקליטה של טלפונים אל חוטיים ב- 70 אחוזים.

## צורותיו האלוטרופיות של הפחמן

מהו חומר אלוטרופי?

חומרים אלוטרופיים הם חומרים העשויים מאותו יסוד כימי, אך המבנה שלהם והקשרים הכימיים במבנה שונים. למרות שהאטומים בחומר זהים, תכונות החומרים יכולות להיות שונות בתכלית. לדוגמה, הצורות האלוטרופיות המוכרות ביותר של פחמן הן יהלום וגרפיט, הצורות האלוטרופיות של חמצן הן החמצן הרגיל ( $O_2$ ) והאוזון ( $O_3$ ).

### צורות אלוטרופיות של פחמן:

**יהלום** הוא החומר הקשה ביותר בטבע. יהלום מופיע בטבע בתור גביש בצורת תמניון או קובייה. הוא משמש בעיקר בקידוח ולשיבוץ בתכשיטים יוקרתיים.

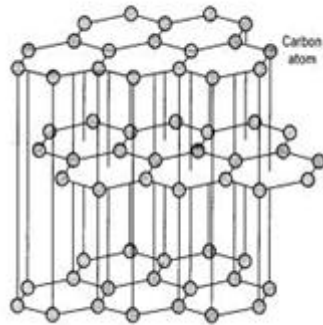
מבנהו של היהלום: בין אטומי הפחמן ביהלום קיימים רק קשרים קוולנטיים. כל אטום פחמן קשור לארבעה אטומי פחמן במבנה תלת מימדי ענק.



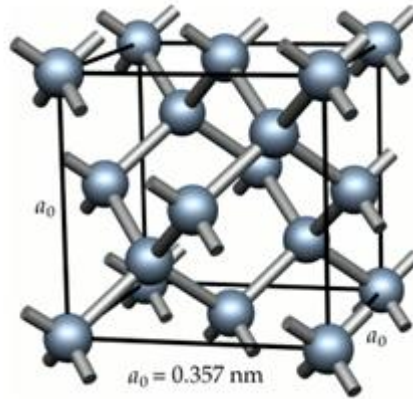
**גרפיט**, לעומת זאת, כל אטום פחמן קשור בקשרים קוולנטיים לשלושה אטומי פחמן בלבד, ליצירת מבני ענק דו-ממדיים, ובין המשטחים קיימות אינטראקציות ון-דר-ואלס. מבנה הגרפיט הוא תלת-מימדי הבנוי שכבה על גבי שכבה. מאחר ולכל אטום פחמן נותר אלקטרון אחד בלתי מזווג, כיוון שיצר רק שלושה קשרים, כל האלקטרונים הערכיים הבלתי מזווגים של אטומי הפחמן נעים בחופשיות בין השכבות. לכן גרפיט הוא חומר רך, מוליך היטב חשמל. הוא מצוי בכל עיפרון ונמרח על פני הנייר.



מבנה של גרפיט



מבנה של יהלום

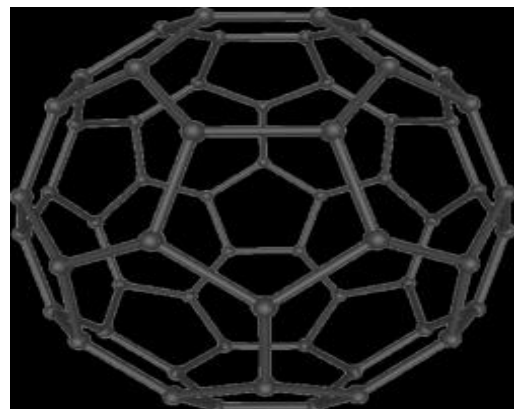
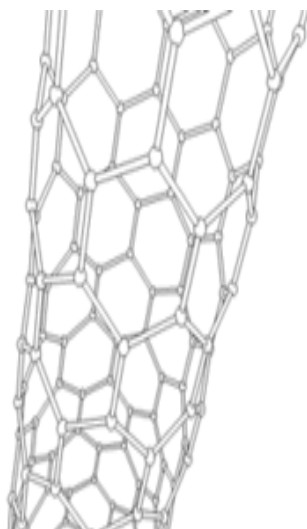


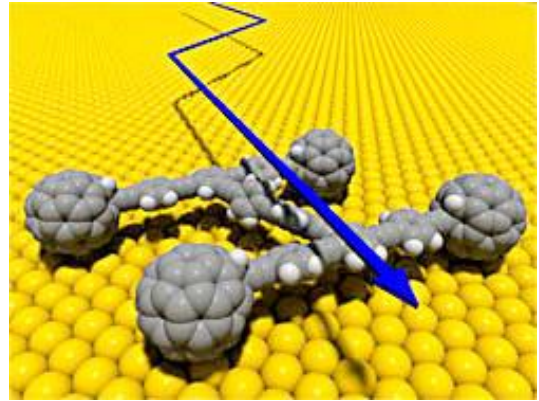
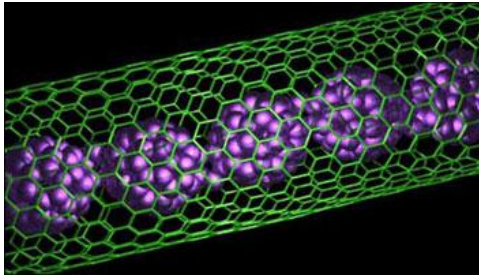
**הפולרנים** הם קבוצת חומרים אלטרופיים של פחמן, שצורתם יכולה להיות כדורית (לכן הם מכונים "כדורי באקיי"), אליפטית או צינורית. פולרנים גליליים מכונים "ננו-צינוריות פחמן". המבנה הכימי של הפולרנים דומה לזה של גרפיט, אך בניגוד לגרפיט הם עשויים לכלול גם טבעות מחומשות (או מתומנות) המונעות מהמולקולה כולה להיות מישורית.

הפולרנים התגלו בשנת 1985 על ידי רוברט קארל, הרולד קרוטו וריצ'רד סמולי מאוניברסיטת סאסקס ומאוניברסיטת רייס, והם קרויים על שם האדריכל ריצ'רד באקמינסטר פולרן.

הפולרן המופיע בצורת "מולקולת כדורגל" הוא חומר המורכב מ-60 אטומי פחמן המסודרים בצורה המזכירה כדור. המבנה של פולרן יציב מאוד. השימוש העיקרי שלהם הוא לננו-טכנולוגיה ולבניית מבנים מיקרוסקופיים. אחד השימושים היותר מוזרים שמצאו להם חוקרים אמריקאיים הוא לבניית "ננו-מכוניות" המאפשרות העברת אטומים ממקום למקום ובכך מאפשרות יצירת מבנים זעירים שאפילו לא חלמנו לייצרם.

**דוגמאות:**





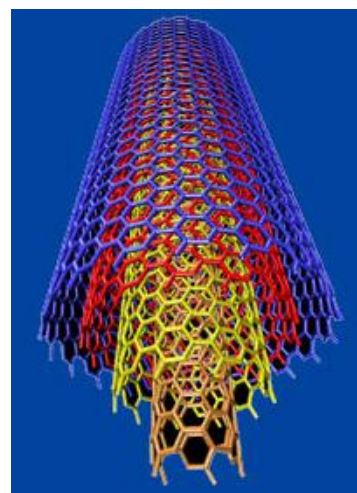
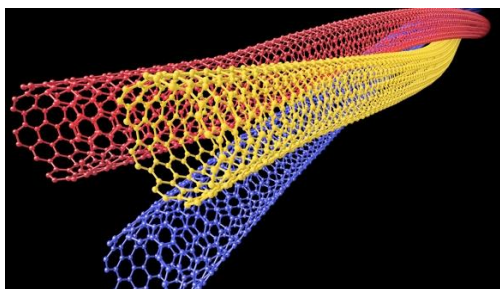
### ננו-צינוריות פחמן:

ננו-צינורית פחמן (carbon nanotube) היא צורה אלטרופית (מבנה מרחבי מסוים) של פחמן, השייך למשפחת הפולרנים. ניתן לתאר את הצינוריות כמשטחי גרפן שהסתדרו בצורת גליל וסגרו על עצמם. אטומי הפחמן יוצרים צינוריות קצרות וקטנות ביותר; לעתים באחד או בשני הקצוות יש כיפה בצורת חצי כדור. הצינוריות מפגינות חוזק יוצא דופן, תכונות חשמליות ייחודיות ומוליכות חום גבוהה. תכונות אלה הופכות אותן לבעלות פוטנציאל רב בתחומים מגוונים, כמו ננוטכנולוגיה, אלקטרוניקה, אופטיקה והנדסת חומרים. קיימות ננו-צינוריות אנאורגניות המבוססות על חומרים שונים מפחמן, דוגמת טונגסטן וגופרית.

שמן של הננו-צינוריות נעוץ בגודלן, מכיוון שקוטר הצינוריות הוא כמה ננומטרים (בערך 1 חלקי 50,000 מרוחב שיערה אנושית) ואילו אורכן יכול להיות כמה מילימטרים. יש שני סוגים עיקריים של ננו-צינוריות:

בעלות שכבה אחת (Single Walled Nanotube - SWNT)

ובעלות שכבות רבות (Multi-Walled Nanotube - MWNT) - צינורית בתוך צינורית, וכן הלאה, למספר שכבות.

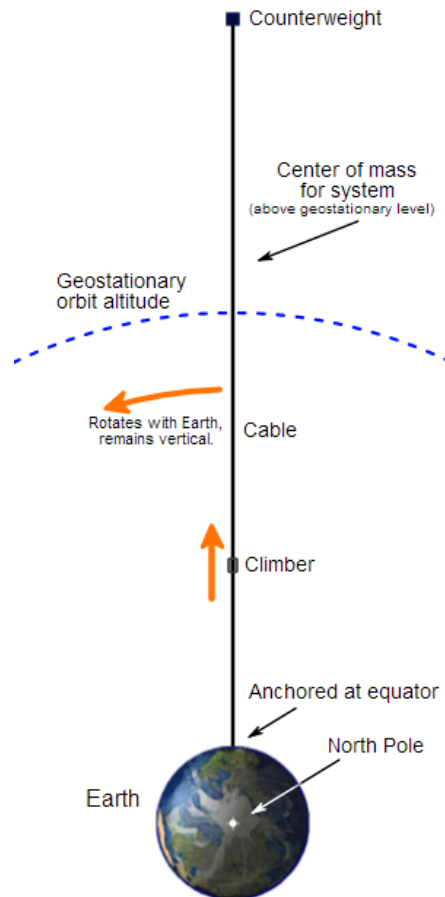


## מעלית החלל:

אחד השימושים המעניינים, גם אם לא המשמעותיים ביותר, של הננו-צינוריות הוא האפשרות של בניית מעלית החלל.

מעלית החלל היא מבנה היפותטי שמטרתו לחבר את פני כדור הארץ לחלל, ובכך לאפשר שינוע של חומרים ובני אדם אל מחוץ לאטמוספירה במחיר זול בהרבה משיגורם בעזרת טילים.

