



בית ספר התיכון השש שנתי מקיף ו' ע"ש קוהל

רח' בית אל, שכונה ט', ת.ד. 3054, באר-שבע מ. 84132

טלפון: 08-6420410 – פקס: 08-6435139

# חוקרת אבודה הכימיה

## כיתה ו'

ספר מלווה: הסביבת הכימיה – ד"ר דבורה יצקובי

+ משימות אוריינות מאת אוריין

טלי זאדה

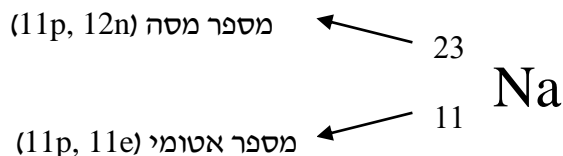
התלמידים צריכים לפתור את קובץ הפתיח לכיתה ו' וכן עד עמ' 83 בספר.

**האטום** (איזוטופים+רדיואקטיביות)

**מספר אטומי** – מספר בפרוטונים בגרעין האטום. קובע את היסוד. אם האטום נייטרלי (אינו בעל מטען חשמלי), מספר זה יהיה גם מספר האלקטרונים.

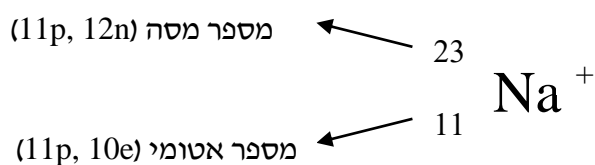
**מספר מסה** – מסת גרעין האטום. בכום של מספר הפרוטונים ומספר הניוטונים.

**סימול האטום:**



**סימול יון:**

זכרו !



יון ישנה רק את מספר האלקטרונים באטום. מספר הפרוטונים והניוטונים לא ישתנה.

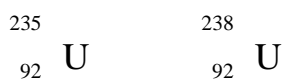
**איזוטופ** – אטום של אותו יסוד עם מספר נייטרונים שונה.

**איזוטופים נפוצים:**

1. איזוטופ הפחמן



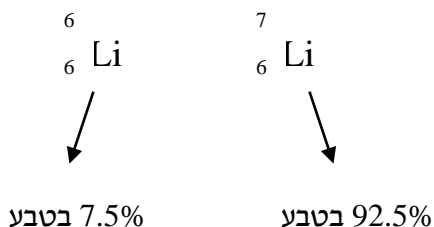
2. איזוטופ האורניום



3. איזוטופ הכלור



4. איזוטופ הליתיום



**חישוב מסה משוקללת של איזוטופ המימן:**

שם האיזוטופ	סימול	פרוטונים	אלקטרונים	ניוטרונים	מס' מסה	שכיחות בטבע
מימן	${}^1_1\text{H}$	1	1	0	1	99.5%
דאוטריום D	${}^2_1\text{H}$	1	1	1	2	0.3%
טריטיום T	${}^3_1\text{H}$	1	1	2	3	0.2%

**נוסחה:**  $\% / 100$  \* מספר מסה +  $\% / 100$  \* בטבע \* מספר מסה = מסה משוקללת

**חישוב המסה המשוקללת של המימן:**  $1 * 99.5 / 100 + 2 * 0.3 / 100 + 3 * 0.2 / 100 = 1.0079$

לא נדרש לבגרות, רק להבנת הטבלה המחזורית.

**תרגילי חזרה בנושא סימול האטום**

1. השלם את הטבלה הבאה:

מספר אטומי	סמל כימי	שם	p	n	e	מספר מסה	סימול מלא וכוכב לאיזוטופ
	O			8	8		
	O			10			
17				18			
17				19			
2				2			
3				4			
	Ar			20	18		
11				12			

2. מספר מסה הוא \_\_\_\_\_

3. מספר אטומי הוא \_\_\_\_\_

4. איזוטופ הוא \_\_\_\_\_

5. לאטום פחמן שהמספר האטומי שלו הוא 6, יש 6 נייטרונים. מהו מספר המסה של אטום זה? מהו מספר המסה של אטום פחמן שיש לו 8 נייטרונים? \_\_\_\_\_

6. חשב את מספר הניוטרונים של אטום הברום \_\_\_\_\_

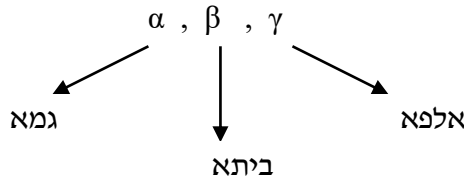
7. רשום מספר מסה ומספר פרוטונים של כל אטום מהרשימה הבאה: Mg, Ca, Ne, P \_\_\_\_\_

### רדיואקטיביות

**קרינה** היא אחת הצורות של התפשטות (העברת) אנרגיה. מתוארת כזרם של חלקיקים נושאי אנרגיה, היוצאים ממקור כלשהו, ומתפשטים ממנו בכיוון מסוים, אחד או יותר. לחלופין, ניתן לתאר קרינה כגל היוצא ממקור מסוים ומתפשט במרחב.

אנרגיה מתפשטת בצורות שונות - הולכה, הסעה וקרינה. בניגוד להולכה והסעה, הקרינה איננה נזקקת לשום תווך חומרי לצורך מעבר דרכו.

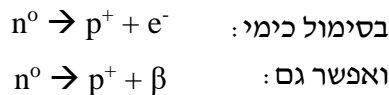
**קרינה רדיואקטיביות** – קרינה שנפלטת מגרעינו של אטום (איזוטופ). קיימים שלושה סוגי קרינה:



רדיואקטיביות מתייחסת לקרינה שנפלטת מגרעין של אטום ולכן יש הבדל בין מספר אטומי למספר מסה. נתחיל בזה שמדובר ברעין ולכן אין קשר לאלקטרונים. בנוסף, מספר אטומי לא ישתנה מאחר ולכל אטומי הפחמן, לדוגמא, יהיו 6 פרוטונים. לעומת זאת, במספר מסה יהיה שינוי מכיוון שמספר מסה מכיל בתוכו סכום של פרוטונים וניוטרונים ומספרם של הניוטרונים משתנה.

**קרינת גמא - γ** – קרינה אלקטרומגנטית הדומה לקרינת אור. אנרגיה טהורה וקצרת טווח. קרינה שלא רואים אותה. בכמויות גבוהות, ז"א באנרגיה גבוהה, היא תהיה הרסנית ומנה קטנה מאוד ממנה משמידה חיידקים ותאים חיים. קרינה זו אינה משנה את מבנה גרעין האטום. זוהי קרינה חזקה עם עוצמת חדירה גבוהה ויכולה להיכנס לרקמות בגוף.

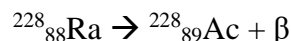
**קרינת ביתא - β** – נושאת אנרגיה בתוכה אך לא כמו קרינת אלפא. קרינת ביתא מתאפיינת בזרם אלקטרונים שיוצא מגרעין האטום. במקרה של קרינת ביתא ניוטרון פולט אלקטרון והופך לפרוטון. למעשה, הקרינה היא זרם של אלקטרונים.



בעת פליטה של קרינת ביתא מספר הפרוטונים ביסוד הרדיואקטיבי עולה. ואם מספר הפרוטונים משתנה אז יש לנו כבר יסוד אחר.

שימו ♥: מספר המסה במקרה זה לא משתנה כיוון שניורון החליף פרוטון.

דוגמא: ראדון, Rn – מספר אטומי 88.

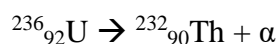


**קרינת אלפא - α** – קרינה בעלת מסה גבוהה מבין כל שלושת הקרינות. בקרינה זו נפלטים גרעיני הליום מגרעין היסוד הרדיואקטיבי. כלומר, נפלטים 2 פרוטונים ו-2 ניוטרונים. בקרינה זו משתנים שני דברים:

1. מספר אטומי – נפחית 2 פרוטונים שיצאו מגרעין היסוד הרדיואקטיבי.

2. מספר מסה – ממספר המסה נפחית 4: 2 פרוטונים ו-2 ניוטרונים.

דוגמא: אורניום, U – מספר אטומי 92.



טלי זאדה – מורה לכימיה מקיף ו' באר שבע

**תרגול קרינה רדיואקטיבית:**

1. השלם את התגובות ונסח אותן:

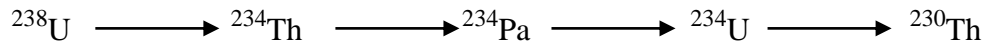
א. פליטת חלקיק  $\alpha$  מתוך  $^{209}_{84}\text{P}$

ב. פליטת חלקיק  $\beta$  מתוך  $^{32}_{16}\text{S}$

ג. פליטת חלקיק  $\beta$  מתוך  $^{20}_9\text{F}$

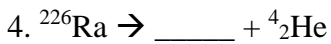
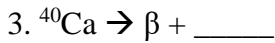
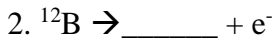
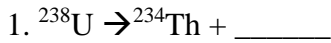
2.  $^{210}_{83}\text{Bi}$  פולט קרינת  $\beta$ . רשום איזה יסוד יתקבל בתגובה זו.

3. נתון קטע מתהליך התפרקותו הרדיואקטיבית של אורניום:

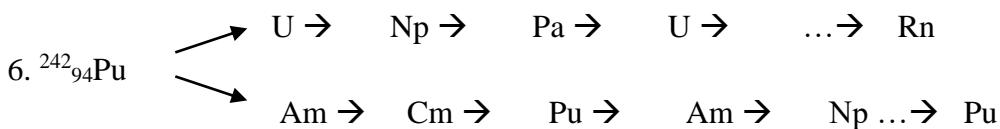
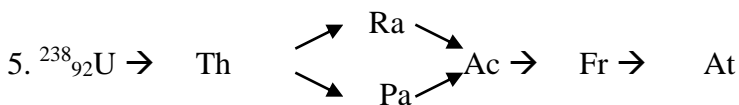
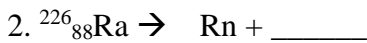
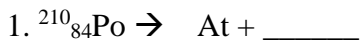


רשמו מעל לכל חץ מהו סוג הקרינה הרדיואקטיבית שנפלטה. נמקו את החלטתכם.

