



# תרגיל 2 בהוראת כימיה.

**מדינות :** פיה גרינשטיין ואירנה מרזולין  
( שנה א', תוכנית רוטשילד - ויזמן )

נושא העבודה : " בעצם, יש לך סידן?". ( פעילות מבוססת על מאמר של ויולה סאדר )

## 1. מיפוי הנושאים המתאימים בתוכנית הלימודים

הנושא : מבנה וקשור" - יונים , מבנה היום, מחליפי יונים, מוליכות בתמיסות  
הנושא " יחסים וכמיות" - ריכוז ( M , ppm )  
הנושא " טעם של כימיה" - מינרלים

## 2. הגדרת מטרת הפעילות ההוראתית

אנו מציעות פעילות מסכמת על בסיס קריאת מאמר בכיתה יא'

- \* הבנת חשיבות הימצאות היונים בגוף
- \* הבנת תהליך בו משתתפים יונים ( לדוגמא, יון סידן )
- \* שאלת שאלות לטקסט נתון
- \* מיומנות חישובים של המרת יחידות
- \* יישום חומר הנלמד בהבנת תהליך ביוכימי בגוף.

## 3. מיפוי ידע מוקדם הנדרש לתלמידים

- א. מיומנות בסיסית של עבודה עם מאמר
- ב. מיומנות שאלת שאלות
- ג. מיומנות הבנת הגרף
- ד. מבנה ותכונות יונים לעומת אטומים
- ה. מוליכות בתמיסות של חומרים יוניים ומולקולריים

## 4. תכנון פעילות הוראה (ניסוי, קריאת מאמר, דיון, ארכיון, מחק תפקידיים וצוד)

הפעילות מבוססת על קריאת מאמר. ( 2 שעורים )  
שעור 1 - קריאת מאמר והבנתו  
שעור 2 - עבודה עם השאלות

## 5. הצרכה - כיצד תצריכו את השנת מטרת הפעילות?

הניקוד ינתן על פי חלוקה הבאה:

ניקוד	תשובה חלקית	תשובה מלאה	מס' השאלה
4	כל שאלה רשומה -	12	1
3	כל הגדרה נכונה-	9	2
0	ללא חישוב-	8	3
0	ללא חישוב-	א-8	4
0		ב-6	
2	טעות במספר סוג אחד של האטום	א-8	5
4 / 0	ללא הסבר / ללא שימוש במושג אלקטרושליליות	ב-8	
3	צוין רק סוג אחד של הקרשים-	ג-6	
4	ללא הסבר-	ד-8	
4	ללא נימוק -	7	6
2	כל מעכב-	10	7
5	ללא הסבר-	10	8

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביוכימיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



## תרכיף 2 בהוראת כימיה.

### בעצם, יש לך סידן?

**סידן (Calcium)** הוא יסוד ממשפחת המתכות האלקליות העפרוריות שסמלו הכימי Ca ומספרו האטומי 20.

#### ⇒ חשיבות יוני הסידן בגוף ותפקידם

בבעלי חיים מהווה הסידן מרכיב חשוב בעצמות. יוני סידן מסוגלים להיכנס אל ולצאת מהתא דרך משאבות ותעלות הנמצאות בממברנה. סידן משחק תפקיד חיוני ביותר בפעולת עצב-שריר, בקרישת-דם, באיתות התוך-תאי הקשור לדוגמה לחלוקת התא (מיטוזה) ועוד, ולכן כה חיונית השמירה על תחום ריכוזים קבוע שלו בדם שהוא צר יחסית-בין 8.5 עד 10.2 מיליגרם לדציליטר (מ"ג/ד"ל). בערך 55% מכלל הסידן בגוף קשור לחלבוני הדם ובעיקר לאלבומין, או יוצר צימוד (קומפלקס) עם זרחה (פוספאט) או עם חומצת לימון (ציטראט), ואילו שאר הסידן מופיע כ"חופשי".

מאגר יוני הסידן הנמצא בסביבה החיצונית של תאי הגוף באדם מגיע מן העצמות דרך מחזור הדם. הבקרה על כמות הסידן הנפלטת מהעצמות אל הדם נעשית על ידי מספר אזורים במוח.

#### ⇒ הסידן ועצמות הגוף

רוב הסידן שבגוף נמצא בעצמות. כאשר ספיגת הסידן מהמזון אינה מספיקה, הגוף "מתגייס" להעלאת ריכוז הסידן בדם על ידי פירוק רקמת העצם והעברת סידן ממנה לדם. כמו כן מוגברת ספיגת הסידן לדם מהמעי ומהכליות. כדי שסידן ייספג בגוף, דרוש ויטמין D. ויטמין D מצוי במוצרי חלב ובחלמון ביצה. כמו כן כאשר העור נחשף לאור השמש, ויטמין D נוצר בעור מחומר מוצא המצוי בגוף. לכן הורמונים המופרשים מבלוטת התריס וכן ויטמין D הם המווסתים את מסיסות הסידן והשקעתו בעצם.