רעיון המעלית הועלה כבר בשנת 1895 על ידי המדען הרוסי ציאולקובסקי, ועד לגילוי הננו-צינוריות לא חשבו שיש חומר המתאים לבניית המתקן, שיורכב מתחנת בסיס, כבל באורך 36,000 קילומטר אל מסלול יציב מסביב לכדור הארץ, שם ייקשר ללווין קבוע בחלל. הננו-צינוריות שיורכבו במבנה של הפס הן החומר שהכי קירב את המין האנושי לחלום פנטסטי זה, שיאפשר את חקר החלל ואף יישוב החלל בעלויות נמוכות בצורה דרסטית (כמאתיים דולר לקילוגרם לעומת 11,000 דולר לקילוגרם בעזרת טיל).



## ביבליוגרפיה:

- יחסים וקשרים בעולם החומרים, ד"ר תמי לוי נחום, ד"ר יעל שורץ, זיוה בר-דב, מכון ויצמן למדע
- כימיה... זה בתוכנו, ד"ר דבורה קצביץ, נעמי ארנסט, רונית ברד, דינה רפפורט, מכון ויצמן למדע
- כימיה מכל וחול: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה, ד"ר אירית ששון ורותי שטנגר, הטכניון, חיפה
- Allotropy:
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Allotropy>
- פולרנים - למה הם מועילים? מאת ד"ר דפנה מנדלר, סנונית:
- [http://www1.snunit.k12.il/heb\\_journals/chimia/59031.html](http://www1.snunit.k12.il/heb_journals/chimia/59031.html)
- 40-42, 2010, M. Pagliaro, Nano-Age
- שימוש בננו-צינורות פחמן לפיתוח תאי דלק וסוללות, הידען:
- <http://www.hayadan.org.il/unzipped-carbon-nanotubes-could-help-energize-fuel-cells-020712>
- מעלית החלל:
- <http://space.gov.il/node/194>

## חומרים בעלי השפעה אנדוקרינית בסביבה המימית

חומרים רבים, טבעיים ומעשה ידי אדם, מבין אלה המגיעים למשאבי המים, חשודים או ידועים כבעלי פוטנציאל אסטרוגני ו/או אנדוקריני ויכולת השפעה על המערכת האנדוקרינית של יצורים חיים - Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs). קבוצה בולטת של EDCs היא אלקילפנול אתוכסילטים (APEOs). הפוטנציאל האנדוקריני של קבוצת המזהמים האורגניים המתמידים - Persistent Organic Pollutants (POPs) הללו (ה-APEOs), כמו גם של המטבוליים - תוצרי הפירוק הביולוגי של POPs, שבחלקם אף בעלי השפעה גדולה יותר, מהווה בעיה סביבתית - אקולוגית ומקור לדאגה בריאותית ברחבי העולם.

הישרדותם הסביבתית ארוכת הטווח של אלקילפנול אתוכסילטים במקורות ובמשאבי מים עיליים ובמי תהום והשפעתם האנדוקרינית, כמו גם הסיכון הבריאותי הפוטנציאלי שלהם, מהווים מוקד למחקר בין תחומי מקיף, ומספר הפרסומים הרלוונטיים הולך וגדל בספרות המקצועית. המזהמים האורגניים האלה, השורדים לטווח ארוך בסביבה (POPs) אינם עוברים בקלות טרנספורמציה או פירוק ביולוגי על ידי מיקרואורגניזמים, ומכאן הפוטנציאל האקוטוכסיקולוגי - אנדוקריני שלהם. חומרים אלה יכולים לשנות את תפקודה ההורמונלי של המערכות וירידה בפוריות מינים שונים של יצורים חיים.

התעשייה הכימית התפתחה במימדים גדולים בעשורים האחרונים. מתוך כ- 100,000 תוצרים שונים, כ- 7000 מיוצרים בכמויות גדולות יחסית. לחלק מחומרים אלה ובתוך כך EDCs השורדים, יש השפעה שלילית על אלפי חומרים מעשי ידי אדם (anthropogenic) הנמצאים בסביבה, וראיות מצטברות מלמדות כי יש לחלק מהם השפעות אנדוקריניות על מגוון רחב של אורגניזמים, לכן גוברת בשנים האחרונות הדאגה לגבי מספר רב של תרכובות, מעשה ידי אדם, שיש להן פוטנציאל להפר את המאזן ההורמונלי הטבעי. הועלו השערות שחומרים אלה אחראים לירידת פוריות מינים שונים של בעלי חיים ובני אדם. כמו גם להפרעת פעילות של הורמוני מין. מזווית ראייה אקולוגית, קיים החשש, שפגיעה ביכולת ההתרבות של פרטים באוכלוסייה עלולה להביא לפגיעה באוכלוסייה, ואף לדלדולה, כמו גם לפגיעה מערכתית כללית באקוסיסטמות. מזווית ראייה אפידמיולוגית אנושית, חשיפה ל-APEOs בריכוזים סביבתיים, עלולה להביא לכך, שבטווח הרחוק הפגיעה בבני אדם תהיה דומה לזו שבבעלי חיים; כלומר - ירידה בפוריות, כמו גם לעלייה ברמת הסיכון לחלות בסוגים שונים של סרטן, כמו אלה של הורמוני הגונדות, השד, האשכים, הרחם וכו'. האלקילפנול אתוכסילטים (APEOs) הם חומרים פעילי שטח אורגניים "קשים" (שאינם פריקים ביולוגית) ולכן מתמידים סביבתית (POPs), בהם נעשה שימוש נרחב בעולם ובארץ בעבר. הם בעלי שרשרת אלקילית מסועפת, דהיינו: שרשרת אטומי פחמן שממנה מסתעפות קבוצות אלקיליות (בעיקר - מתיליות). ייצור ה-APEOs ברחבי העולם הוערך בשנת 1997 ב- 500,000 טונות, כאשר כ- 80%, מהם נוטילפנול אתוכסילטים (NPEOs) וכ- 20% אוקטילפנול אתוכסילטים. בעשורים האחרונים גבר העניין בהיבטים האקוטוכסיקולוגיים של ה-APEOs עקב שרידותם הסביבתית

(environmental persistence), כמו גם של תוצרי הפירוק שלהם- נונילפנול (NP), אוקטילפנול (OP) ונונילפנולים בעלי 1 עד 3 יחידות אתילן אוכסיד (NP<sub>1-3</sub>). זאת עקב הפעילות האנדוקרינית של תוצרי פירוק אלה לגבי בעלי חיים, הן במים מתוקים והן במי ים. הפירוק הביולוגי של הומולוגי של חומרים פעילי שטח הנוניוניים (1) בעלי השרשרת האלקילית המסועפת והומולוגיים, כמו גם של תוצרי הפירוק הראשוניים שלהם (של השרשרת האתווכסילית), הן במתקני הטפול בשפכים והן בסביבה הטבעית (גופי הקרקע והמים אליהם הם מגיעים) הוא איטי (POPs) ולכן בעייתי. נקבעו ריכוזי PAHs, APEOs, הורמונים ותרופות בשפכי וקולחי מכוניים לטיפול בשפכים בארץ. הריכוזים של NP<sub>2</sub>, NP<sub>9</sub> ו-APEOs במי השפכים והקולחים במכוניים לטיפול בשפכים בארץ - הם:  $3.15-2.12 \text{ g/L}\mu$ ,  $2.11-1.59 \text{ g/L}\mu$ ,  $61.82-41.51 \text{ g/L}\mu$ ,  $4.17-2.91 \text{ g/L}\mu$ ,  $1.49-1.06 \text{ g/L}\mu$ ,  $39.42-27.34 \text{ g/L}\mu$  בהתאמה. מכאן שריכוזי ה-APEOs עברו סילוק על ידי פירוק ביולוגי בשיעור ממוצע של כ- 32%. התוצאות מצביעות גם על כך, שאחוז ההומולוגים הקצרים (כלומר, המכילים בשרשרת האתווכסילית 1 - 9 יחידות של אתילן אוכסיד, EO), עולה במכוניים לטיפול בשפכים בעקבות תהליכי הטיפול, בעוד שאחוז ההומולוגים ארוכי השרשרת האתווכסילית (12 עד 18 יחידות EO) יורד. האחוזים הגבוהים יחסית של ההומולוגים בעלי שרשרות קצרות של אתילן אוכסיד מלמד על עמידותם היחסית של הומולוגים קצרים בפני פירוק ביולוגי אירובי, וכתוצאה מכך - הישרדותם ביחס להומולוגים הארוכים המתפרקים בקצב גדול יותר בתנאים האירוביים.

בחשיפת דגי זברה ל-APEOs בריכוזים סביבתיים רלוונטיים ירד מספר הביצים שהטילו נקבות דגי הזברה כפונקציה של הריכוז ושל זמן החשיפה. ככל שריכוז ה-APEOs היה גבוה יותר, משך הזמן עד לתחילת ההשפעה על הפוריות היה קצר יותר, הירידה במספר הביצים הייתה גדולה יותר וזמן החזרה למצב הרגיל, לאחר סילוק ה-APEOs מתוך האקוואריה, היה ארוך יותר.

התוצאות מצביעות על כך ש-NP<sub>2</sub>, שהוא בעל שרשרות אתילן אוכסיד (EO) קצרות (שתי יחידות של EO בשרשרת), משפיע על כושר הרבייה של דגי הזברה החל מריכוז  $5 \mu\text{g/L}$  בעוד ש-NP<sub>9</sub>, שהוא בעל שרשרות אתילן אוכסיד ארוכות יותר (9 יחידות של EO), משפיע החל מריכוז  $10 \mu\text{g/L}$ , ואילו תערובת ה-APEOs, המכילה חומרים פעילי שטח בעלי שרשרות המכילות 1-18 יחידות אתילן אוכסיד, משפיעה גם היא החל מריכוז  $10 \mu\text{g/L}$ . ההשפעה של NP<sub>2</sub> דומה מאוד להשפעה של תערובת ה-APEOs עם ריכוזים הגדולים פי 8 מריכוזי ה-NP<sub>2</sub>. תוצאות אלו מעידות על ההשפעה האנדוקרינית הגדולה יחסית של APEOs קצרי שרשרות של אתילן אוכסיד ביחס לתערובות המכילות הומולוגים בעלי שרשרות ארוכות יותר.

## משוב לכנסים אזוריים לתלמידי כימיה תשע"ו

הוכן שאלון משוב לכנסים אזוריים לתלמידי כימיה שהתקיימו בשנת תשע"ו, אותו מילאו התלמידים בסוף כל כנס.