4. השלם את התגובות הגרעיניות הבאות:



5. השלם לכל יסוד את מספרו האטומי, מספר המסה שלו וכן את סוג הקרינה.



## הערכות אלקטרוניים על פי רמות אנרגטיות ומבנה לואיס

### האלקטרוניים באטום

האלקטרוניים מסודרים בענני אלקטרוניים ברמות אנרגיה. סידור אלקטרוני אידיאלי – סידור דמוי הסידור בגזים האצילים. רוב היסודות נוטים לוותר על אלקטרוניים, לספח אלקטרוניים או לשתף אלקטרוניים על מנת להשיג היערכות אלקטרונית דמויית גז אציל.

1. היערכות אלקטרוניים – סידור האלקטרוניים ברמות אנרגיה.
2. אלקטרוניים ערכיים – האלקטרוניים ברמת האנרגיה האחרונה (הרמה החיצונית).

### הקשר בין הערכות אלקטרוניים באטום לבין מקומו בטבלה המחזורית.

1. שורה בטבלה המחזורית מייצגת מספר רמות אנרגיה בהן נערכים האלקטרוניים.
2. מספר הטור מייצג מספר אלקטרוני ערכיות (אלקטרוניים ברמה החיצונית).

**אורביטל** - ההסתברות למציאת אלקטרון כלשהו של אטום באזור ספציפי מסביב לגרעין האטום. כל אורביטל יכול להכיל עד 2 אלקטרוניים.

### כל טור בטבלה המחזורית מסודר עפ"י אלקטרוני הערכיות:

- טור 1:** מתכות אלקליות - אלקטרון אחד ברמה הגבוהה ולכן הן גם פעילות מאוד מבחינה כימית. מטען שיוצרים: +1. מימן יוצא דופן בטור – אל מתכת ויוצר מטען +1, -1.
- טור 2:** מתכות אלקליות עפרוריות. בעלי אופי מתכתי מובהק. פעילות, אך לא כמו טור 1. מטען שיוצרים +2.
- הגוש האמצעי במערכה המחזורית:** נקראים מתכות המעבר. בד"כ המטען שיוצרים +2 ולעיתים יש גם +3, +1.
- טור 3-4:** חלקם אל-מתכות וחלקם מתכות. בעלי 3-4 אלקטרוניים ברמה האחרונה, בהתאם למספר הטור.
- טור 5:** נקרא קבוצת החנקן. בעלי 5 אלקטרוניים ברמה האחרונה. החנקן, N, והזרחן, P, ישאפו להשיג הערכות אלקטרונית של גז אציל ולכן מטענם יהיה -3.
- טור 6:** בעלי 6 אלקטרוניים ברמה האחרונה. חמצן, O, גפרית, S, וסלניום, Se, יצרו מטען -2.
- טור 7:** משפחת ההלוגנים. יסודות חופשיים בצורת מולקולות דו-אטומיות. בעלי 7 אלקטרוניים ברמה האחרונה. יקבלו עוד אלקטרון אחד להשלים לדרגת גז אציל. מטענם: -1.
- טור 8:** גזים אצילים. בד"כ לא יוצרים תרכובות. בעלי 8 אלקטרוניים ברמה האחרונה. זוהי רמה מלאה.

### דוגמאות להערכות אלקטרונית עפ"י הטבלה המחזורית:

שורה ראשונה: H: 1, He: 2

שורה שנייה: Li: 2,1, Ne: 2,8

שורה שלישית: Na: 2,8,1, Ar: 2,8,8

שורה רביעית: K: 2,8,8,1, Ca: 2,8,8,2

**ש.ב. עמ' 129-127 שאלות 5-9.**

נוסחת ייצוג אלקטרוני לאטום (לואיס) – נוסחה בה מסמלים את אלקטרוני הערכיות בנקודות. נוסחה זו דומה לכל משפחה כימית. דוגמאות עפ"י השורה השלישית במערכת המחזורית:



האלקטרוני הבודדים בנוסחאות נקראים אלקטרוני בלתי מזווגים ואילו הזוגות נקראים זוגות אלקטרוני בלתי קושרים. דגש: לצייר נוסחת ייצוג אלקטרונית רק בסיבוב. ע"מ למלא אורביטלים.

**תרגילים בנושא הערכות אלקטרונית ורמות אנרגיה**

**1. השלם את הטבלה הבאה:**

מיקום היסוד בטבלה מחזורית		הערכות אלקטרוני עפ"י רמות אנרגיה	מס' אלקטרוני	מס' אטומי	סמל כימי	שם היסוד
מס' שורה	מס' טור					
				6		
					Ca	
		2,8,8				
7	3					
						צורן
			15			

2. נתונה הערכות אלקטרוני של האטומים הבאים. רשום לכל אחד מהם מהו מספרו האטומי של כל אחד מהיסודות. באיזה טור ובאיזה שורה נמצא היסוד. ענה ללא הטבלה המחזורית.

- א. 2,8,4 \_\_\_\_\_
- ב. 2,2 \_\_\_\_\_
- ג. 2,5 \_\_\_\_\_
- ד. 2,8,3 \_\_\_\_\_
- ה. 2,8,8,1 \_\_\_\_\_

3. לפניך מספר אלקטרוני ברמה הכי גבוהה של אטום ומס' רמה. השלם את הטבלה.

מס' רמה הגבוהה ביותר	2	4	3	1	3	2
מס' אלקטרוני ברמה הגבוהה	3	1	7	2	4	8
סימול שרירותי	A	D	E	G	L	Y
היערכות אלקטרוני						
סמל כימי						

4. לפניך מספר אלקטרוניים ברמת אנרגיה הגבוהה ביותר (האחרונה) של חמישה יסודות שסומנו באופן

שרירותי באותיות A עד E. השלם את הטבלה הבאה:

הערכות אלקטרוניים	סמל כימי	מס' טור	מס' שורה	סימול שרירותי	מס' רמה (n) (שורה)	מספר אלקטרוניים ברמה אחרונה (טור)
				A	2	3
				B	3	7
				C	4	1
				D	3	6
				E	1	1

5. רשמו את ההיערכויות האלקטרוניות של כל היוניים השליליים הבאים:

\_\_\_\_\_ יון הברום,  $\text{Cl}^-$

\_\_\_\_\_ יון הגפרית,  $\text{S}^{2-}$

\_\_\_\_\_ יום החנקן,  $\text{N}^{3-}$

6. רשמו את ההיערכות האלקטרונית של יון האלומיניום  $\text{Al}^{3+}$  \_\_\_\_\_

7. רשמו את ההיערכות האלקטרונית של אטום מגנזיום,  $\text{Mg}$  \_\_\_\_\_

רשמו את ההיערכות האלקטרונית של יון המגנזיום החיובי,  $\text{Mg}^{2+}$  \_\_\_\_\_

8. רשמו את ההיערכות האלקטרונית של אטום נתרן,  $\text{Na}$  \_\_\_\_\_

רשמו את ההיערכות האלקטרונית של יון הנתרן החיובי,  $\text{Na}^+$  \_\_\_\_\_

9. לפניכם רשימת יסודות. רשום את המטען היוני שנוצר מכל אחד מיסודות אלו, רשום את סימולם

הכימי המלא ואת ההיערכות האלקטרונית שלהם.

\_\_\_\_\_ יוד

\_\_\_\_\_ גפרית

\_\_\_\_\_ זרחן

\_\_\_\_\_ אשלגן

\_\_\_\_\_ כלור

\_\_\_\_\_ סידן

\_\_\_\_\_ ליתיום

\_\_\_\_\_ זרחן

10. רשום נוסחת ייצוג אלקטרוניים (דיאגרמת לואיס) לאטומי היסודות הבאים:

\_\_\_\_\_ ליתיום

\_\_\_\_\_ בריליום

\_\_\_\_\_ בור

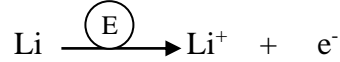
\_\_\_\_\_ פחמן



## תכונות בטורים ובשורות

### אנרגיית יינון

הגדרה: האנרגיה המינימאלית הדרושה על מנת ל"נתק" אלקטרון מאטום בודד ולהפוך את האטום ליון חיובי.  
אנרגיית יינון ראשונה – אנרגיה הדרושה כדי לנתק  $1e^-$  ראשון מהאטום.



אנרגיית יינון שנייה - אנרגיה הדרושה כדי לנתק  $1e^-$  שני אחרי שנתק  $1e^-$  ראשון.  
אנרגיית יינון שלישית - אנרגיה הדרושה כדי לנתק  $1e^-$  שלישי אחרי שנתק  $1e^-$  שני.  
אנרגיות יינון ראשונה, שנייה, שלישית וכו' נקראות יינון עוקבות.

הגורמים המשפיעים על גודלה, מסודרים לפי סדר יורד של מידת השפעתם:

1. מרחק האלקטרון מהגרעין – ככל שמספר רמות האנרגיה באטום גדול יותר, האלקטרון, שאותו מוציאים מהרמה האחרונה, רחוק יותר מהגרעין. לכן הוצאת האלקטרון דורשת כמות קטנה יותר של אנרגיה. דוגמא:  $E_{\text{Na}} > E_{\text{K}}$
2. גודל המטען הגרעיני – נקבע עפ"י מספר הפרוטונים שבגרעין. ככל שמספרם גדול יותר, המשיכה של האלקטרון לגרעין חזקה יותר, וידרש כמות גדולה יותר של אנרגיה להוצאתו. לדוגמא:  $E_{\text{Ca}} > E_{\text{K}}$

**כאשר המטענים דומים – בודקים כוח דחייה**  
**כאשר המטענים שונים – בודקים כוח משיכה**

**חוק קולון** – מבטא את כוח המשיכה שפועל בין שני מטענים חשמליים:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

- $F$  הוא גודל הכוח הפועל בקו ישר בין המטענים.
- $q_1$  הוא גודל המטען החשמלי הראשון.
- $q_2$  הוא גודל המטען החשמלי השני.
- $r$  הוא המרחק בין שני המטענים.
- $k$  הינו יחס קבוע, המכונה **קבוע קולון**.