#### ⇒ מנגנון הפעולה של יוני סידן

ריכוז יוני סידן בתא נמוך בהרבה מאשר מחוץ לתא. חדירת היונים הללו לתא נעשית דרך תעלות סידן ייחודיות. הגברת מוליכות התעלה ליוני סידן משקפת את הגברת פעילותה וכך יוני סידן נכנסים אל תוך התא. בזמן התכווצות תא שריר מוליכות התעלה יורד.

#### ⇒ כיצד מתבצעת הבקרה והוויסות של רמות סידן בדם?

ריכוז הסידן היוני מווסת באופן הדוק על ידי שתי מערכות הורמונאליות נפרדות: ההורמון הפרה-תירואידי (PTH) וקלציטריול שהיא צורתו הפעילה של ויטמין D המכילה שני שיירי הידרוקסיל-OHD<sub>31,25</sub>. ההורמון PTH מיוצר על ידי בלוטות הממוקמות מאחורי בלוטת התירואיד (התריס). ההורמון PTH הוא פפטיד בן 84 חומצות אמיניות ומרגע שהוא מופרש מהבלוטה, הוא פועל למשך זמן קצר יחסית, ונקופת מחצית החיים שלו בדם היא בסך הכול 3 דקות. הפרשת PTH שנועד להגביר את רמת הסידן בדם, נעשית בצמידות רבה לריכוז הסידן היוני, וכאשר זה יורד ב-0.1 מיליגרם לדציליטר בלבד, מוכפלת הפרשת PTH.

ויטמין D נספג במעי מן המזון (בעיקר ממאכלי חלב) כוויטמין D<sub>3</sub> או בשמו המלא כוליקלציפרול (cholecalciferol). חלק מוויטמין D מגיע מתאי העור. שם הוא נוצר כתוצאה מהחשיפה לקרינת UV שבאור השמש. ויטמין D<sub>3</sub> חסר פעילות ביולוגית, ועל מנת לשפעל אותו הוא עובר שתי ריאקציות הידרוקסילציה, דהינו הכנסת 2 שיירי הידרוקסיל למולקולת הוויטמין. וויטמין D מגביר ספיגת הסידן מהמעי ומונע הפרשה מוגברת של הורמון PTH. כל זה גורם להפחתת הפרשת סידן בשתן והגברת ספיגת סידן לעצם.

גורמי נוספים לויסות הסידן בגוף :

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



## תרכיף 2 בהוראת כימיה.

קאלציטונין – הרמון מקטין את כמות הסידן ע"י הפחתת גיוס הסידן מהעצמות, הטמעת הסידן בשלד והגברת הפרשת עודף סידן בשתן. מינרלים נוספים הנחוצים לספיגת סידן וחיזוק העצם :

מגנזיום- מעורב בחילוף חומרים של העצם, תורם ליצירת העצם ובעקיפין תורם לשיפור פעילות ההורמונים המווסתים את צפיפות העצם. אבץ- בעל תפקיד חשוב ביצירת עצם ועוזר בספיגת סידן.

### ⇒ סטייה מהתקן

יש חשיבות לא רק לדרגת המוגברות של סידן, אלא אף לקצב התרחשות מצב זה. היפר-קלצמיה (רמות מוגברות) קלה בה רמת הסידן נמצאת מתחת לסף של 11.5 מיליגרם לדציליטר גורמת למספר תרחישים. תחושת צמא, שתיית-יתר והשתנה מוגברת וכן הפרעות עיכול כתוצאה מהפרשה מוגברת של ההורמון גֶסְטְרִין בקיבה בהשפעת הסידן המוגבר. לעתים סידן מוגבר קשור לתחושות דיכאון או להפרעות קוגניטיביות קלות. אך כאשר רמת הסידן בדם מגיעה לתחום ריכוזים של 11.5 עד 14.0 מיליגרם לדציליטר התסמינים כבר מוחשיים יותר: אדישות, עייפות, חולשת שרירים, הימנעות מאכילה (אנורקסיה), בחילה ועצירות. רמות מוגברות מאוד של סידן בדם (מעל 14.5 מיליגרם לדציליטר) יחריפו את התסמינים שהוזכרו קודם, ובנוסף יגרמו להתייבשות, כאבי-בטן, הקאות, רִדְמָת (לְתַרְגִּיה) עד כדי תרדמת (coma). מצבים קליניים אחרים העלולים להיגרם ברמות גבוהות של סידן בדם הם דלקת הלב, אוסטאופורוזיס, יצירת אבני-כליות, הופעת מוקדים של הסתיידות בכליות (נפרוקלצינוזיס) כמו גם הסתיידות ברקמות רכות וכן מצב של azotemia, או הגברת רמת שתן (urea) בדם.