### משוב לכנס אזורי לתלמידי כימיה

כנס \_\_\_\_\_

כיתה י' / י"א / י"ב

בי"ס \_\_\_\_\_

1. בכנס היום התקיימו פעילויות שונות. דרגו את רמת העניין של הפעילויות, בין 3 (במידה רבה מאוד) לבין 1 (לא התעניינתי)
  - \_\_\_\_\_ הרצאת מליאה ראשונה
  - \_\_\_\_\_ מושבים מקבילים - הרצאות תלמידים
  - \_\_\_\_\_ הרצאת מליאה שנייה

2. לפניכם היגדים שונים. סמנו באיזו מידה אתם מסכימים להיגדים אלו:

מסכים במידה רבה	די מסכים	לא מסכים	כלל לא מסכים	
				הכנס בכללותו היה מעניין
				הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה
				נהייתי להציג במושב התלמידים (אם הצגת)
				למדתי במהלך הכנס דברים חדשים
				אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים
				ההצגה במושב התלמידים מלחיצה
				חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתוכנית הלימודים
				היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דיברו בהרצאות
				הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות
				הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי כימיה
				די השתעממתי במהלך הכנס
				המפגש עם לומדי כימיה מבתי ספר אחרים חשוב
				עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתוכנית הלימודים ובהכנה לבחינות ולא בכנסים
				אני מעדיף שלא להציג בכנס
				ההרצאות היו מובנות לי

3. הצעות לשינוי/שדרוג הערות והארות

---



---

## דוגמאות לעיבוד תוצאות המשוב

### משוב לכנס תלמידי כימיה באורט אבין

1. בכנס היום התקיימו פעילויות שונות. דרגו את רמת העניין של הפעילויות, בין 3 (במידה רבה מאוד) לבין 1 (לא התעניינתי)  
 \_\_\_\_\_ הרצאה - דרוויניזם ואוגניקה - בין ברירה לברירה טבעית, ד"ר אושרית יקנה  
 \_\_\_\_\_ מושבים מקבילים - הרצאות והצגות תלמידים  
 \_\_\_\_\_ הרצאה - בישול מולקולרי, ד"ר סרחיו ברוידו
2. לפניכם היגדים שונים. סמנו באיזו מידה אתם מסכימים להיגדים אלו:

מסכים במידה רבה	די מסכים	לא מסכים	כלל לא מסכים	
				1. הכנס בכללותו היה מעניין
				2. הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה
				3. נהניתי להציג במושב התלמידים (אם הצגת)
				4. למדתי במהלך הכנס דברים חדשים
				5. אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים
				6. ההצגה במושב התלמידים מלחיצה
				7. חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתוכנית הלימודים
				8. היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דיברו בהרצאות
				9. הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות
				10. הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי כימיה
				11. די השתעממתי במהלך הכנס
				12. המפגש עם לומדי כימיה מבתי ספר אחרים חשוב
				13. עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתוכנית הלימודים ובהכנה לבחינות ולא בכנסים
				14. אני מעדיף שלא להציג בכנס
				15. ההרצאות היו מובנות לי

3. הצעות לשינוי/שדרוג הערות והארות

---



---



---



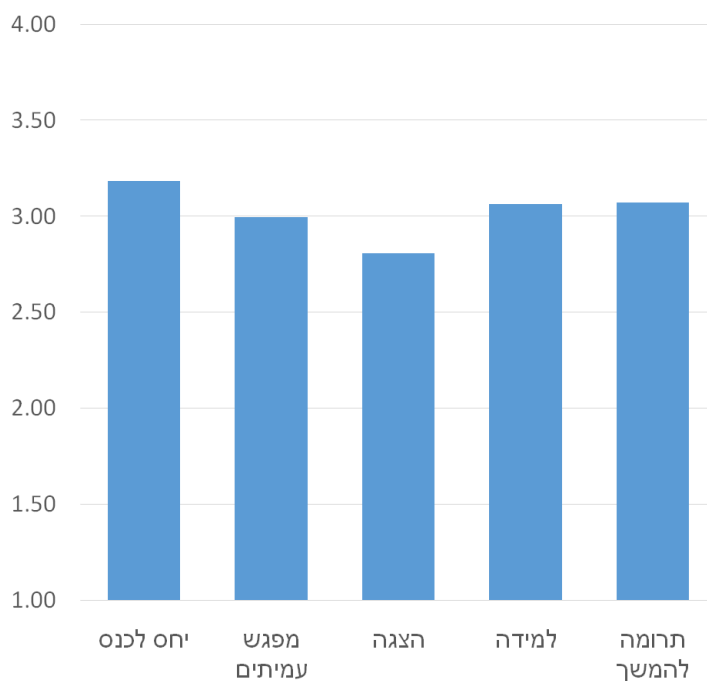
---

### תוצאות של משוב תלמידים

חלק ב' - חלוקה לקטגוריות:

- ◆ יחס לכנס: שאלות 1, 5, 11
  - ◆ חשיבות המפגש בין התלמידים: שאלות 2, 12, 13
  - ◆ יחס להצגות במושבים המקבילים: שאלות 3, 6, 9, 14, 15
  - ◆ למידה מהכנס: שאלות 4, 7, 8
  - ◆ תרומת הכנס להמשך לימודי הכימיה: שאלה 10
- שאלות 6, 8, 11 ו-13 מנוסחות בדרך שלילה, לכן נהפכו לפני הכנסתן לסיכום.

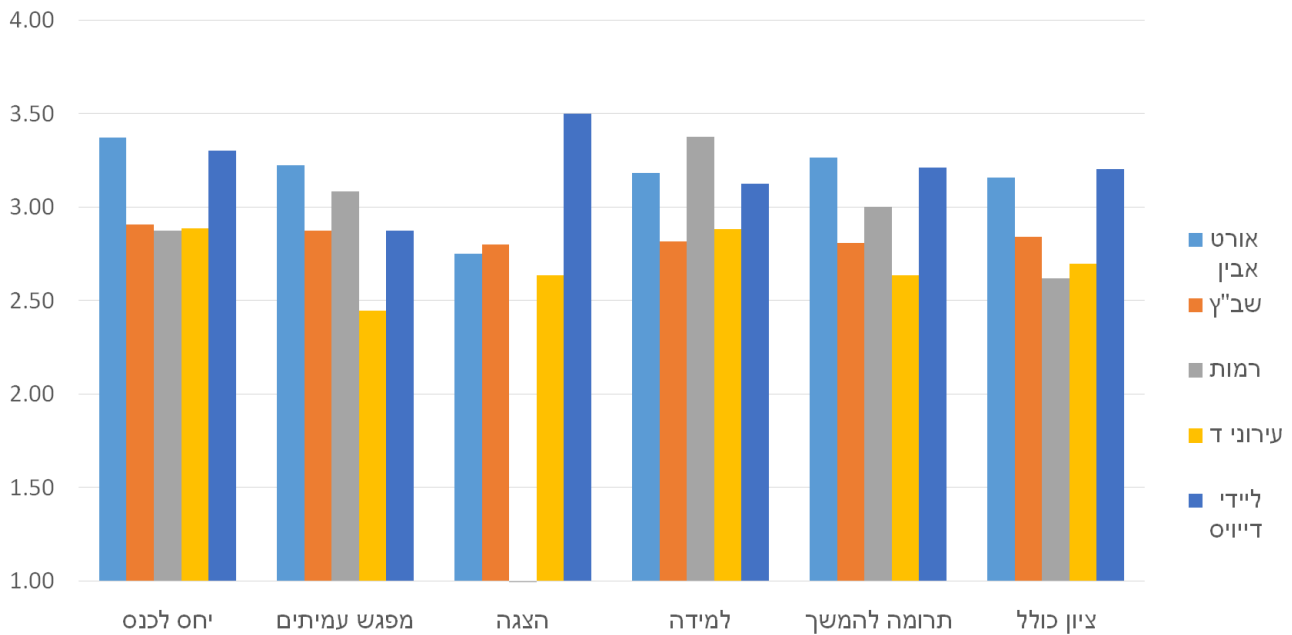
### תוצאות כלליות לפי קטגוריות



מה אפשר ללמוד?

- ◆ התלמידים יכלו לדרג את ההיגדים בין 1 ל-4, קו החצי הוא 2.5.
- ◆ ניתן לראות שבכל הקטגוריות הציון גבוה מקו החצי, לרוב מעט מעל 3.

### התפלגות לפי בתי ספר

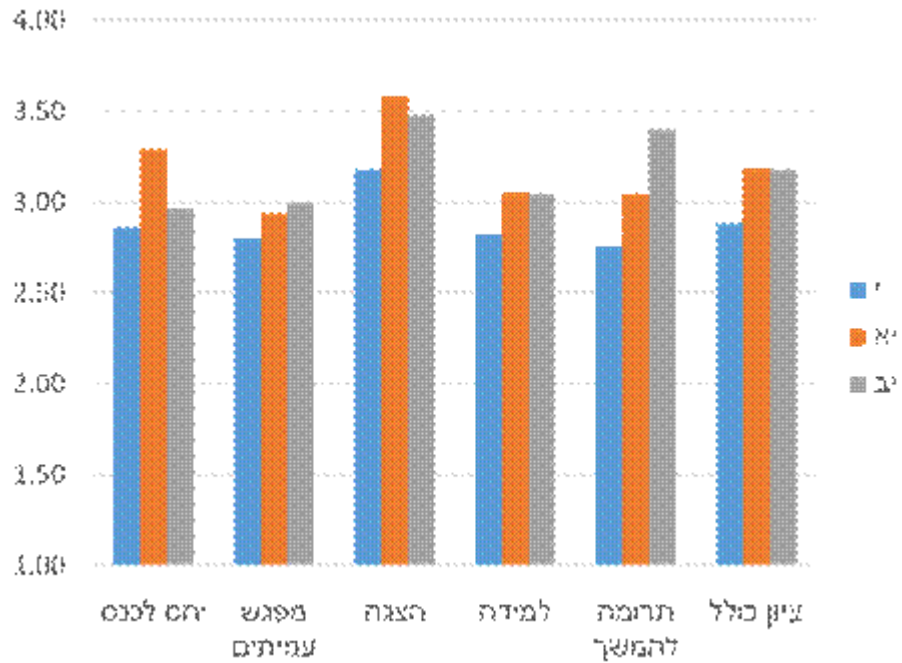


#### מה אפשר ללמוד?

- ◆ תלמידי אורט אב"ן, המארחים, דירגו את הכנס גבוה יחסית בכל הקטגוריות.
- ◆ גם תלמידי לידי דייויס העריכו גבוה יחסית את הכנס, אם כי חשיבות המפגש בין תלמידים של בתי הספר השונים פחותה בעיניהם.
- ◆ תלמידי שב"ץ ועירוני ד' העריכו פחות את הכנס.
- ◆ במשובים של תיכון רמות יש תנודות. יתכן והסיבה לכך היא שהשתתפו מעט תלמידים מתיכון זה והם לא הציגו במושבים המקבילים.

סיבות אפשריות להבדלים: כיתת לימוד (י', י"א, י"ב), אסרטיביות המורה, יחס מספרי בנים/בנות.

### התפלגות לפי כיתות



מה אפשר ללמוד?

- ◆ תלמידי כיתות גבוהות יותר מעריכים את הכנס גבוה יותר.
- ◆ הכיתות שהשתתפו בכנס:
- ◆ אורט אבין, רמת גן - י' + י"א + י"ב
- ◆ תיכון ליידי דייויס, תל-אביב - י"א + י"ב
- ◆ תיכון ע"ש שמעון בן-צבי, גבעתיים - י'
- ◆ תיכון עירוני ד', תל-אביב - י'
- ◆ תיכון רמות, בת-ים - י"א

הציונים שנתנו התלמידים לחלק א' נמוכים יחסית - מ-2 עד 3, מאשר הציונים למאפיינים הכלליים לחלק ב'.