**המטען החשמלי יהיה גדול** - כוח המשיכה יהיה גבוה יותר ואנרגיית היינון תגדל.

**המטען החשמלי יהיה קטן** - כוח המשיכה יהיה נמוך יותר ואנרגיית היינון קטנה.

**המרחק בין המטענים יהיה גדול יותר** - כוח המשיכה יקטן ואז אנרגיית היינון תהיה נמוכה.

**המרחק בין המטענים יהיה קטן יותר** - כוח המשיכה יגדל ואז אנרגיית היינון תהיה גבוהה.

**מה קורה לאנרגיית היינון ככל שיוורדים בטור?**

ככל שיוורדים בטור, מספר רמות האנרגיה עולה. כלומר: מרחק האלקטרון מהגרעין נעשה גדול יותר. כוחות המשיכה החשמליים בין האלקטרונים ברמה האחרונה לבין הפרוטונים בגרעין קטנים. יש להשקיע פחות אנרגיה על מנת לנתק אלקטרון מהרמה האחרונה. מסקנה: אנרגיית היינון קטנה ככל שיוורדים בטור.

**מה קורה לאנרגיית היינון ככל שמתקדמים בשורה לכיוון ימין?**

ככל שמתקדמים בשורה (משמאל לימין- מלבד מתכות המעבר), המטען הגרעיני עולה, המשיכה החשמלית בין הגרעין לאלקטרון ברמה האחרונה גדלה, יש להשקיע אנרגיה רבה יותר לניתוק האלקטרון ולכן אנרגיית היינון גדלה.

**תרגיל דוגמא: לשים לב לרמות אנרגיה ולגודל המטען !**

באיזה מהיונים הבאים האנרגיה הדרושה להוצאת אלקטרון היא הנמוכה ביותר?

- א.  $P^{-3}$     ב.  $S^{-2}$     ג.  $Cl^{-}$     ד.  $Ar$

**פתרון:** שלב ראשון הוא לבדוק מרחק מגרעין האטום. נבצע היערכות אלקטרונית.

$^{18}Ar$	2,8,8
$^{17}Cl^{-}$	2,8,8
$^{16}S^{-2}$	2,8,8
$^{15}P^{-3}$	2,8,8

מאחר וכל היונים נמצאים באותו מרחק מהגרעין נעבור לבדיקת שלב שני, מטען הגרעין. עפ"י המספר האטומי לזרחה יש את המטען הקטן ביותר ולכן כוח המשיכה בין המטענים יהיה הקטן מבין הארבעה  
**התשובה:** זרחה  $P^{-3}$ .

**תרגול**

1. לפניך אנרגיות היינון של הגזים האצילים. הסבר את החוקיות באנרגיית היינון ובאיזה גורמים היא תלויה?

היסוד	מספר אטומי	אנרגיית יינון (eV)
He – הליום	2	24.58
Ne – ניאון	10	21.56
Ar – ארגון	18	15.67
Kr – קריפטון	16	14
Xe – קסנון	54	

2. איזה סדר מתאר נכונה את אנרגיית היינון של החלקיקים? הסבר.

- א.  $Cl > Ar > K^{+}$     ב.  $Ca^{2+} > K^{+} > Ar$     ג.  $Ca^{2+} > Ar > K^{+}$     ד.  $Ar > K > Ca$

3. אנרגיית היינון של הגז האציל Ar היא 1520 קילוואט/אול/מול. בהתבסס על נתון זה ענה על הסעיפים הבאים.

- א. איזה מבין הערכים הבאים עשוי להתאים לאנרגיית היינון הראשונה של הגז האציל  $Kr$ ?  
 1. 1350    2. 2400    3. 3600    4. 5100
- ב. איזה מבין הערכים הבאים עשוי להתאים לאנרגיית היינון הראשונה של האשלגן  $K$ ?  
 1. 8000    2. 5900    3. 4400    4. 420

4. לפניך הקביעה הבאה: אנרגיות היינון של קריפטון  $Kr$  ושל היון  $Br^{-}$  הן  $E_{Kr} = E_{Br^{-}}$  איזה משפט מתאים?

- א. הקביעה אינה נכונה כי קריפטון  $Kr$  הוא גז אציל.  
 ב. הקביעה אינה נכונה כי לקריפטון מטען גרעיני גדול יותר מהמטען הגרעיני של  $Br^{-}$ .  
 ג. הקביעה נכונה כי ל  $Br^{-}$  יש היערכות אלקטרונית כמו של גז אציל.  
 ד. לא ניתן לדעת אם הקביעה נכונה ללא נתונים נוספים.

5. לגבי כל אחד מהזוגות הבאים ציין למי אנרגיית יינון גבוהה יותר? נמק.
- א.  $K, K^+$     ב.  $Li^+, He$     ג.  $H^-, He$     ד.  $Ca^{2+}, K^+$     ה.  $Br^-, Kr$
6. המספר האטומי של Ar גדול מזה של נתרן Na וגם מזה של ניאון Ne, איך אפשר להסביר את העובדה ש:
- א. אנרגיית היינון של ארגון גבוהה מזו של נתרן?  
 ב. אנרגיית היינון של ארגון נמוכה מזו של ניאון?
7. סדר את החלקיקים הבאים לפי ערכיהן העולות של אנרגיות היינון. כתוב את הערך הנמוך ביותר בצד ימין.
- א.  $Cl, K, K^+, Ar$   
 ב.  $Na^+, Ne, Mg^{2+}$
8. אנרגיית היינון הראשונה של מגנזיום Mg היא  $7.6 \text{ eV}$ , אנרגיית היינון הראשונה של K היא  $4.3 \text{ eV}$ . על סמך נתונים אלו ניתן לצפות שאנרגיית היינון הראשונה של סידן Ca תהיה:
- א.  $4.2 \text{ eV}$     ב.  $8.3 \text{ eV}$     ג.  $6.1 \text{ eV}$
9. לאיזה חלקיק מבין הזוגות הבאים אנרגיית יינון גבוהה יותר? נמק.
- א.  $Mg^{2+}, Mg^+$     ב.  $Li, Na^+$     ג.  $Sr, Rb^+$     ד.  $Kr, Rb^+$     ה.  $Kr, Br^-$     ו.  $Ca, Rb$
10. סדר את היסודות C, Li, F לפי סדר אנרגיית יינון עולה. כתוב את הערך הנמוך ביותר בצד ימין.
11. לפניך שלושה יסודות: Na, Mg, K. מהו הדירוג הנכון של ערך אנרגיית היינון הראשונה שלהם?
- א.  $K > Mg > Na$   
 ב.  $Mg > Na > K$   
 ג.  $Mg > Na = K$   
 ד.  $Na = Mg > K$
12. ערוך את היסודות Na, Cl, K לפי סדר עולה של אנרגיות היינון שלהם. הסבר.
13. האם אנרגיית היינון של  $^{41}_{19}K$  גבוהה / נמוכה / שווה מאנרגיית היינון של  $^{43}_{19}K$ ? הסבר

## רדיוס אטומי

עד היום קשה להגדיר בצורה מדויקת מהו רדיוס של אטום. ישנם כמה השערות בנושא : חישוב בין שני אטומים בודדים הקשורים זה בזה, מדידת המרחק בין הגרעינים שלהם ולהגדיר רדיוס אטום כמחצית המרחק בין שני הגרעינים.

הרדיוס של אטום של יסוד נתון. נקרא גם רדיוס קוולנטי. הוא נקבע על-ידי ממוצע המרחק בין שני אטומים הקשורים ביניהם בקשר כימי. הרדיוס האטומי :

✓ גדל כשירידים בטור במערכה המחזורית (מס' רמות האנרגיה המאוכלסות באלקטרונים גדל).

✓ קטן כשמתקדמים ימינה בשורה במערכה המחזורית (מרחק זהה מהגרעין, אך משיכה חשמלית גדלה בגלל מטען גרעיני עולה).

יוצאי דופן – הגזים האצילים. הרדיוס האטומי שלהם גדול מרדיוס היסודות ההלוגניים הממוקמים לפניהם במערכה המחזורית (כנראה בגלל שלמות רמת האנרגיה).

## רדיוס יוני

יון שלילי – רדיוס גדול. ענן האלקטרונים גדל כיוון שיש יותר אלקטרונים. בין האלקטרונים קיימת דחייה יותר גבוהה לעומת אטום נייטרלי.

יון חיובי – רדיוס קטן. פחות אלקטרונים ממצב נייטרלי, קיימת משיכה חזקה לגרעין האטום. ההשערה היא שנפח האטום קטן.

## שאלה:

למה הרדיוס האטומי של הליום יותר גדול מזה של המימן למרות שמספר הפרוטונים של הליום יותר גדול ומספר רמות האנרגיה שווה לשניהם?

## תשובה:

ההבדל בין הרדיוסים האטומיים של מימן והליום מושפע ע"י שני גורמים מנוגדים. כפי שנכתב בשאלה, מטען גרעין ההליום גדול משל המימן, והמשיכה לגרעין אמורה להקטין את רדיוס האטום ההליום. מצד שני, לאטום ההליום שני אלקטרונים שקיימת ביניהם דחייה חשמלית, ולכן הם נוטים להתרחק זה מזה ולהגדיל את רדיוס האטום. התוצאה היא, בסופו של דבר, רדיוס גדול משל אטום המימן.