הסיבות לרמת-יתר של סידן בדם מגוונות, ומדידת ריכוז ההורמון PTH חשובה מאוד בהערכת מצב זה, שכן הסיבה שכחה ביותר של היפרקלצמיה היא פעילות-יתר של הבלוטות המייצרות אותו. פעילות עודפת זו מתגלה בבדיקות שגרה של הדם. פעילות-יתר של בלוטות מתרחשת באופן משני כאשר ריכוז נמוך של סידן בדם מגרה להפרשה מוגברת של PTH. התבטאות קלינית של יתר-פעילות של הבלוטה יכולה לגרום לירידה במסת העצם (osteopenia) בעיקר באזורי קליפת העצם בניגוד לאבדן עצם המתרחש בתהליכים אוסטאופורוטיים בנשים בגיל שחל-ווסתן. איבוד זה של רקמת עצם בתגובה ליתר-פעילות של הבלוטה קשור כמובן לספיגת סידן מוגברת מהעצמות כחלק מהשפעת ההורמון PTH. הגברת הפרשה של סידן בשתן מביאה ליצירה מוגברת של אבני-כליות (nephrolithiasis) המתרחשת בשתי הכליות, כאשר הרכבם הכימי של אבנים אלה הוא קלציום-אוקסלאט. אבנים אלה נוטים להיווצר במטופלים עם הרמות הגבוהות ביותר של ההורמון קלציטריול (שהוא למעשה ויטמין D המותמר עם 2 שיירי הידרוקסיל), בהם רמות הסידן בשתן הגבוהות ביותר. במטופלים אלה עלולה להופיע הסתיידות של הכליות (נפרו-קלצינוזיס) ו-azotemia.

### ⇒ טיפול תרופתי למצב סטייה מהתקן

אותם גורמים קודמים המווסתים את רמת הסידן בדם, ישמשו כתרופה שניתן דרך הפה כמו תוספת של ויטמינים, למשל במקרה של הידלדלות העצם נותנים ויטמין D בתוספת סידן בצורת מלח כדי להגביר את ספיגת הסידן מהמעיים ומפחית הפרשת הורמון PTH וכך מגביר את ספיגת הסידן לעצם. כמו כן נותנים ההרמון קאלציטונין בצורת הזרקה, אשר מפחית איבוד סידן מהעצמות ומסייע לשמור על רמות תקינות של סידן בדם. תוספת של מינרלים כמו מגנזיום ואבץ נחוצים לספיגת סידן ולחיזוק העצם ולפעילות תקינה של תא שריר.

## עאלות לאאאה

1. רשום 3 שאלות שהתשובות עליהן נמצאות במאמר. (12 נק.).

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



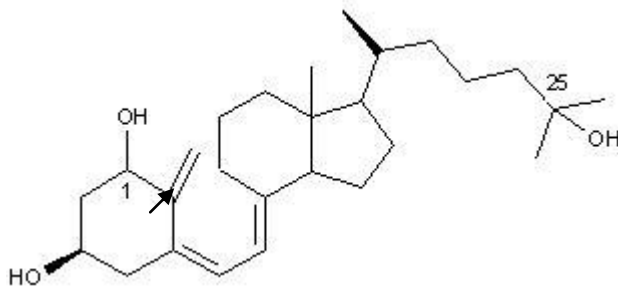
## תרכיף 2 בהוראת כימיה.

2. הגדר 3 מושגים המסומנים במאמר. (9 נק.)

3. חשבו את אחוז ההורמון PTH שיישאר בגוף אחרי 12 דקות? (8 נק.)

4. א. מהו ריכוז הנורמה של יוני הסידן בדם? (8 נק.)  
 ב. הפוך את הריכוזים בתשובתך לסעיף א' לריכוזים מולריים (M). (6 נק.)  
 זכור: 1 גר' = 1000 מ"גר', 1 ל"מ = 1000 מ"ל, 1 ד"ל = 10 ל"

5. לפניך נוסחה של ויטמין D<sub>3</sub>.