תוצאות המשוב מראות שההנאה והמשמעות של הכנס בעיני התלמידים גדולות מההנאה מכל אחד ממרכיבי הכנס.

## משוב לכנס תלמידי כימיה בתיכון עתיד טירה

1. בכנס היום התקיימו פעילויות שונות. דרגו את רמת העניין של הפעילויות, בין 3 (במידה רבה מאוד) לבין 1 (לא התעניינתי)  
 הרצאה - פרופ' פואד עיראקי:

When Chemistry meets Biology innovation benefits medicine: from discovery to delivery

- \_\_\_\_\_ מושבים מקבילים - הרצאות והצגות תלמידים  
 \_\_\_\_\_ הרצאה - עבדאללה חלאילה: הרצאה והדגמת ניסויים

2. לפניכם היגדים שונים. סמנו באיזו מידה אתם מסכימים להיגדים אלו:

4 מסכים במידה רבה	3 די מסכים	2 לא מסכים	1 כלל לא מסכים	
				1. הכנס בכללותו היה מעניין
				2. הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה
				3. נהניתי להציג במושב התלמידים (אם הצגת)
				4. למדתי במהלך הכנס דברים חדשים
				5. אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים
				6. ההצגה במושב התלמידים מלחיצה
				7. חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתוכנית הלימודים
				8. היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דיברו בהרצאות
				9. הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות
				10. הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי כימיה
				11. די השתעממתי במהלך הכנס
				12. המפגש עם לומדי כימיה מבתי ספר אחרים חשוב
				13. עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתוכנית הלימודים ובהכנה לבחינות ולא בכנסים
				14. אני מעדיף שלא להציג בכנס
				15. ההרצאות היו מובנות לי

3. הצעות לשינוי/שדרוג הערות והארות

---



---

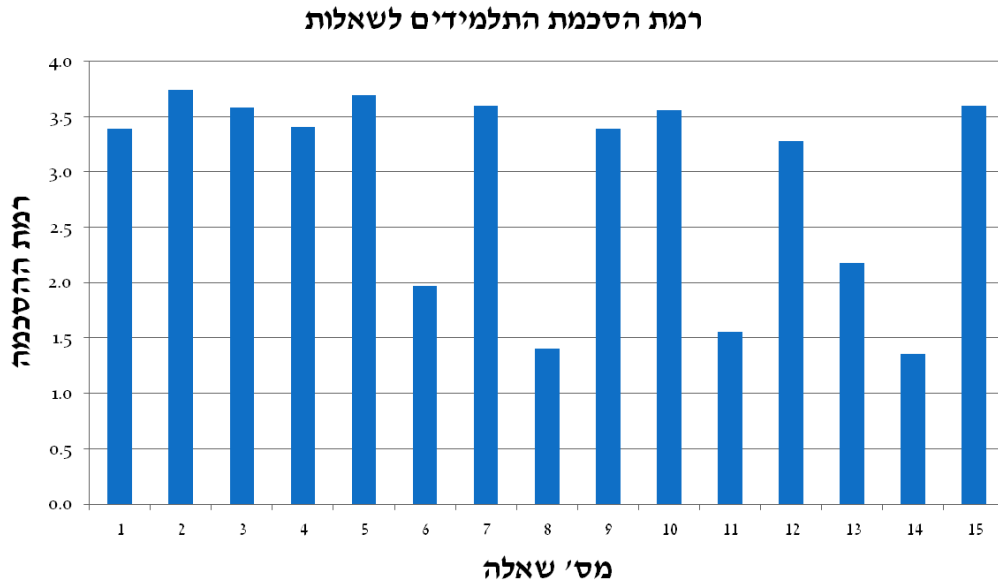


---

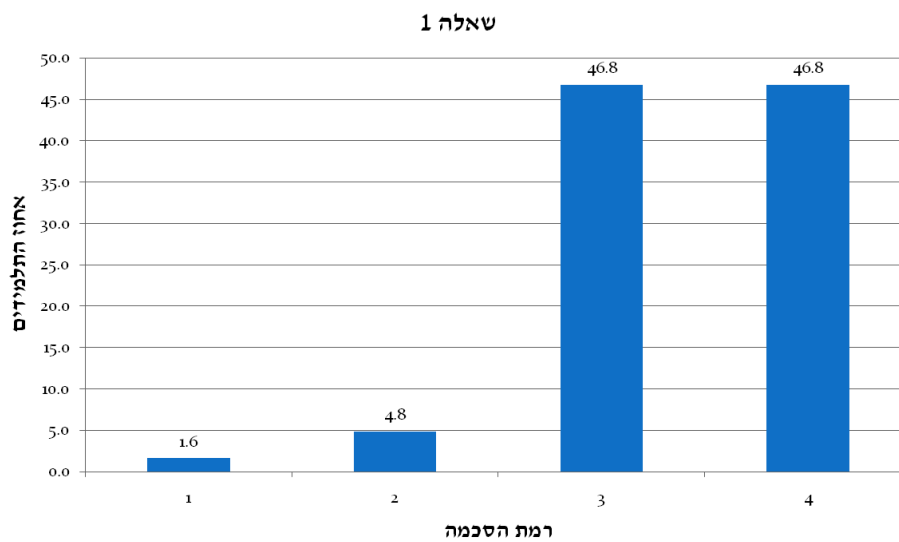


---

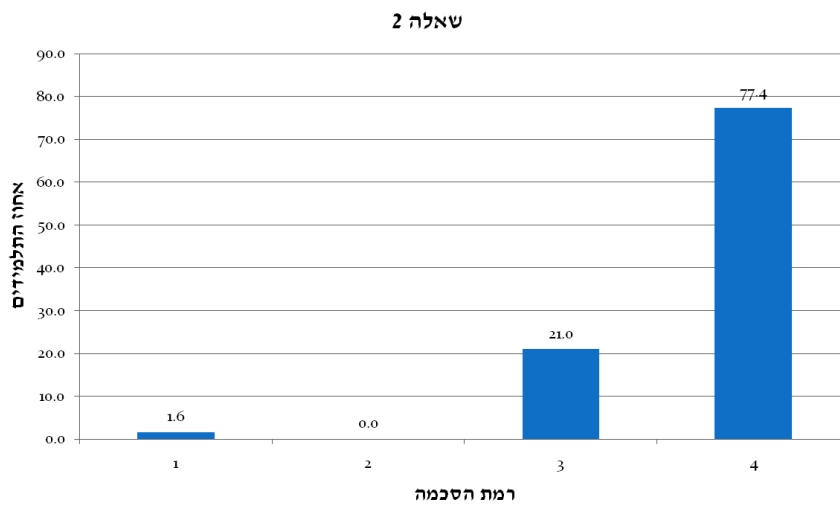
## תוצאות של משוב תלמידים



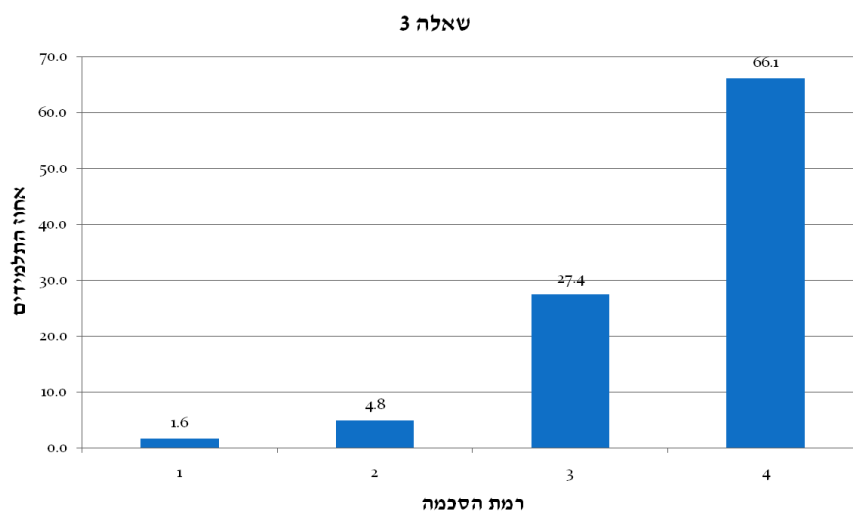
1. הכנס בכללותו היה מעניין



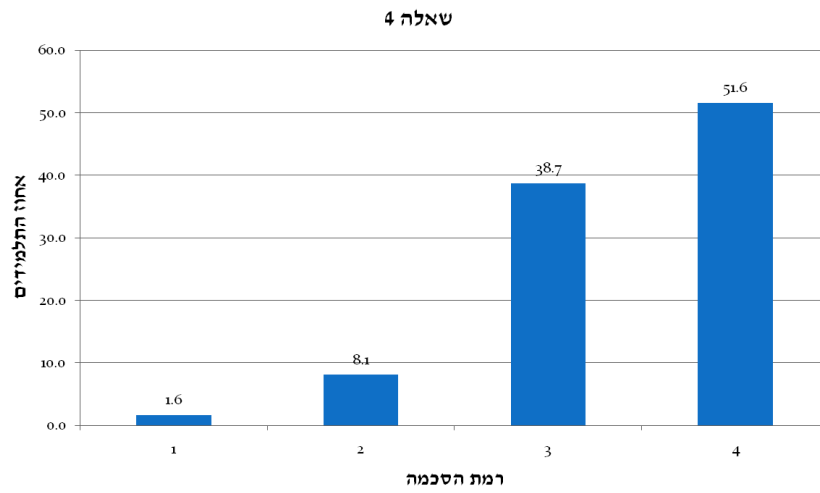
2. הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה



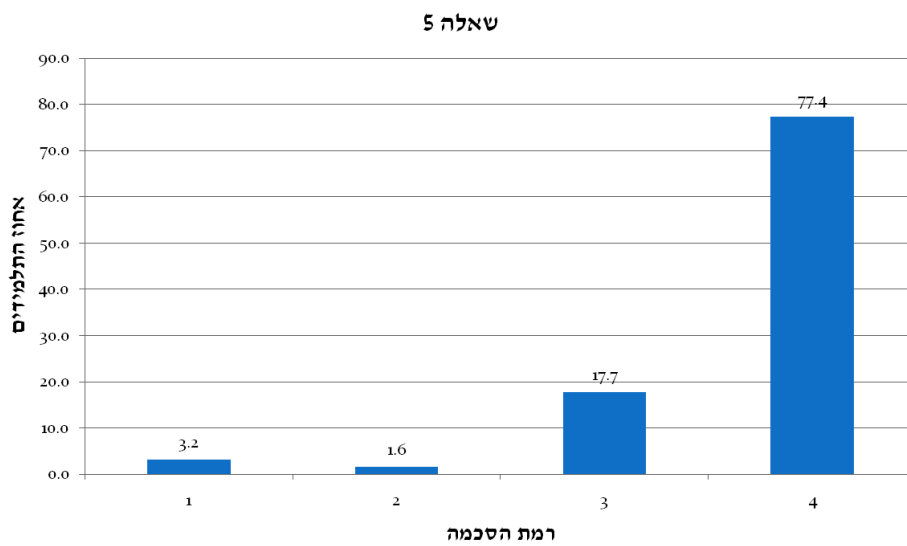
3. נהניתי להציג במושבי התלמידים (אם הצגת)