**שאלות בנושא רדיוס אטומי**

**1.** לפניך מספר יסודות: Cl, N, Br, P סדר אותם לפי רדיוס אטומי עולה. נמק בחירתך עפ"י חוק קולון (כוח המשיכה והדחייה).

**2.** למי בין החלקיקים הבאים הינו בעל רדיוס גדול יותר?

**א.** Al או Al<sup>3+</sup>

**ב.** Na או N

**ג.** Sb או As. נמק קביעתך בכל אחד מן המקרים הנתונים.

**3.** לפניך מספר שאלות רבות ברירה. קרא אותם בעיון ובחר את התשובה המתאימה ביותר. נמק קביעתך.

**א.** היסודות במחזור (בשורה) מסודרים לפי:

1. מסה אטומית עולה.
2. מטעון גרעיני עולה.
3. מספר אטומי עולה.

**ב.** מהם המשפטים הנכונים עבור רדיוס אטומי?

1. הולך וגדל לאורך המחזור.
2. הולך וגדל לאורך הטור.
3. הולך וקטן לאורך הטור.
4. הולך וקטן לאורך המחזור.

**4.** בטבלה הבאה מובאים נתונים אודות ארבעה חלקיקים של יסודות שונים המסומנים באותיות שרירותיות מ-A עד E.

מספר אלקטרונים	מספר נויטרונים	מספר פרוטונים	החלקיק
10	11	9	A
10	14	12	B
18	16	15	C
18	20	17	D
18	22	18	E

**א.** רשום סמל מלא עבור כל אחד מהחלקיקים.

**ב.** ציין מהו מטען החשמלי של כל אחד מארבעת החלקיקים הנתונים. נמק על מה הסתמכת.

**ג.** רשום את היערכות האלקטרונית עבור כל אחד מן החלקיקים.

**ד.** באיזה טור ובאיזה מחזור (שורה) נמצא כל אחד מן החלקיקים? נמק על מה הסתמכת.

**ה.** קבע, לאיזה חלקיק רדיוס גדול יותר:

a. A או B ? נמק.

b. C או E ? נמק.

5. בין אילו סוגי החלקיקים באטום קיימת משיכה חשמלית? קיימת דחייה חשמלית?

א. בין שני פרוטונים.

ב. בין פרוטון לנויטרון.

ג. בין פרוטון לאלקטרון.

ד. בין שני אלקטרונים.

### ענה על השאלות הבאות:

1. ארבעה יסודות שמספריהן האטומיים עוקבים, מסומנים באותיות A,B,C,D. ליסוד D המספר

האטומי הגדול ביותר. יסוד C הוא גז אציל. מהי הקביעה הנכונה?

א. הרדיוס של אטום היסוד C גדול מהרדיוס של אטום היסוד D.

ב. רדיוס של האטום B גדול מהרדיוס של אטום A.

ג. אנרגיית היינון הראשונה של אטום D גבוהה מאנרגיית היינון הראשונה של האטומים A,B,C.

ד. אנרגיית היינון הראשונה של אטום D נמוכה מאנרגיית היינון הראשונה של האטומים A,B,C.

2. נתונים 3 חלקיקים:  $^{18}_9X^-$ ,  $^{22}_{11}Y^+$ ,  $^{18}_8Z^{2-}$ . האותיות X,Y,Z מחליפות את סימניהם הכימיים של

יסודות.

ענה על השאלות הבאות:

א. מהי היערכות האלקטרונים ברמות האנרגיה באטום של כל אחד מהם?

ב. דרג את האטומים לפי הרדיוס האטומי שלהם והסבר תשובתך.

ג. דרג את האטומים לפי גודל אנרגיית היינון שלהם והסבר דירוגך.

3. בטבלה שלפניך נתון מידע על שלושה אטומים וגם ארבעה היגדים:

שם האטום	ניאון	נתרן	מגנזיום
סמל כימי	Ne	Na	Mg
מס' ניוטרונים בגרעין	10	12	12

א. האטומים Na ו-Mg הם איזוטופים.

ב. מספרי המסה של Na ו-Mg שווים.

ג. הרדיוס האטומי של Mg גדול יותר מהרדיוס האטומי של Na.

ד. אנרגיית היינון של Ne נמוכה מאנרגיית היינון של Mg.

מהו/מהם ההיגדים הנכון/הנכונים?

א. היגדים א' ו-ב' בלבד.

ב. היגדים ג' ו-ד' בלבד.

ג. היגד ג' בלבד.

ד. כל ארבעת ההיגדים אינם נכונים.

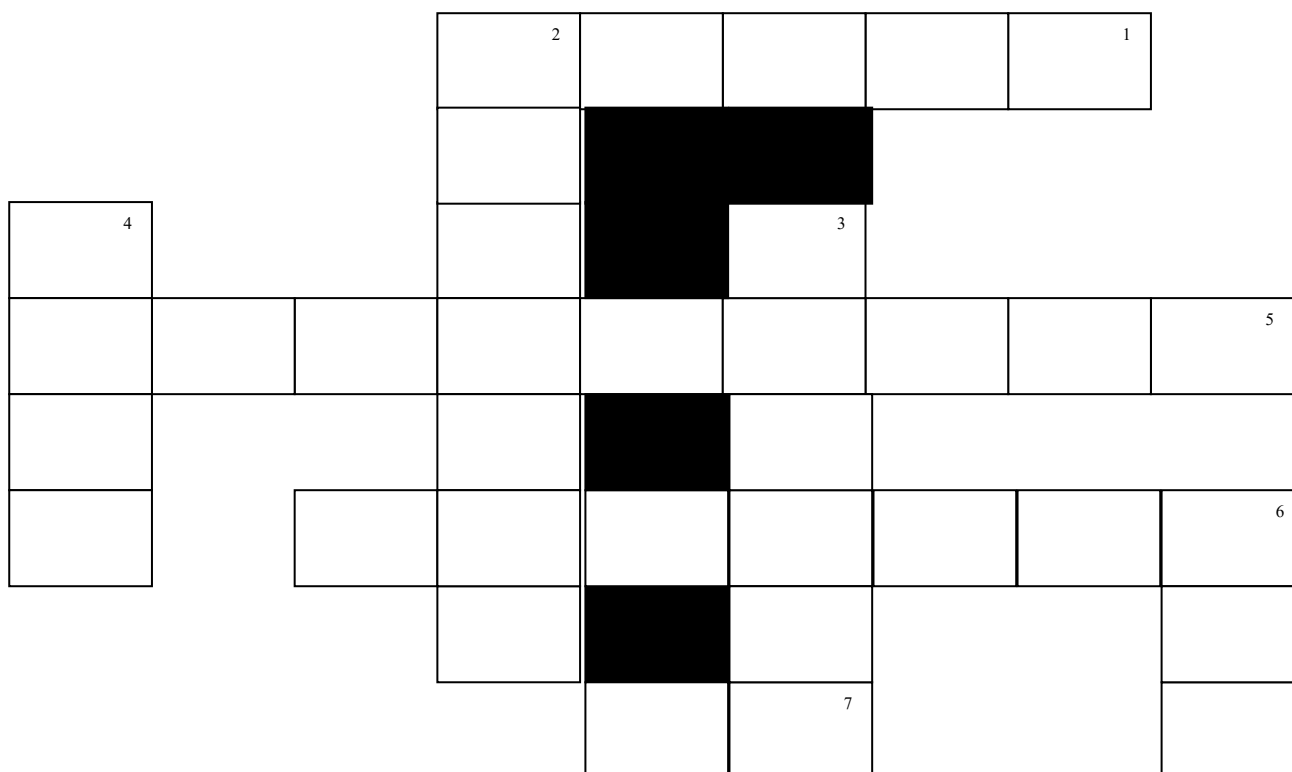
4. בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על 5 אטומים שסומנו באותיות a,b,c,f,g. מהי הקביעה הנכונה?

בגרות 2010

האטום	מס' אטומי	מס' מסה
a	10	20
b	11	24
c	12	24
f	16	32
g	16	35

1. אנרגיית היינון הראשונה ששל אטום a היא הנמוכה ביותר.
2. האטומים b ו-c הם איזוטופים.
3. המטען הגרעיני של אטום f, קטן מהמטען הגרעיני של אטום g.
4. לאטומים f ו-g יש את אותו הרדיוס.

תשבץ מבנה האטום:



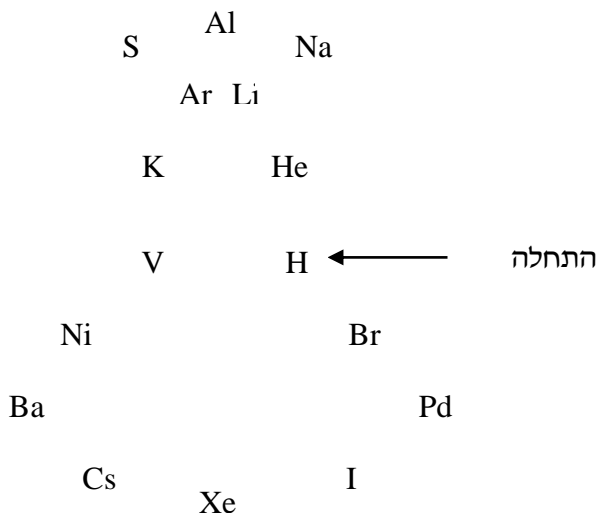
מאוזן

1. בו מרוכזת רוב המסה של האטום
5. מספר הזיהוי של היסוד = מספר הפרוטונים באטום
6. החלקיק השלילי באטום
7. שתי האותיות הראשונות של שם היסוד המכיל 28 פרוטונים

מאונך

2. חלקיק נייטרלי באטום
3. חלקיק בעל מטען חיובי באטום
4. יסוד בעל מספר אטומי 20
6. מספר הפרוטונים באטום מימן

חבר בין היסודות עפ"י סדר עולה במספר האטומי. התחל באטום מימן H.