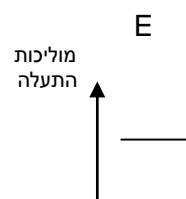
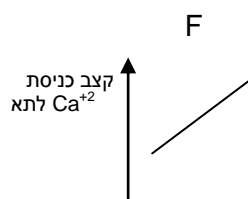
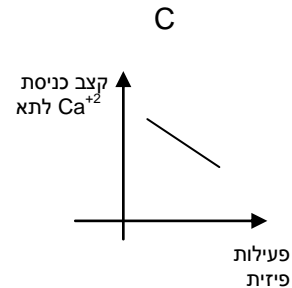
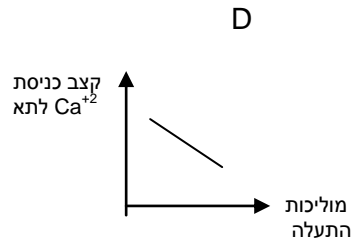
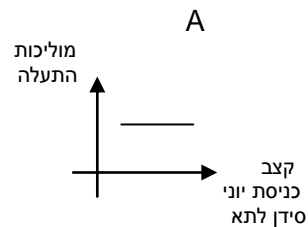
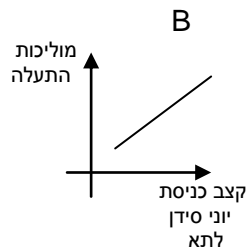
א. כל קודקוד בטבעות המשושות מייצג אטום פחמן. מהי הנוסחה המולקולרית של הויטמין. בהתבסס על נוסחת המבנה הנתונה (יש לקחת בחשבון אטומי מימן נוספים שאינם מצוירים)? (8 נק.)

ב. השווה את חוזק הקשר C-O בעמדה 1 לחוזק הקשר C=C בעמדה המסומנת בחץ. הסבר. (8 נק.)

ג. מהן האינטראקציות שנוצרות בין המולקולות של ויטמין D<sub>3</sub>. (6 נק.)

ד. ויטמין D<sub>3</sub> אינו מתמוסס במים, אך מתמוסס בשמן צמחי. הסבר את העובדה באמצעות מושגים של מבנה וקישור. (8 נק.)

6. איזה מבין הגרפים הבאים מראה את קצב כניסת יוני סידן כתלות במוליכות התעלה בזמן מאמץ. סמן את הגרף ונמק. (7 נק.)



קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.



# תרכיף 2 בהוראת כימיה.

פעילות פיזית

פעילות פיזית

7. בנה טבלה שבה מופיעה רשימת מעכבים לאיבודי סידן, ודרך פעילותם. (10 נק.)

8. איזה מבין 3 הטבלאות הבאות מתאר מצב של היפרקלצמיה. **נמק!** (10 נק.)

טבלה מס' 3

ריכוז יוני הסיידן בשתן (מג/דל.)	כמות יוני האבץ $Zn^{+2}$ (גר.)
0.0034	0.000014
0.0018	0.000027
0.0009	0.000033
0.0005	0.000058
0.0001	0.000072

טבלה מס' 2

מסת העצם (גר.)	כמות הורמון PTH (גר.)
30	0.00025
28	0.00032
17	0.00058
8	0.00073
3	0.00120

טבלה מס' 1

ריכוז יוני הסיידן בשתן (מג/דל.)	כמות הורמון קלצטריול (גר.)
0.00034	0.02
0.00022	0.01
0.00019	0.001
0.00016	0.0009
0.00012	0.0007

הערות למורה.

- רמת הפעילות בינונית עד קשה
- פעילות בודקת את מיומנויות שנרכשו בחקר ללא ביצוע הניסוי (שאלה 6)

מיומנות	מספר שאלה
שאלת שאלות, הבנת הנקרא	1
ידע הנלמד בכיתה בנושא " מבנה האטום והטבלה המחזורית"	2
חישובים של זמן מחצית חיים	3
הבנת הנקרא, חישובים סטויכיומטריים + ppm	4
א. מבנה המולקולה, נוסחת המבנה ונוסחה מולקולרית ב. גורמים המשפיעים על חוזק הקשר הקוולנטי ג. שימוש בהבנת הקשר בין סוג הקשר לבין תכונות החומר ד. חיבור טיעון על סמך הטענה הנתונה המשקף ידע בקשר בין סוג הקשר לבין תכונות החומר	5
הבנת הנקרא, משתנה תלוי ובלתי תלוי, קריאת הגרף	6
הבנת הנקרא, בניית טבלה על סמך המידע המופיע במאמר	7
הפקת מידע מהטבלה הנתונה	8

קובץ זה נועד אך ורק לשימוש האישי של מורים למתמטיקה, פיזיקה, כימיה וביולוגיה ולהוראה בכיתותיהם. אין לעשות שימוש כלשהו בקובץ זה לכל מטרה אחרת, ובכלל זה: שימוש מסחרי, פרסום באתר אחר (למעט אתר בית הספר בו מלמד המורה), העמדה לרשות הציבור או הפצה בדרך אחרת כלשהי של קובץ זה או חלק ממנו.