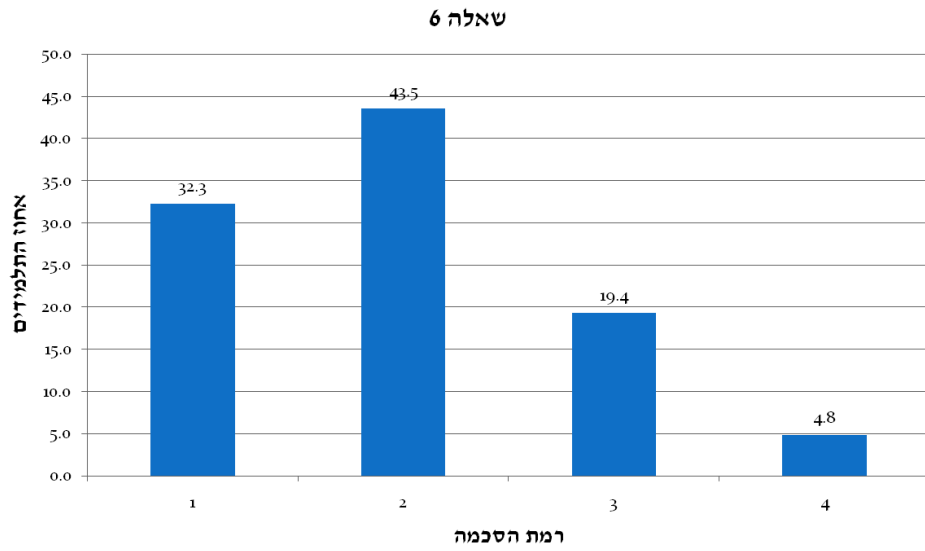
4. למדתי במהלך הכנס דברים חדשים



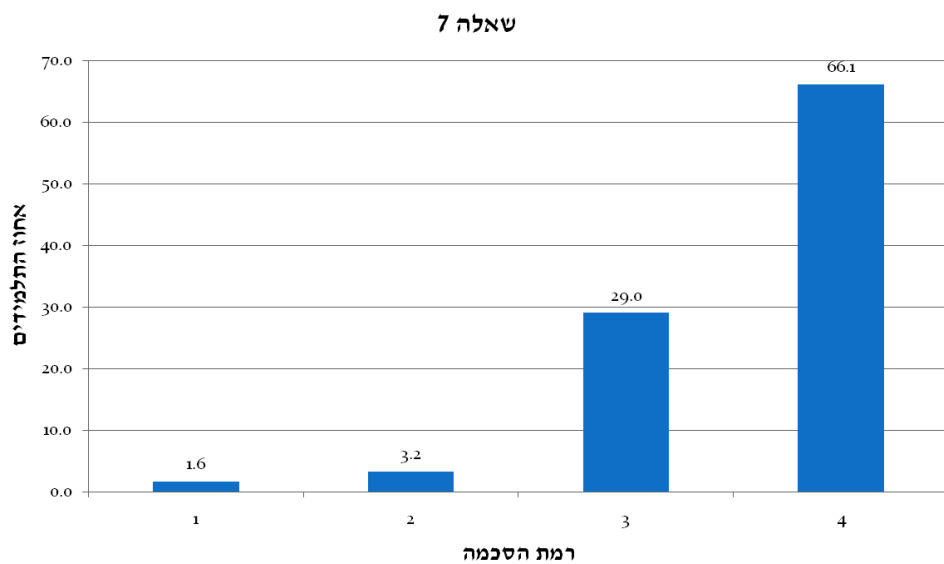
5. אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים



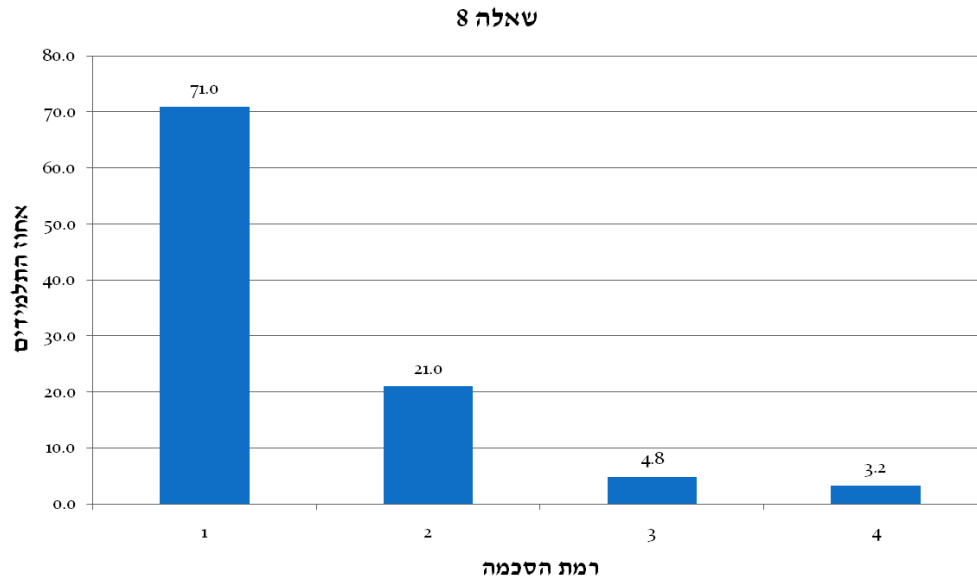
6. ההצגה במושב התלמידים מלחיצה



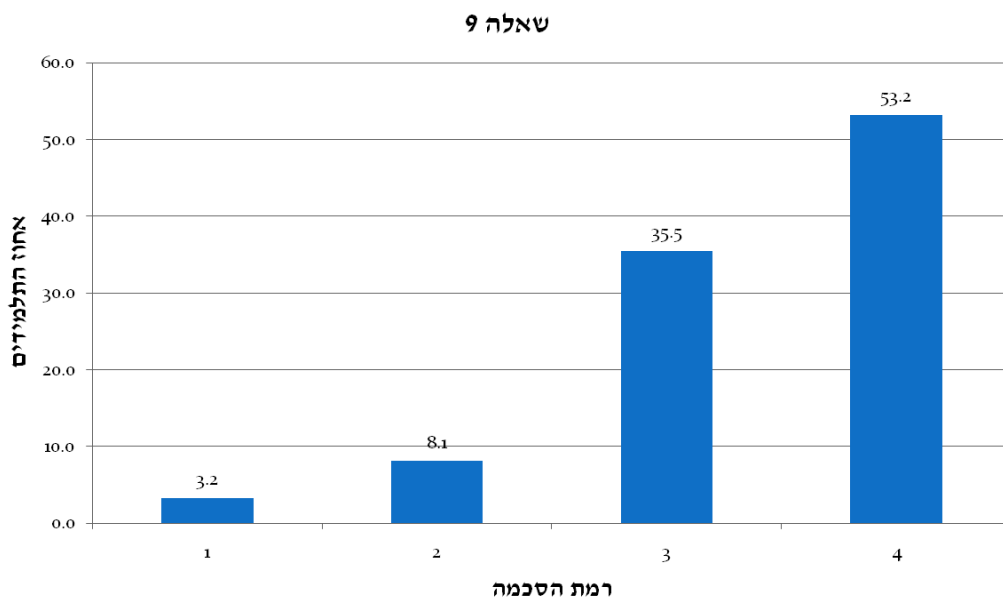
7. חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתוכנית הלימודים



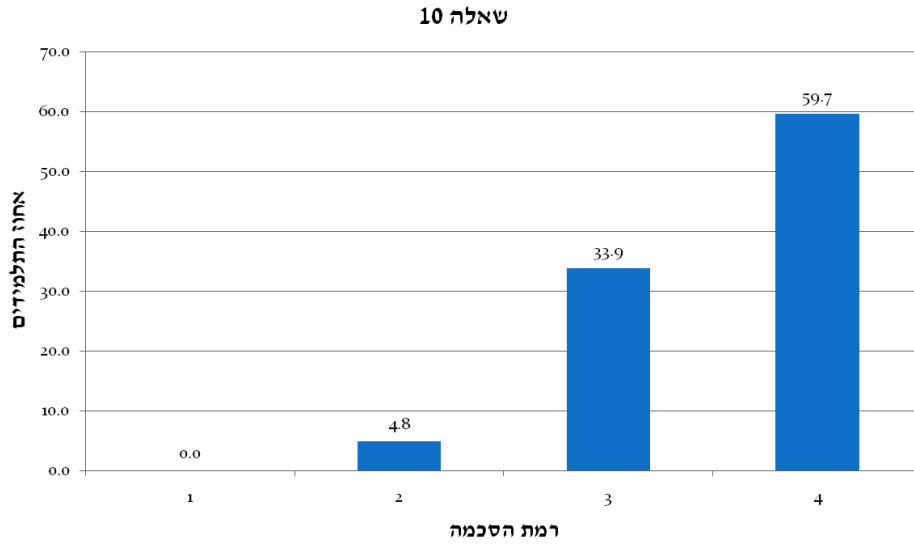
8. היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דיברו בהרצאות



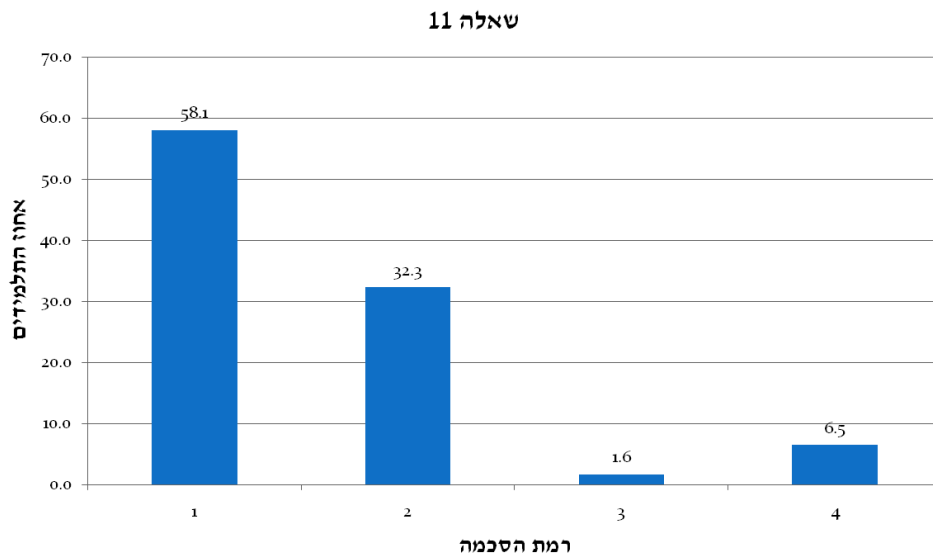
9. הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות



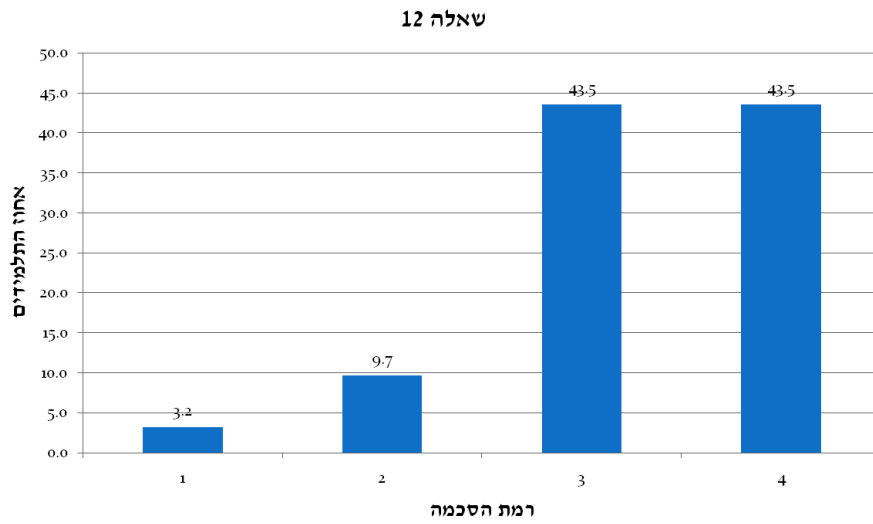
10. הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי כימיה



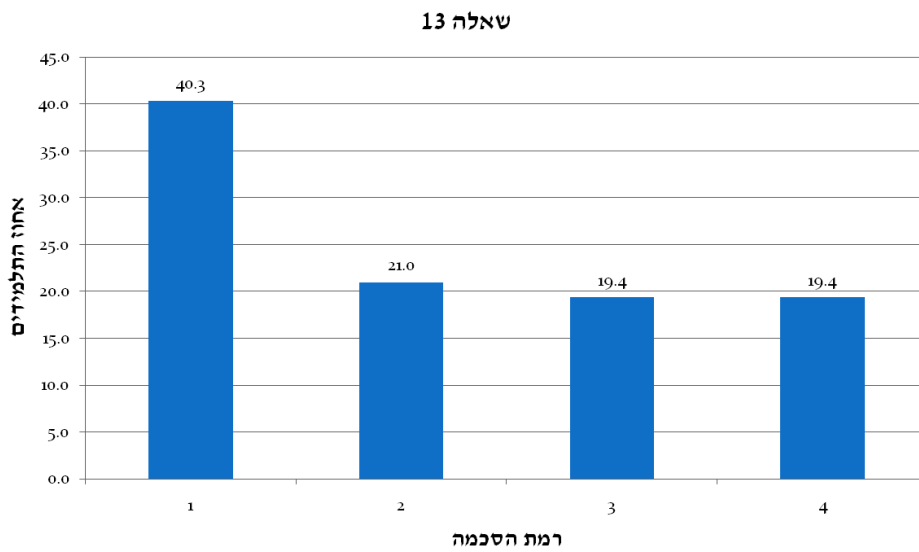
11. די השתעממתי במהלך הכנס



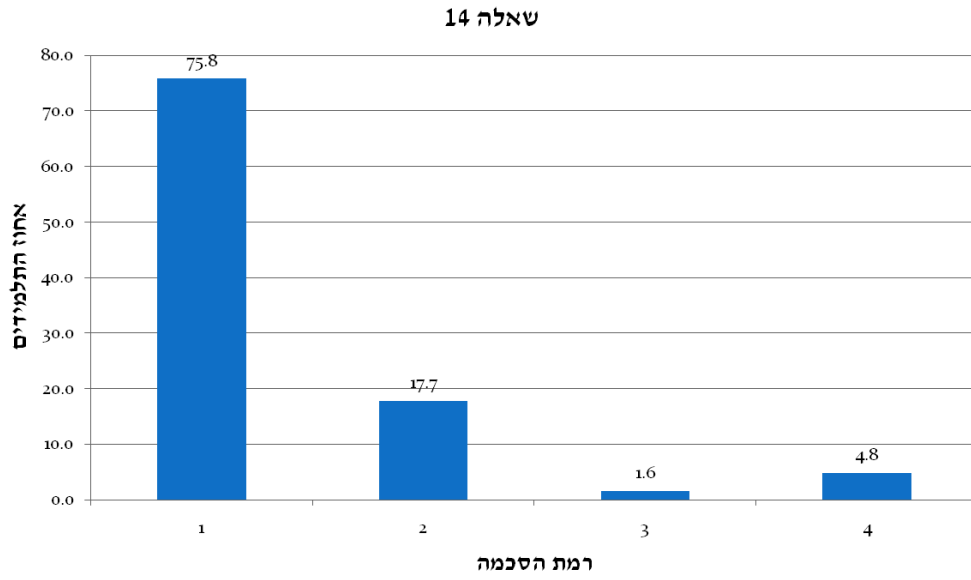
12. המפגש עם לומדי כימיה מבתי ספר אחרים חשוב



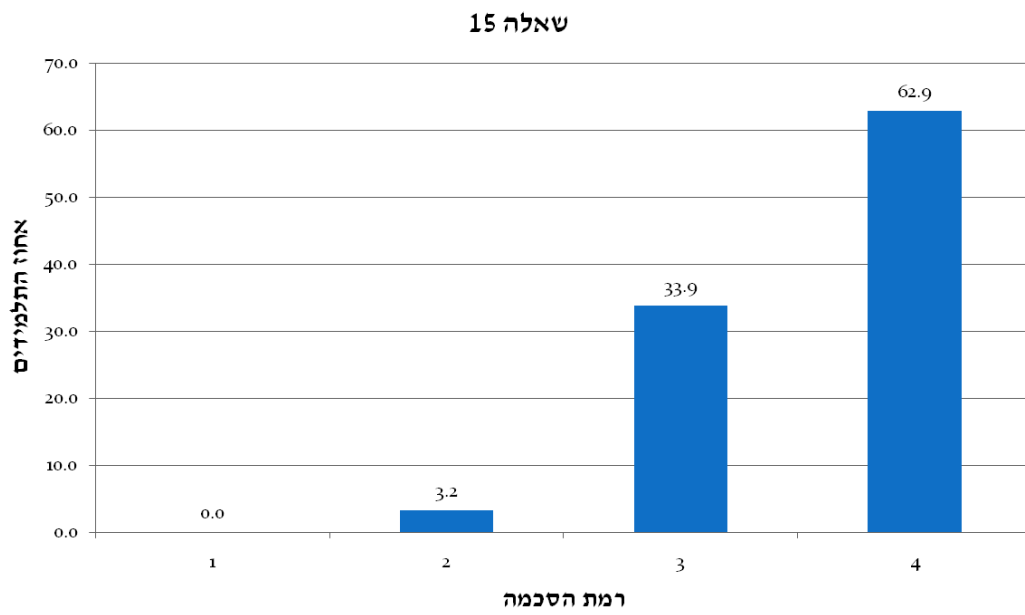
13. עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתוכנית הלימודים ובהכנה לבחינות ולא בכנסים



14. אני מעדיף שלא להציג בכנס



15. ההרצאות היו מובנות לי



## משוב לכנס תלמידי כימיה בתיכון רוטברג, רמת השרון

1. בכנס היום התקיימו פעילויות שונות. דרגו את רמת העניין של הפעילויות, בין 3 (במידה רבה מאוד) לבין 1 (לא התעניינתי)
- \_\_\_\_\_ הרצאה - כימיה בסצנות מפורסמות בקולנוע, פרופ' קובי לוי  
 \_\_\_\_\_ מושבים מקבילים - הרצאות והצגות תלמידים  
 \_\_\_\_\_ הרצאה - עתודה צה"לית בדגש על עתודה כימית  
 \_\_\_\_\_ הרצאה - פירוטכניקה בקולנוע, ירון מור
2. לפניכם היגדים שונים. סמנו באיזו מידה אתם מסכימים להיגדים אלו:

מסכים במידה רבה	די מסכים	לא מסכים	כלל לא מסכים	
				1. הכנס בכללותו היה מעניין
				2. הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה
				3. נהניתי להציג במושב התלמידים (אם הצגת)
				4. למדתי במהלך הכנס דברים חדשים
				5. אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים
				6. ההצגה במושב התלמידים מלחיצה
				7. חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתוכנית הלימודים
				8. היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דיברו בהרצאות
				9. הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות
				10. הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי כימיה
				11. די השתעממתי במהלך הכנס
				12. המפגש עם לומדי כימיה מבתי ספר אחרים חשוב
				13. עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתוכנית הלימודים ובהכנה לבחינות ולא בכנסים
				14. אני מעדיף שלא להציג בכנס
				15. ההרצאות היו מובנות לי

3. הצעות לשינוי/שדרוג הערות והארות

---



---



---



---

### הרצאת הפתיחה: "יהכימיה מפרסי נובל ועד הארי פוטר" פרופ' קובי לוי [הפעילויות בכנס]

21.8%	17	מעניין ביותר
43.6%	34	עניין בינוני
34.6%	27	הכי פחות מעניין



### מושבים מקבילים - כולל הרצאות תלמידים-עמיתים [הפעילויות בכנס]

60.3%	47	מעניין ביותר
34.6%	27	עניין בינוני
5.1%	4	הכי פחות מעניין



### הרצאה בנושא עתודה צה"לית בדגש על עתודה כימית [הפעילויות בכנס]

38.5%	30	מעניין ביותר
43.6%	34	עניין בינוני
17.9%	14	הכי פחות מעניין



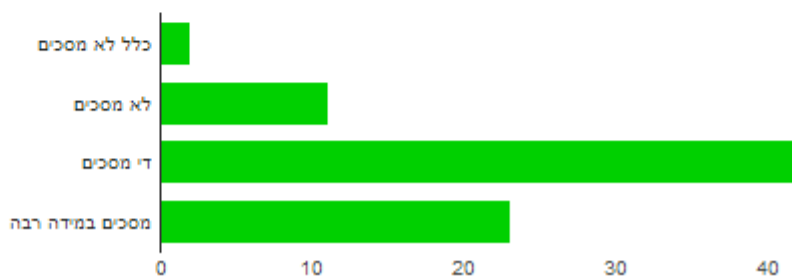
### הרצאת סיום: "פירוטכניקה בקולנוע" [הפעילויות בכנס]

62.8%	49	מעניין ביותר
30.8%	24	עניין בינוני
6.4%	5	הכי פחות מעניין



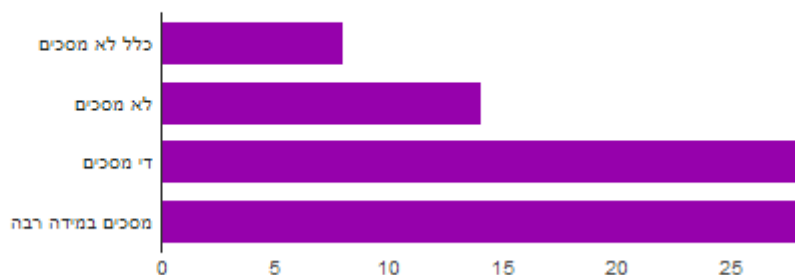
### הכנס בכללותו היה מעניין [מהי עמדתך?]