### צברים fe חלקיקים

החומרים בעולנו בנויים מכמות גבוהה ביותר של אטומים או מולקולות. בטיפת מים אחת יש כמיליארד חלקיקים. המושג צברים של חלקיקים מתייחס להיערכות האטומים (או המולקולות) במבנה החומר. היערכות זו יוצרת את תכונות החומרים וכתוצאה מכך גם את ההבדלים ביניהם.

#### סוגי צברים נפוצים: מולקולות ומבני ענק - חומרים יוניים, חומרים אטומריים ומתכות

#### 1. אולקולות - 2 אטומים ממשפחת האל מתכות הקשורים בקשר כימי.

2 אטומים המתקרבים אחד לשני בכוחות משיכה ומתאזנים בעזרת כוחות הדחייה, כאשר כל אטום משתף את השני באלקטרונים שלו. אלקטרונים אלו נקראים **אלקטרונים קושרים**.  
**אורביטל** – הסיכוי למצוא את האלקטרון במקום מסוים סביב גרעין של אטום אחד.  
 במצב זה, נוצרת חפיפת אורביטלים היוצרת אורביטל משותף הנקרא אורביטל מולקולרי. בתהליך זה נפלטת אנרגיה. יש לשים לב שבמולקולת המימן, אטומי המימן מושכים את האלקטרון הקשר במידה זהה.  
**אלקטרונים לא קושרים**: אלקטרונים שאינם משותפים במולקולה.



**קשר קוולנטי טהור** – נוצר ממשיכה חשמלית בין אלקטרונים קשר לגרעיני אלקטרונים קושרים.

**קשר קוולנטי יחיד** – כאשר 2 אטומים משתפים ביניהם זוג אלקטרונים אחד.

**קשר קוולנטי כפול** – כאשר יש שיתוף של 2 זוגות אלקטרונים. לדוגמה:  $O_2$ .

**קשר קוולנטי משולש** – כאשר יש שיתוף של 3 זוגות אלקטרונים. לדוגמה:  $N_2$ .

**תרגיל לכיתה** - צייר דיאגרמת לואיס למולקולות הבאות:  $Br_2, I_2, Cl_2, F_2$ .

#### **מולקולות מרובות אטומים**

מולקולה מרובת אטומים הנה מולקולה שמורכבת משלושה אטומים ומעלה. ישנן מולקולות קטנות דו אטומיות כמו מולקולת הברום  $Br_2$ , אך ישנם גם מיליוני הרכבים של מולקולות. יש כאלה המורכבות מעשרות עד מאות אטומים, כמו שמנים וחלבונים.  
 עלינו ללמוד כיצד המולקולה מורכבת, מסודרת ואיך צורתה המרחבית.



**כלל האוקטט:** לכל מולקולה מרובת אטומים יש ברמה הגבוהה ביותר 8 אלקטרונים למעט מימן והליום. קשר קוולנטי יחיד יכול להיות מסומן בשתי נקודות המציינות את האלקטרונים הקושרים (או ע"י קו יחיד) ואילו האלקטרונים הלא קושרים יסומנו בנקודות.

**טור מס 1** – יוצר קשר אחד

**טור מס 2** – יוצר 2 קשרים

**טור מס 3** – יוצר 3 קשרים

**טור מס 4** – יוצר 4 קשרים

**טור מס 5** – יוצר 3 קשרים

**טור מס 6** – יוצר 2 קשרים

**טור מס 7** – יוצר קשר אחד

**טור מס 8** – רמה מלאה, גזים אצילים, אינם יוצרים קשרים.

### קשר קוולנטי קוטבי –

קשר בין 2 אטומים מסוג אלמנטים, הנבדלים זה מזה ביכולת למשוך אלקטרונים. כלומר, קשר שבו אחד החלקיקים הקשורים טעון בממוצע במטען חלקי שלילי גדול יותר מהחלקיק שאליו הוא קשור. את ההבדל אנו נראה בהפרש ערכי האלקטרו שליליות.

**אלקטרו שליליות: מדד המבטא את יכולתו של גרעין האטום למשוך אליו אלקטרונים.**

הגורמים המשפיעים על גודלה, מסודרים לפי סדר יורד של מידת השפעתם:

**1. רדיוס אטומי** –  $r$  (בחוק קולון) – ככל שהרדיוס האטומי קטן יותר, כך כוחות המשיכה בין גרעין האטום לאלקטרונים יהיו חזקים יותר. ככל שנעלה בטור בטבלה המחזורית, הרדיוס האטומי קטן וכתוצאה מכך האלקטרו שליליות עולה.

**2. גודל המטען הגרעיני** – כשהרדיוס האטומי דומה, נקבע עפ"י מספר הפרוטונים שבגרעין. ככל שמספרם גדול יותר, המשיכה של האלקטרו לגרעין חזקה יותר והאלקטרו שליליות עולה.

### **קשר קוולנטי קוטבי יהיה רק כאשר הפרש האלקטרו שליליות ביניהם עולה על 0.5.**

במולקולות  $F_2$ ,  $H_2$ , ענן האלקטרונים מסביב הוא סימטרי כיוון שהאלקטרו שליליות שלהם זהה:

H-H	F-F
2.1	4.0

לעומת זאת במולקולת H-F ענן האלקטרונים יהיה שונה:

H-F	
2.1	4.0
$+\delta$	$-\delta$

אטום הפלואור מושך אלקטרונים במידה רבה יותר מאטום המימן ולכן הענן האלקטרוני אינו סימטרי. ישנו סיכוי רב יותר למצוא את זוג האלקטרונים המשותף בקרבת הפלואור מאשר בקרבת המימן. לכן, מולקולה שבה ישנם 2 אטומים שונים מסוג אלמנט נקראת מולקולה קוטבית משום שיש לה 2 קטבים שונים.

## השוואה בין קשרים קוולנטיים

משווים בין קשרים קוולנטיים עפ"י:

1. חוזק הקשר הקוולנטי.

2. אורך הקשר.

### 1. חוזק קשר קוולנטי תלוי ב:

**סדר הקשר** – מספר הקשרים בין שני גרעינים - קשר כפול לעומת קשר יחיד – בקשר כפול פועלים כוחות משיכה בין שני זוגות אלקטרוני קשר לגרעינים בעוד שבקשר יחיד פועלים כוחות משיכה בין זוג אחד של אלקטרוני קשר לגרעינים. לכן, בסך הכול פועלים יותר כוחות משיכה ותידרש אנרגיה רבה יותר לניתוק הקשר. ככל שמספר האלקטרונים הערכיים המשתתפים בקשר, גדול יותר, כוחות המשיכה בין האלקטרונים הקושרים לבין גרעיני האטומים המשתתפים בקשר, יהיו חזקים יותר, והקשר יהיה חזק יותר.

**רדיוס אטומי של האטומים המשתתפים בקשר** – ככל שרדיוס האטומים המשתתפים בקשר הקוולנטי יהיה גדול יותר, כוחות המשיכה בין האלקטרונים הקושרים לבין גרעיני האטומים המשתתפים בקשר, יהיו חלשים יותר, והקשר יהיה חלש יותר.

**קוטביות הקשר** – בקשר קוולנטי קוטבי **בנוסף** לכוחות המשיכה שבין אלקטרוני קשר לגרעינים פועלים כוחות משיכה בין הדו קטבים (מטען חשמלי) ולכן פועלים יותר כוחות משיכה ותידרש אנרגיה רבה יותר לניתוק הקשר. ככל שהמטען החשמלי החלקי שעל אטומי הקשר גדול יותר (בגלל ההפרש באלקטרו שליליות) כוחות המשיכה החשמליים **הנוספים** ביניהם יהיו גדולים יותר, והקשר יהיה חזק יותר.

2. **אורך קשר** – נמדד עפ"י מרחק בין גרעיני האטומים. רדיוס של כל אטום. כאשר ישנו כוח משיכה נוסף בין האטומים (קוטביות), אז כוח זה גורם לאורך הקשר להיות קצר יותר.

רוב השאלות בבגרות נשאלות על האנרגיה הדרושה לניתוק הקשר. התשובה הסופית צריכה לכלול את המושג אנרגיה.

לכל שאלה, נבנה טבלת השוואה שתכלול בתוכה את כל הגורמים המשפיעים על אנרגיית הקשר.

**שאלה:** לאיזה קשר דרושה אנרגיה גבוהה יותר כדי לנתקו. C-C או C=C ?

**תשובה:**

הגורם	השוואה בין הקשר C=C ו C-C
סדר קשר	קשר יחיד לעומת קשר כפול
רדיוס (גודל) האטומים	האטומים זהים
מידת קוטביות הקשר	שני סוגי הקשר טהורים

לאחר שבנינו טבלת השוואה, נסכם את הדברים עפ"י הטבלה ונתייחס לאנרגיה הדרושה במשפט הסיום:

בהשוואה בין חוזק הקשר C=C לבין חוזק הקשר C-C, הגורם המבדיל הוא סדר הקשר (מספר אלקטרוני הערכיות המשתתפים בקשר). מדובר באותם אטומים ולכן הגודל שווה והקשר טהור. בקשר הכפול C=C יש ארבעה אלקטרונים קושרים הנמשכים לשני הגרעינים של אטומי הפחמן. בקשר יחיד C-C יש רק זוג אלקטרוני קשר אשר נמשך לשני הגרעינים של האטומי הפחמן. כוחות המשיכה בקשר C=C חזקים יותר מכוחות המשיכה בקשר C-C.

האנרגיה הדרושה לניתוק הקשר הכפול גבוהה מן האנרגיה הדרושה לניתוק הקשר היחיד.

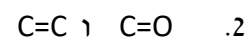
**שאלה:** לאיזה קשר דרושה אנרגיה גבוהה יותר כדי לנתקו. C-O או O-H?

**תשובה:**

הגורם	השוואה בין הקשר C-O ו O-H
סדר קשר	קשר יחיד זהה
רדיוס (גודל) האטומים	אטום משותף- חמצן. ההבדל הוא בין הפחמן למימן. רדיוס המימן קטן מרדיוס הפחמן.
מידת קוטביות הקשר	אטום משותף חמצן – אותה הקוטביות. <b>בנוסף</b> לכוח המשיכה הקיים בין אלקטרוני הערכיות לגרעין, קיים דו קוטב בין האטומים. לחמצן אלקטרו שליליות 3.5 לעומת המימן 2.1.

בהשוואה בין חוזק הקשר C-O לבין חוזק הקשר O-H, הגורמים המבדילים הם רדיוס האטומים ומידת קוטביות הקשר. מדובר סדר קשר ראשון, כלומר קשר יחיד המציין שיתוף של זוג אלקטרונים אחד בקשר. אך אם נתייחס לרדיוס הקשר נראה שרדיוס המימן קטן מרדיוס החמצן דבר אשר משפיע על מידת כוח המשיכה של גרעין אטום המימן לעומת גרעינו של החמצן. בנוסף לכוח משיכה זה, נתייחס למידת הקוטביות בקשר: לחמצן אלקטרו שליליות 3.5 לעומת המימן 2.1. לכן, יש לנו כוח משיכה נוסף שנובע ממידת הקוטביות. האנרגיה הדרושה לניתוק הקשר O-H גבוהה מן האנרגיה הדרושה לניתוק הקשר C-O.

**שאלה:** בנו טבלת השוואה ורשמו טיעון המסביר את ההבדל בחוזק הקשר עבור זוגות הקשרים הקוולנטים הבאים (כל זוג בנפרד):



לפניכם ערכים של 4 אורכי קשר:  $\text{\AA}1.35$ ,  $\text{\AA}1.99$ ,  $\text{\AA}1.22$ ,  $\text{\AA}2.28$  התאימו לכל קשר מסעיף א' את אורך הקשר המתאים לו. נמקו תשובותיכם

**תרגילים בנושא אלקטרו שליליות, קשר קוולנטי, קוטביות הקשר ונוסחת ייצוג אלקטרוני (מבנה לואיס)**

- ערכו את האל מתכות הבאות לפי ערכי האלקטרו שליליות שלהם מהנמוך אל הגבוה: צורן, ברום, מימן, כלור, חנקן, פלואור, גפרית, פחמן.
- צייר מבנה לואיס למולקולות הבאות וציין את הקשרים הקוטביים בהן (עליך להיעזר בערכי אלקטרו שליליות שבמערכה המחזורית):  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2$ .
- דרגו את הקשרים הקוולנטיים הבאים עפ"י אורך הקשר: C-C, H-H, P-P
- נתון שאנרגיית הקשר של  $\text{N}_2$  גבוהה מאנרגיית הקשר של OH. וגם אנרגיית הקשר של O-H גבוהה מאנרגיית הקשר של C-O מדוע?
- מדוע אנרגיית הקשר של HF, גבוהה מאנרגיית הקשר של  $\text{Cl}_2$ ?
- למי תהיה אנרגיית קשר יותר גבוהה, כלור או ברום? נמק.
- לפניך הנוסחה הבאה:  $\text{CF}_4$  כתוב נוסחת ייצוג אלקטרונית ונוסחת מבנה.

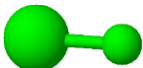
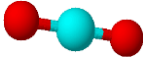
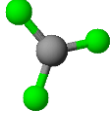
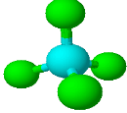
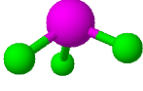
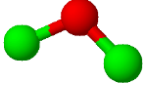
## אולקולות

### *תכונות של חומרים אולקולאריים – נגזרות מהצבר האולקולרי*

1. ניתן למצוא אותם במגוון מצבי צבירה בטמפ' החדר.
2. הם בנויים ממולקולות מוגדרות (בניגוד לחומרים יוניים, מתכתיים ואטומריים שבנויים במבני ענק). למולקולות אלה צורות גיאומטריות מוגדרות.
3. בצורתם הטהורה הם אינם מוליכים חשמל לא במוצק ולא בנוזל.
4. הם בעלי טמפ' היתוך ורתיחה יחסית נמוכות. כאשר הם עוברים למצב צבירה פחות מעובה (ממוצק לנוזל או מנוזל לגז), ניתקים קשרים בין המולקולות (סיכום בהמשך).
5. חלק מהחומרים יוצרים תמיסות מוליכות חשמל כאשר הם מגיבים עם מים ליצירת יונים (תגובה כחומצה או כבסיס).

### *צורות של אולקולות ונוסחת אפנה מרחבי*

**קוטביות של מולקולה:** במולקולה קוטבית קיים איזור חיובי ואיזור שלילי, פיזור האלקטרונים במולקולה אינו סימטרי. קיים סיכוי גבוה יותר למצוא את האלקטרונים ליד היסוד לו אלקטרושליליות גבוהה.

קוטביות (רגעית-לא קוטבית או קבועה-קוטבי)	זוגות אלק' לא קושר	זוגות אלק' קושר	דוגמא	מישורית / מרחבית	מבנה תלת מימדי	צורת המולקולה
במקרה של שני אטומים בלבד: אם הקשר לא קוטבי - המולק' לא קוטבית ואם הקשר קוטבי - המולק' גם כן קוטבית.	-	1	HCl	מישורית		קווית
אם הקשרים קוטביים במידה שווה אז המולק' לא קוטבית ואם קוטביות הקשרים שונה - המולק' קוטבית.	-	2	CO <sub>2</sub>	מישורית		קווית
אם כל הקשרים זהים (או בעלי קוטביות זהה) - המולק' לא קוטבית. אם הקוטביות אינה זהה - המולק' קוטבית.	-	3	BF <sub>3</sub>	מישורית		משולש מישורי
אם כל הקשרים זהים (או בעלי קוטביות זהה) אז המולק' לא קוטבית. אם הקוטביות אינה זהה - המולק' קוטבית.	-	4	CF <sub>4</sub>	מרחבית (תלת ממדית)		טטראדר
תמיד קוטבית.	1	3	NH <sub>3</sub>	מרחבית (תלת ממדית)		פירמידה משולשת
תמיד קוטבית	2	2	OF <sub>2</sub>	מרחבית (תלת ממדית)		זוויתית

## מולקולות שתמיד קוטביות - הסבר



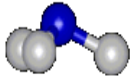
צורה זוויתית (כפופה), כגון: H<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>O היא מולקולה קוטבית, בעלת דו קוטב קבוע:

אטום ה-O בעל אלקטרושליליות גבוהה משל אטום ה-H, ולכן מטענו החלקי שלילי, ואילו לאטומי המימן מטען חלקי חיובי.

צורת המולקולה היא כזו, שפיזור ענן האלקטרונים על גבי המולקולה אינו סימטרי, כך שנוצר איזור בעל מטען חלקי שלילי בסביבת אטומי ה-O ואיזור בעל מטען חיובי חלקי בסביבת אטומי ה-H.

פירמידה משולשת, כגון: NH<sub>3</sub>



אטום ה-N בעל אלקטרושליליות גבוהה משל אטום ה-H, ולכן מטענו שלילי חלקי ואילו על אטומי המימן המטען חיובי חלקי. בגלל המבנה המרחבי של המולקולה, פיזור ענן האלקטרונים אינו סימטרי ולכן קיים בה דו קוטב קבוע. סביב אטומי ה-N (קודקוד הפירמידה) קיים מטען שלילי חלקי וסביב אטומי ה-H (בסיס הפירמידה) מטען חיובי חלקי.

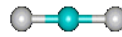
## מולקולות e<sup>-</sup>3 זרות:



טטראהדר CH<sub>4</sub>



משולש מישורי BCl<sub>3</sub>



קווי CO<sub>2</sub>

המולקולות אינן קוטביות, אם האטומים הקשורים לאטום המרכזי זהים.

נימוק לדוגמה ל-CO<sub>2</sub>

מולקולה לא קוטבית: לאטום ה-O אלקטרושליליות גבוהה משל אטום ה-C, אך במקרה זה צורת המולקולה היא כזו שפיזור ענן האלקטרונים סימטרי, כך שהמולקולה אינה קוטבית.

אבל אם האטומים הקשורים לאטום המרכזי שונים - המולקולה קוטבית

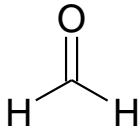
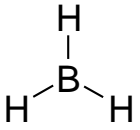
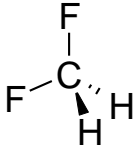
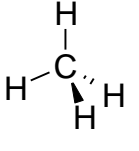
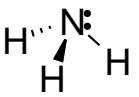
לדוגמה:

משולש מישורי CH<sub>2</sub>O

טטראהדר CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

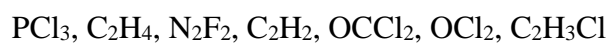
קווי HCN

הנימוק כפי שכתוב למים, H<sub>2</sub>O ולאמוניה, NH<sub>3</sub>.