2.6%	2	כלל לא מסכים
14.1%	11	לא מסכים
53.8%	42	די מסכים
29.5%	23	מסכים במידה רבה



### הרגשתי "גאוות יחידה" כלומד כימיה [מהי עמדתך?]

10.3%	8	כלל לא מסכים
17.9%	14	לא מסכים
35.9%	28	די מסכים
35.9%	28	מסכים במידה רבה



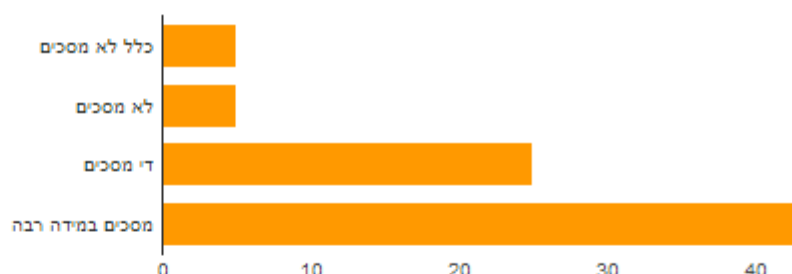
### נהניתי להציג היום במושב התלמידים [מהי עמדתך?]

11.5%	9	כלל לא מסכים
10.3%	8	לא מסכים
41%	32	די מסכים
37.2%	29	מסכים במידה רבה



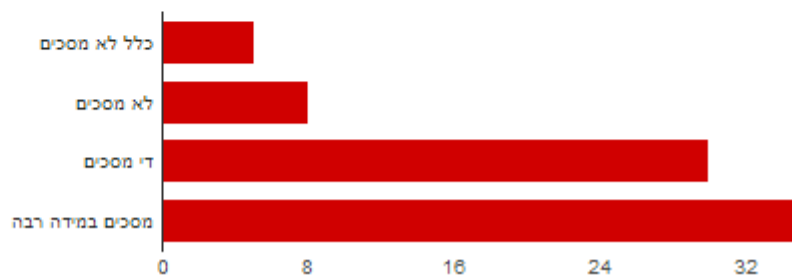
### למדתי במהלך הכנס דברים חדשים [מהי עמדתך?]

6.4%	5	כלל לא מסכים
6.4%	5	לא מסכים
32.1%	25	די מסכים
55.1%	43	מסכים במידה רבה



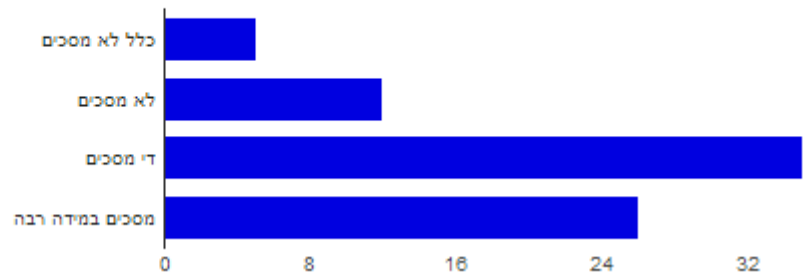
### אשמח להשתתף בכנסי כימיה נוספים [מהי עמדתך?]

6.4%	5	כלל לא מסכים
10.3%	8	לא מסכים
38.5%	30	די מסכים
44.9%	35	מסכים במידה רבה



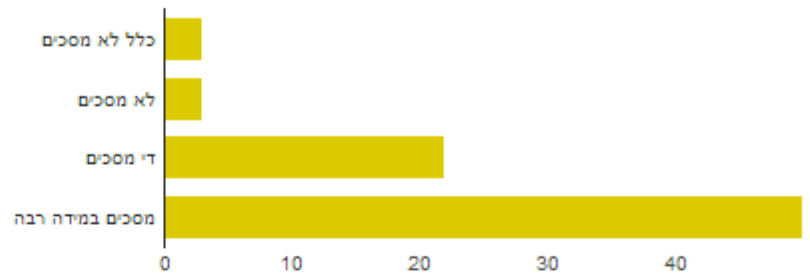
**הכנס תורם לעניין עתידי בלימודי הכימיה [מהי עמדתך?]**

%6.4	5	כלל לא מסכים
%15.4	12	לא מסכים
%44.9	35	די מסכים
%33.3	26	מסכים במידה רבה



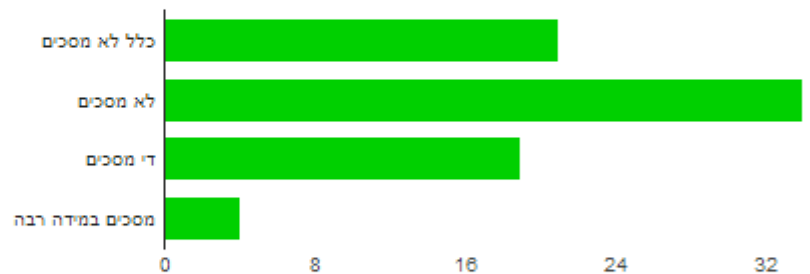
**חשוב להעשיר את הידע שלנו בכימיה גם מעבר למה שמוגדר בתכנית הלימודים [מהי עמדתך?]**

%3.8	3	כלל לא מסכים
%3.8	3	לא מסכים
%28.2	22	די מסכים
%64.1	50	מסכים במידה רבה



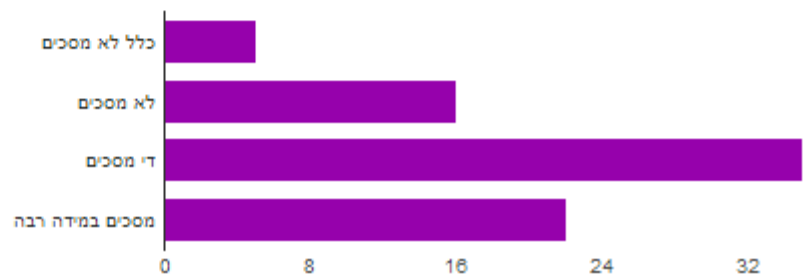
**היה קשה להבין את התכנים הכימיים עליהם דברו בהרצאות [מהי עמדתך?]**

%26.9	21	כלל לא מסכים
%43.6	34	לא מסכים
%24.4	19	די מסכים
%5.1	4	מסכים במידה רבה



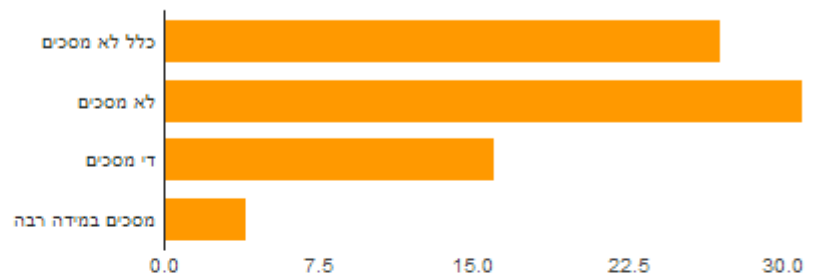
**הצגות התלמידים מבתי ספר אחרים היו מעניינות [מהי עמדתך?]**

%6.4	5	כלל לא מסכים
%20.5	16	לא מסכים
%44.9	35	די מסכים
%28.2	22	מסכים במידה רבה



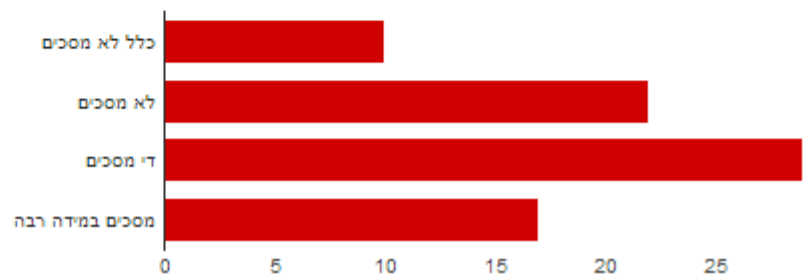
### די השתעממתי במהלך הכנס [מהי עמדתך?]

34.6%	27	כלל לא מסכים
39.7%	31	לא מסכים
20.5%	16	די מסכים
5.1%	4	מסכים במידה רבה



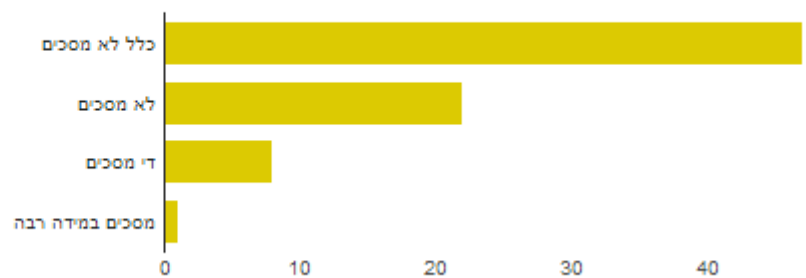
### המיפגש עם לומדי הכימיה מבתי ספר אחרים חשוב [מהי עמדתך?]

12.8%	10	כלל לא מסכים
28.2%	22	לא מסכים
37.2%	29	די מסכים
21.8%	17	מסכים במידה רבה



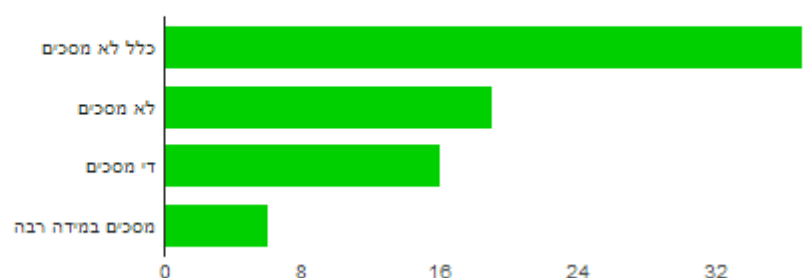
### עדיף שלימודי הכימיה יתמקדו בתכנית הלימודים והכנה לבחינות במקום בפעילויות העשרה כמו הכנס [מהי עמדתך?]

60.3%	47	כלל לא מסכים
28.2%	22	לא מסכים
10.3%	8	די מסכים
1.3%	1	מסכים במידה רבה



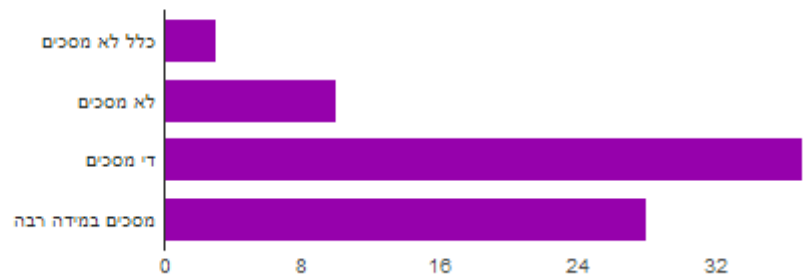
### אני מעדיף שלא להציג בכנס [מהי עמדתך?]