מולק' קוטבית (דו קוטב קבוע)	מולקולה לא קוטבית (רגעית)	טבלה מסכמת שם הצורה קווי
$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	משולש מישורי
		טטרהדר
		פירמידה משולשת
	אין	זוויתי מישורי
$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	אין	

**תרגילים:**

1. רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית עבור כל אחת מבין המולקולות הבאות:



2. צייר נוסחת ייצוג אלקטרונית למולקולות הבאות. קבע לכל מולקולה האם היא בעלת קוטביות רגעית או

קבועה. נתונה צורה לכל מולקולה:

א.  $\text{CO}_2$  קווי

ב.  $\text{BF}_3$  משולש מישורי

ג.  $\text{CH}_2\text{O}$  משולש מישורי

ד.  $\text{CCl}_4$  טטרהדר

ה.  $\text{CHCl}_3$  טטרהדר

ו.  $\text{CBr}_4$  טטרהדר

ז.  $\text{PH}_3$  פירמידה משולשת

ח.  $\text{H}_2\text{CO}$  משולש מישורי

ט.  $\text{SCl}_2$  זוויתי מישורי

י.  $\text{SiH}_4$  טטרהדר

## איזומריזם

כדי להבין מהו איזומר, נבין את ההבדל בין נוסחה מולקולארית לנוסחת מבנה.  
**נוסחה מולקולארית** – מראה את מספר האטומים מכל סוג המרכיבים את המולקולה.  
**נוסחת מבנה** – מראה את מבנה האטומים השונים ואת הדרך שבה הם קשורים במולקולה.  
**איזומרים** - תרכובות בעלות אותה נוסחה מולקולארית, כלומר מכילים את אותם סוגי אטומים ובאותה כמות אך בצורת מבנה שונה. איזומרים הם חומרים שונים בעלי תכונות שונות.  
דוגמה:  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  טטראדר

עמ' 185-186 בספר. לקרוא ולענות על השאלות.

## אבני אבן: חומרי יוני

הקשר שנוצר בין אטום מתכת לאטום אל-מתכת נקרא קשר יוני. תרכובת יונית נקראת גם תרכובת מלח.  
דוגמה נפוצה:  $\text{NaCl (s)}$  המורכבת מיונים  $\text{Na}^+$ , יון חיובי ו  $\text{Cl}^-$ , יון שלילי.  
**קשר יוני** – קשר מאוד אלקטרו שלילי כך שאלקטרוני הקשר יהיו ליד האטום השלילי.  
ליונים המומסים במים יש דרגות מסיסות ואלה מביניהם המומסים, הופכים ליונים והתמיסה תהיה תמיסה מוליכה חשמל.  
**מבנה מיקרוסקופי** – מבנה של סריג מסודר בו כל יון חיובי מוקף ביונים שליליים וההיפך. יש להם יציבות אנרגטית מאוד חזקה וכוחות משיכה חשמליים.  
**אופי הקשר** – משיכה חשמלית בין יונים חיוביים ליונים שליליים בסריג.  
**תכונות מאקרוסקופיות:**

- מוצקים בטמפ' החדר בעלי מבנה גבישי - עקב כוחות משיכה חשמליים חזקים בין היונים, ועקב המבנה המסודר המאפיין את המוצק.
- הולכה חשמלית – נובעת מניידות יונים. במוצק אין ניידות יונים ולכן לא תהיה הולכה חשמלית. בחומר יוני מותך ומומס יש ניידות יונים לכן תהיה הולכה חשמלית. בחומר יוני קשה תמס לא תהיה ניידות יונים כי הוא לא הומס ונשאר מוצק. אין ניידות יונים.

## רשימת יונים רב אטומיים

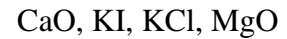
$\text{OH}^-$	הידרוכסיד
$\text{NO}_3^-$	חנקתי
$\text{PO}_4^{3-}$	זרחתי
$\text{SO}_4^{2-}$	גופרתי
$\text{CO}_3^{2-}$	פחמתי
$\text{NH}_4^+$	אמון

**נוסחה אמפירית** – נוסחה המתארת את היחסים הפשוטים ביותר בין היונים החיוביים ליונים השליליים בתרכובת.

דוגמה: נוסחה אמפירית מגנזיום חמצני  $\text{Mg}^{+2} + \text{O}^{-2} \rightarrow \text{MgO}$

## תרגילים בנושא חומרים יוניים:

1. לפניך מספר תרכובות יוניות, רשום מאילו יוניים מורכבת כל אחת מהן:



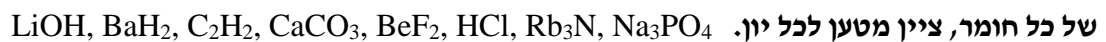
2. תרכובות יוניות מאופיינות ע"י מצב צבירה בטמפ' חדר: \_\_\_\_\_ . חשמל בתמיסה

מימית. התרכובת בנויה מיונים \_\_\_\_\_ ויונים \_\_\_\_\_ .

3. רשום נוסחה אמפירית לחומרים הבאים:

מגנזיום חמצני, מגנזיום כלורי, בריום פלואורי, סידן כלורי, נתרן חנקתי, נתרן חנקני, אלומיניום כרומתי, בריום הידרוקסידי, צזיום זרחתי, אמון פלואורי, אמון פחמתי, אמון זרחתי.

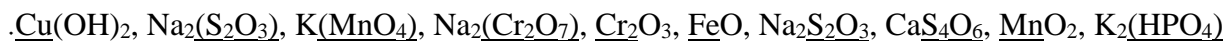
4. מיינ את רשימת החומרים הבאה לחומרים יוניים וחומרים לא יוניים, הסבר. בחומרים יוניים רשום שם



5. הנוסחה האמפירית של תחמוצת הנחושת היא  $\text{CuO}$  מה תהיה נוסחת הכלוריד של הנחושת?



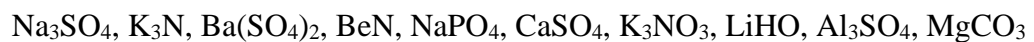
6. רשום את הסמל של היון המסומן בקו בתרכובות היוניות הבאות:



7. לפניך רשימה של יונים:  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $(\text{OH})^-$ ,  $(\text{NO}_3)^-$ ,  $(\text{SO}_4)^{-2}$ ,  $(\text{PO}_3)^{-3}$

הרכב נוסחאות אמפיריות עם היון החיובי הנמצא ברשימה ורשום את שמות החומרים המתקבלים.

8. תקן את הנוסחאות הלא נכונות (רשום מטען של כל יון):

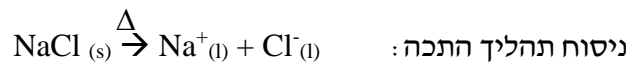
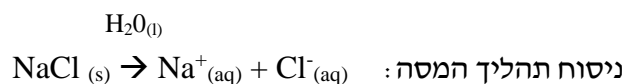


9. באיזה מקרה יתהווה קשר יוני? נמק? במקרים שכן, רשום את הנוסחה האמפירית הנכונה.

בין חנקן לחמצן, בין חמצן לברום, בין רובידיום וסידן, בין צזיום ופלואור, בין גפרית וכלור, בין פלואור לברום, בין זהב לנחושת, בין פלואור לברליום.



**תהליכי המסה ותהליכי התכה בחומרים יוניים  
(לקשר להולכת חשמל) לצייר את המסיסות במים והתכה**



**בתהליך המסה:** חומר יוני מוכנס למים-- הסריג היוני מתפרק -- יונים חיוביים ויונים שליליים מוקפים מולקולות מים -- יש יונים ממויימים -- התמיסה מוליכה חשמל.

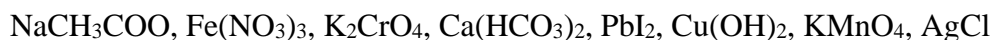
**בתהליך התכה –** חומר יוני מחומם-- הסריג היוני מתפרק -- המשכיכה החשמלית בין היונים חיוביים ליונים שליליים התנתקה -- התמיסה מוליכה חשמל.

### תרגילים:

1. נסח את תהליכי המסה של החומרים הבאים:

- א. סידן כלורי
- ב. עופרת חנקתית
- ג. אלומיניום זרחתי
- ד. ברזל (+3) הידרכסי
- ה. בריום חנקתי
- ו. מגנזיום הידרוכסי
- ז. אשלגן חנקתי
- ח. אמון כלורי

2. לאלו יונים מתפרקים החומרים הבאים בהתכה? רשום ניסוחים מתאימים.



3. רשום את הניסוחים המתאימים להיווצרות חומרים יוניים מהיסודות. ציין מצבי צבירה.

- א. נתרן כלורי
- ב. סידן חמצני
- ג. אשלגן זרחני
- ד. אלומיניום פלואורי
- ה. רובידיום גופרי

4. תרכובת מסוימת מורכבת משני יסודות X ו-Y. אטום X מכיל 20 פרוטונים ואטום Y מכיל 17 פרוטונים.

- זהה כל יסוד
- לאיזה סוג של חומרים שייכת התרכובת?
- רשום את נוסחת התרכובת הנ"ל.
- מה מצב הצבירה של התרכובת בטמפ' חדר?

### השאלה בין הסרי'ים

סוג הסריג	היסודות המרכיבים	סוג הקשר	אופי הקשרים	תכונות עיקריות	חומרים לדוגמה	הערות למבנה
יוני	תרכובת המורכבת בד"כ ממתכת עם אלמנט, פרט למלחי האמון והאמיניום.	יוני	-משיכה אלקרוסטטית בין כל יון לבין היונים המנוגדים לו במטענם שמקיפים אותם. -הקשר היוני חזק יותר כאשר: 1. מטען היון גדול יותר. 2. רדיוס היון קטן יותר.	1. מוליכים חשמל בנוזל אך לא במוצק. 2. אינם ניתנים לריקוע. בהפעלת כוח הם נשברים. 3. טמפ' היתוך ורתיחה גבוהות יחסית. 4. כולם מוצקים בטמפ' החדר. 5. חלקם קלי תמס. 6. כאשר אחד היונים מגיב עם המים, מתקבלת תמיסה $pH \neq 7$ .	NaCl, CaCl <sub>2</sub> , KI, NH <sub>4</sub> Cl.	במצב מוצק המבנה ענק, תלת מימדי ומסודר מאוד.
מולקולרי	יסוד אלמנטית או תרכובת שמורכבת מיסודות אלמנטיות בלבד.	1. בתוך המולקולו-קוולנטי. 2. בין המולקולו-קשרי ו.ד.ו. 3. בין המולקולו-קשרי מימן	1. בהתאם לאופי הקשר האטומרי. 2. משיכה חשמלית בין קטבים מנוגדים. הקשר מתחזק כאשר: 1. ענן האלק' של המולק' גדל. 2. קוטביות המולק' גדלה. 3. פני שטח המולק' גדלים	1. חלקם במצב נוזל או גז בטמפ' חדר. 2. טמפ' היתוך ורתיחה נמוכות. 3. לא מוליכים חשמל. מסיסות במים: 1. אם נוצרים קשרי מימן בין המולק' למים. פחמימנים ארוכים לא מתמוססים במים. מסיסות בממסים אחרים כמו: CCl <sub>4(l)</sub> , CS <sub>2(l)</sub> כאשר המולק' יכולות ליצור קשרי ו.ד.ו.	CH <sub>3</sub> CCl <sub>3(l)</sub> , CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH <sub>(l)</sub>	קשרי מימן חזקים יותר מקשרי ו.ד.ו. הקשרים הבינומולקולאריים קיימים בנוזל ומוצק. בגו הם זניחים.

### שאלות מסכמות האנה וקישור

- נתונים ארבעה יסודות בעלי מספר אטומי עוקב שסמליהם השרירותיים הם A, B, C, D. היסוד C מגיב מייד עם חמצן (שבאוויר). איזה משפט מהמשפטים הבאים אינו נכון?
  - תרכובת של היסוד D עם היסוד A היא DA<sub>2</sub>
  - הרדיוס היוני של היסוד A קטן מהרדיוס האטומי שלו.
  - היסודות C ו-D מוליכים חשמל במצב צבירה מוצק.
  - ליסוד C אנרגיית היינון הנמוכה ביותר.

2. האותיות מ-A עד D מסמלות באופן שרירותי ארבעה יסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים.

ליסוד B הערכות האלקטרוניים 2,8,8.

א. זהה את היסודות. נמק קביעתך.

ב. סדר את היסודות A עד D לפי אנרגיית יינון עולה. הסבר את שיקולך.

טלי זאדה – מורה לכימיה מקיף ו' באר שבע

- ג. סדר את היסודות לפי הרדיוס האטומי שלהם. נמק קביעתך.
- ד. רשום סמל מלא עבור כל אחד מן היונים האופייניים עבור כל אחד מהיסודות מ-A עד D.
- ה. לחלקיק A איזוטופ רדיואקטיבי שפולט קרינת  $\beta$ . איזה יסוד עשוי להתקבל כתוצאה מפליטת הקרינה?  
נמק.

5. i. הגדר תערובת הומוגנית, תערובת הטרוגנית.
- ii. הבא 3 דוגמות עבור כל אחת מהגדרות.
- iii. כיצד ניתן להפריד את התערובת למרכיביה? הסבר.
- iv. האם ניתן להפריד תערובת של מלח בישול וסוכר ע"י הוספת מים? נמק קביעתך.
- v. רשום ניסוח מאוזן לתהליכי המסה של מלח בישול  $\text{NaCl}$  וסוכר  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  במים. ציין מצבי צבירה.
- vi. האם התמיסות המתקבלות מוליכות זרם חשמלי? נמק עפ"י מונחים של מבנה וקישור.

6. למולקולת פורמלדהיד  $\text{CH}_2\text{O}$  מבנה משולש משורי.  
לפניך נתונים ערכי אלקטרו שליליות של האטומים המרכיבים את המולקולה:

C	H	O	האטומים
2.5	2.1	3.5	אלקטרו שליליות

7. לפניך מספר היגדים שונים. בחר את התשובות הנכונות. נמק קביעתך.
- א. במולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  קיימים קשרים יחידים.
- ב. בין המולקולות פועלים קשרי מימן בנוסף לקשרי ו.ד.ו.
- ג. במולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  קיים דו-קוטב קבוע.
- ד. במולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  קיים זוג אלקטרונים הלא קושרים על אטום חמצן.
- ה. אורך הקשר C-H קצר יותר מאורכו של הקשר C-O.
- ו. הקשר C-O קוטבי יותר לעומת הקשר H-O.

7. לפניך טבלה ובה נתונים טמפי' רתיחה והיתוך אודות מספר חומרים. השלם אותה.

זרחן	נחושת	ניאון	גופרית	מי חמצן	חנקן	
						סמל היסוד
44	1083	- 250	120	0	- 210	טמפי' היתוך ( $^{\circ}\text{C}$ )
280	2600	- 246	445	150	- 196	טמפי' רתיחה ( $^{\circ}\text{C}$ )
						מצב צבירה בטמפי' $25^{\circ}\text{C}$
						מצב צבירה בטמפי' $-246^{\circ}\text{C}$
						מצב צבירה בטמפי' $480^{\circ}\text{C}$

8. ליסוד Ag מסה משוכללת 107.9, ומספר אטומי 47. קיימים בטבע מספר איזוטופים של היסוד. איזה מבין ההיגדים הבאים אינו נכון? נמק קביעתך.
- א. הגרעינים של כל אטומי Ag מכילים 47 פרוטונים.
- ב. הגרעינים של כל אטומי Ag מכילים 61 נויטרונים.
- ג. בכל אטום Ag יש 47 אלקטרונים.
- ד. המסה המשוכללת של Ag תלויה במספר המסה של כל אחד מן האיזוטופים שלו ובשכיחותם.
- ה. לכל איזוטופים של היסוד יש תכונות כימיות דומות.

9. נתונים שני חלקיקים:  $^{34}_{16}\text{S}^-$ ,  $^{34}_{17}\text{Cl}^-$ . מהו המשפט הנכון? נמק קביעתך.

- א. לשני החלקיקים אותו מס' אלקטרונים.
- ב. לשני החלקיקים אותו מספר רמות אנרגיה.
- ג. לשני החלקיקים אותו מס' פרוטונים.
- ד. לשני החלקיקים אותו מס' נויטרונים.

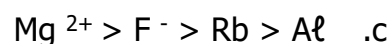
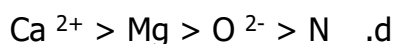
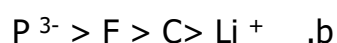
10. א. כתוב נוסחות ייצוג אלקטרוניים למולקולות HCl, HBr, HI.

ב. סדר אותן מן המולקולה קוטבית יותר אל המולקולה בעלת קוטביות נמוכה יותר. הסבר קביעתך.

11. לפניך טבלה. השלם אותה

הערכות האלקטרוניים	מספר נויטרונים	מטען החלקיק	מס' אלקטרוניים	מספר המסה	מס' פרוטונים	שם החלקיק	סמל מלא
			18		17		
	13	0	12				
		+3				יון ברזל	
							$^{14}_7\text{N}^{-3}$

12. מהו הסדר הנכון ביותר של החלקיקים לפי גודלם (רדיוס החלקיק)?



13. בטבלה שלפניך נתון המבנה המרחבי של חמש מולקולות. איזה מהמולקולות יש דו קוטב קבוע?

המולקולה	CS <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	HCN
המבנה המרחבי	קווי	פירמידה משולשת	טטראהדר	טטראהדר	קווי

א. ב- CS<sub>2</sub> וב- CH<sub>4</sub> בלבד.

ב. ב- NH<sub>3</sub> וב- CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> בלבד.

ג. ב- CS<sub>2</sub>, ב- NH<sub>3</sub> וב- CH<sub>4</sub>.

ד. ב- NH<sub>3</sub>, ב- CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> וב- HCN.

14. להלן נתונים לגבי חמישה אטומים המסומנים באופן שרירותי: A, B, C, D, E.

האטומים	A	B	C	D	E2
מספר נייטרונים	8	7	8	2	1
מספר מסה	16	15	17	4	3

אילו מבין האטומים הם איזוטופים זה של זה?

- A איזוטופ של C, וכמו כן B איזוטופ של C.
- A איזוטופ של B וכמו כן D ו-E איזוטופים זה של זה.
- A, B ו-C איזוטופים זה של זה בלבד.
- D ו-E איזוטופים זה של זה בלבד.

15. לארבעת החלקיקים הבאים סידור אלקטרוני זהה: 2,8.

החלקיקים:  $A^{3+}$ ,  $B^{2-}$ ,  $C^{3-}$ ,  $D^-$ .

- זהה את החלקיקים. נמק קביעתך.
- למי מבין החלקיקים: A, B, C, D (הניטראליים) אנרגיית היינון הגבוהה ביותר?
- רשום נוסחאות אמפיריות / מולקולריות לתרכובות של B, C, ו-D עם כלור.

**מאקרו ומיקרו**

21. מוליכות בחומרים יוניים

- תאר ברמה מיקרוסקופית את המבנה של חומר יוני במצב מוצק.
- צייר באופן סכמתי את המודל המציג מבנה של חומר יוני אשלגן כלורי,  $KCl_{(s)}$ .
- תאר ברמה מיקרוסקופית את המבנה של חומר יוני במצב נוזל.
- חומרים יוניים אינם מוליכים חשמל במצב מוצק, אך מוליכים חשמל במצב נוזל. הסבר מדוע.
- תאר ברמה מיקרוסקופית את השינויים המתרחשים בחומר יוני במצב נוזל, בזמן שהוא מוליך חשמל.

22. מוליכות בתמיסות מימיות

- תמיסות מימיות מוליכות חשמל רק אם הן מכילות יונים.
- תאר ברמה מיקרוסקופית את מבנה התמיסה המימית של אשלגן כלורי,  $KCl_{(aq)}$ .
  - צייר באופן סכמתי את המודל המציג את מבנה התמיסה המימית של אשלגן כלורי,  $KCl_{(aq)}$ .
  - תאר ברמה מיקרוסקופית את השינויים המתרחשים תמיסת  $KCl_{(aq)}$  בזמן שהיא מוליכה חשמל.