47.4%	37	כלל לא מסכים
24.4%	19	לא מסכים
20.5%	16	די מסכים
7.7%	6	מסכים במידה רבה



## ההרצאות היו מובנות לי [מהי עמדתך?]

3	כלל לא מסכים	3.8%
10	לא מסכים	12.8%
37	די מסכים	47.4%
28	מסכים במידה רבה	35.9%



### דוגמאות להצעות תלמידים לשינוי/שדרוג של כנסים אזוריים

- ♦ הכל היה מצוין! לא צריך לשנות דבר.
- ♦ לקיים יותר כנסים במהלך השנה.
- ♦ תודה רבה - הכנס היה יפה מאוד!
- ♦ כל התלמידים השקיעו בהכנת הרצאות - גם מבית הספר שלי וגם תלמידים מבתי ספר אחרים.
- ♦ יוזמה מבורכת, היה נחמד מאוד.
- ♦ היה מדהים! בהרצאות היו מעניינות מאוד - גם הרצאות מליאה וגם הרצאות תלמידים במושבים המקבילים.
- ♦ תודה על ההשקעה! יצרתי עם תלמידים מבתי ספר אחרים.
- ♦ קודם כל ההשקעה הורגשה והרגשתי כבוד להיות חלק ממגמה, שהיא לא סתם הרחבה בבית הספר אלא מגמה של ממש.
- ♦ המפגש עם תלמידי בתי הספר האחרים היה מהנה, מלמד והיה נחמד עם היו עוד כאלה. מושבי התלמידים היו מהנים וגם ההפסקות שהיו זמן להחלפת חוויות.
- ♦ ממליץ לעשות יותר הפסקות במהלך ההרצאות.
- ♦ מאוד אהבתי את ההצגות שתלמידי התיכונים השונים הציגו.
- ♦ ממליצה על מתן אפשרות בחירה לאילו חדרים ללכת במושבים המקבילים.
- ♦ ההרצאה הראשונה הייתה מעניינת, אך ארוכה מדי.
- ♦ לקצר מעט את ההרצאות, כך נוכל להישאר בפוקוס מלא לאורך כל ההרצאה.
- ♦ מאוד אהבתי את יום הכנס! נהנית מכל רגע! הלוואי שיהיו יותר פעילויות כאלה.

## דוגמאות למשוב ולהצעות של מארגני הכנסים ועוזריהם

- מארגני הכנסים ועוזריהם התבקשו להתייחס לשאלות הבאות:
1. האם אתה מכיר מרצים טובים שאפשר להזמין לכנס הבא?
  2. האם כדאי לדעתך להגביל את הכנס לכיתות מסוימות?
  3. האם תוכל להציע סוג אחר של פעילויות, כמו משחקים ועוד?
  4. תן ציון מ-1 עד 5 על כל הרצאה: הרצאת פתיחה והרצאת סיכום.
  5. תן ציון מ-1 עד 5 על מושב תלמידים.
  6. הצעות לשיפורים (מה הייתה משנה בארגון הכנס)?
  7. האם אתה מעוניין להשתתף בכנס בפעם הבאה?
  8. איזה סוג הרצאות היית רוצה לתת: פרונטלית, ניסויים? נא להוסיף הערות

### נורית דקלו

עבורי כנס תלמידי פתח תקווה היה ניסיון ראשון בארגון כנס תלמידים, ומטבע הדברים היה מלווה בחששות רבים, התרגשות ותהיות. אנסה להתייחס במשוב זה למספר היבטים משמעותיים בתהליך הארגון של הכנס.

### ההדרכה

ההדרכה הייתה מיטבית ולמעשה פרסה בפני את כל התשתית הארגונית והתכנית לכנס. הדרכה זו נתנה בידי את המידע על השלבים הנדרשים בארגון הכנס, וכך יכולתי לפעול צעד צעד אחר ההמלצות והשלבים המאורגנים - על סמך ניסיונם של קודמים לי. מבחינתי עבודה בשלבים מוגדרים מקלה מאוד ומבהירה את הדרך. הכלי המעשי שקבלתי - חוברת לארגון הכנס משנת תשע"ה, ממש יכולתי לעבוד על פי השלבים המופיעים בה ולאמץ את ההמלצות על פי ראות עיני. כלומר מצד אחד יכולתי ללכת באופן בטוח צעד אחר צעד וגם להכניס את נטיית ליבי האישית.

### ליווי המנחים

הליווי של זיוה בר-דב בפרט והמורים הותיקים והמנוסים בארגון כנסים לצידה היה מאוד משמעותי. התייעצתי, שאלתי ונעזרתי, והדבר היווה תמיכה משמעותית מאוד.

### תהליך ההכנה

תהליך ההכנה היה ארוך ועמוס. לשמחתי, מאוד נהניתי מכל השלבים שלו, הן הטכניים (דאגה לחוברות, לפריטים ולפרטים הטכניים - תרומה והזמנת כיבוד בסיוע העירייה, ארגון וחלוקת תלמידים וזמנים, הכנסת הזמנות והפצתן, איסוף נתונים מהמורים המשתתפים וכו') והן מהשלבים התוכניים (הכנת מושבים עם התלמידים שלי). עבודה מעניינת וקשר מעשיר עם התלמידים בעיקר.

מאוד נהניתי מהחשיבה והרעיונות שהתלמידים שלי העלו בנוגע לכיבוד ברוח הכימיה. הייתי שותפה מלאה איתם לרכישות הפריטים (מרשמלו בכל מיני צבעים, איך יראה הדני"א ועוד) מבחינתי זה ממש כיף.

נהניתי מיצירת קשר עם המרצים ושמחתי על ההירתמות שלהם ושל נציגים נוספים: פרופסור רון בלונדר, ד"ר דבורה קצביץ, ד"ר דורית טייטלבוים וד"ר יעל שוורץ. היה לי קושי עם המורים המשתתפים בעניין ההירתמות להכנת מושבים. חלקם התמהמהו מאוד וחלק אף לא שיתפו פעולה. מורים אחדים ביטלו את השתתפותם בכנס בשל טענה של חוסר זמן להירתם ולהקדיש זמן להכנת התלמידים כשלחץ הבגרות עומד מול עיניהם. לצערי היה גם קושי בהשתתפות בתי ספר דתיים מהעיר. בחלקם הסיבה שהועלתה הייתה ערוב בני נוער - כלומר בנים ובנות חילוניים, שאינו מקובל בבתי ספר דתיים והדבר כאב לי במידה מסיימת.

### הכנס עצמו

יום הכנס היה מרגש, מעייף ונפלא!

מספר מסקנות:

1. מושבי תלמידים עדיפים על פני דיון בדילמה מוסרית אתית במעמד זה של הכנס.
2. לדעתי, אין להגביל את גיל המשתתפים. ראיתי שרבים מהתלמידים שנרתמו להכנת הכנס ולעזרה בארגון שלו היו דווקא תלמידי כיתות י', ולכן לא כדאי למנוע השתתפותם. כמו כן המוטיבציה אצלם עולה במיוחד וזה חשוב.
3. ההרצאה המסכמת החווייתית חשוב שתהיה "סוחפת" - היא זו שנותנת את הטעם והחווייה איתה נשארים.
4. יצאתי מחוזקת לארגון כנסים נוספים.

### רוזה גולובצ'יק

1. כן: פרופסור רון בלונדר ממכון ויצמן, ד"ר יהושוע סיון, ד"ר יעל שורץ ממכון ויצמן, פרופ' עדה יונת ממכון ויצמן, פרופ' אורי פסקין מהטכניון.
2. לדעתי, כדאי להגביל את הכנס לכיתות י"א ו-י"ב בלבד. אני חושבת שלתלמידי כיתה י' אין מספיק ידע כדי להבין את ההרצאות וההצגות במושבי התלמידים.
3. כדאי לעשות תחרות בין קבוצות התלמידים בעזרת השאלות הקשורות לכימיה: ניתן להעביר את התחרות בצורת משחק: מה? איפה? מתי?
4. הרצאת פתיחה - 4, הרצאת סיכום - 5.
6. יותר הדגמות ניסויים וביצוע ניסויים על ידי משתתפי מושב תלמידים, בהנחיית התלמידים המציגים.
7. אני מאוד רוצה להשתתף בכנס בשנה הבאה ואף לארגן כנס בבית הספר שלי.
8. אני מעדיפה לתת את ההרצאות הפרונטליות. אפשר גם להכין, יחד עם קבוצת תלמידים, את הדגמת הניסויים.

### חולוד בלעום

1. מרצים טובים : פרופ' ראמי חג' עלי - הנדסת תוכנה, פרופ' אחמד תאיה - ביולוגיה כימיה ותזונה.
  2. כדאי להגביל את הכנס לכיתות י"א ו-י"ב.
  3. אפשר לשלב משחקים בנושא הכימיה בין כמה מבתי הספר כתחרות.
  4. ציון להרצאת פתיחה - 4 ולהרצאת סיום - 4.
  5. ציון 5 - למושב תלמידים
  6. הייתי ממקמת את הניסויים בתחילת הכנס בשביל להרשים את הנוכחים.
  7. אני מעוניינת מאוד להשתתף בכנס בשנה הבאה.
  8. הייתי נותנת הרצאה משולבת - ניסויים ופרונטלית.
- לסיכום : הכנס מאוד חיוני ללימודי כימיה בבתי הספר, שכן משמש מנוף לעידוד תלמידים להתמחות בכימיה בהיקף 5 יחידות.

### נחום סטולר

1. היות ובשנים האחרונות אני מלמד ומתעניין בחלבונים ובחומצות גרעין, הגיע הזמן שאשמע יחד עם תלמידי, את פרופסור עדה יונת .
2. כיתות י"א ו-י"ב. אם יש תלמידים מכיתות ט' או י' שמשתתפים בתחרות במכון דוידסון (פוסטרים, מעבדות חקר), יש בהחלט מקום לשלב אותם בכנס.
3. הפעילות שבה אני תומך היא מעבדות חקר חדשות, שזה אחד המקומות המתאימים, לתת להן פומביות.
4. הרצאת פתיחה - ציון 4 (מתוך 5), לא הייתי נוכח בהרצאת הסיכום.
5. ציון משוקלל 4 מתוך 5 .
7. אני מעוניין להשתתף, אלא שהפעם, להציג בפני אורחים שמגיעים ממדינה אחרת.
8. ניסויים חדשים שאני מפתח במהלך השנה.

### מוחמד מנסור

בכנס שהתקיים בטירה הייתי אחד המארגנים של הכנס, כנס התלמידים הוא אחד התוצרים הנפלאים של פעילויות מכון ויצמן. הביאה אותו המורה פאדיה חיטיב לבית ספרנו. ארגון הכנס לא קל, אך גם לא קשה במיוחד, מאוד כיף לראות את התלמידים שמשתתפים, מכינים ועובדים למשך יותר מחודש לשם הצלחת הכנס, וכדי שיציגו חומר מדעי שהינו מחוץ לתכנית הלימודים. אני רואה בכנס מין גאווה גדולה גם בשבילי וגם בשביל התלמידים, אפשר לראות התעניינות רבה של התלמידים וההנאה שלהם, כשארגנו כנסי תלמידים בטירה. בעזרת השם נמשיך לארגן כנסים!