# כימיה אנליטית לביולוגים

## פרק 2 - קשרים כימיים וסוגי החומרים

### תוכן העניינים

1. סוגי הקשרים הכימיים בין חלקיקים ..... 1
2. קשר קוולנטי ..... 5
3. קשר יוני ..... 8

# סוגי הקשרים הכימיים בין חלקיקים

## שאלות

**1)** בכל אחד מהזוגות שלהלן, קבעו איזה משני החומרים הוא בעל טמפרטורת היתוך גבוהה יותר. נמקו.

א. $PH_3$, $NH_3$

ב. HCl, KCl

ג. $C_2H_5OH$, $CH_3OH$

ד. $CHCl_3$, HF

ה. $SiO_2$, $CO_2$

ו. $I_2$, $Br_2$

ז. $CH_3-O-CH_2CH_3$, $CH_3(CH_2)_2OH$

**2)** הסבירו את התופעות הבאות:

א. נקודת הרתיחה של HF גבוהה מזו של HCl.

ב. נקודת הרתיחה של $CCl_4$ גבוהה מזו של $H_2S$.

ג. נקודת הרתיחה של $CH_3F$ גבוהה מזו של $CO_2$.

ד. נקודת הרתיחה של $CH_3CH_2OH$ נמוכה מזו של $HOCH_2CH_2OH$.

**3)** אילו מהמולקולות הבאות נוטות ליצור קשרי מימן:

א. $H_2S$

ב. $CH_4$

ג. $CH_3CH_2OH$

ד. $CH_3CHO$

ה. $CH_2NH_2$

**4)** הסבירו כל אחת מהעובדות הבאות:

א. לגופרית $(S_8)$ נקודת רתיחה גבוהה מזו של הברום $(Br_2)$.

ב. גופרית נמסה היטב ב- $CS_2$ ואינה נמסה במים.

ג. אשלגן מוצק מוליך חשמל, אבל $K_2S$ מוצק אינו מוליך חשמל.

ד. $CH_3NH_2$ ו- $CH_3OH$ נמסים היטב במים.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

**5)** נתונות התרכובות הבאות: $CH_3NH_2$ ו-$C_3H_6$.
מהי הקביעה הנכונה?

א. ל-$C_3H_6$ טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר, כיוון שבמולקולות קיים קשר כפול.

ב. ל-$CH_3NH_2$ טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר, כיוון שהמולקולות בעלות דו-קוטב קבוע.

ג. ל-$CH_3NH_2$ טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר, כיוון שהקשרים הבין-מולקולריים חזקים יותר.

ד. לשתי התרכובות טמפרטורות הרתיחה קרובות בערכן, כיוון שלשתי התרכובות מולקולות הדומות במבנה ובגודל ענן האלקטרונים.

**6)** בין אילו מולקולות **לא** יכולים להתפתח קשרי מימן:

א. כאשר מכניסים די מתיל אתר, $O(CH_3)_2$, לתוך מים.

ב. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $N(CH_3)_3$, לתוך אתנול, $CH_3OH$.

ג. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $N(CH_3)_3$, לתוך די מתיל אתר, $O(CH_3)_2$.

ד. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $N(CH_3)_3$, לתוך מים.

**7)** איזו קביעה מהבאות **אינה** נכונה:

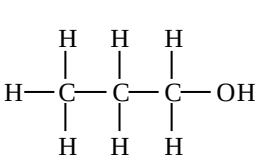
א. נקודת היתוך של Na גבוהה מזו של Mg.

ב. נקודת היתוך של MgS גבוהה מזו של $SO_2$.

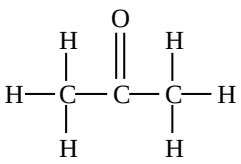
ג. נקודת הרתיחה של $SO_3$ גבוהה מזו של $O_3$.

ד. נקודת הרתיחה של $SO_3$ נמוכה מזו של $H_2SO_3$.

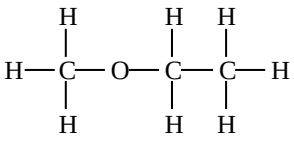
**8)** נתונים שלושת החומרים: A, B ו-C בעלי מסה מולרית דומה.
אילו היגדים **נכונים** עבור חומרים אלה?



**A**



**B**



**C**

א. מבין שלושת החומרים, ל- A יש את נקודת הרתיחה הגבוהה ביותר.

ב. A ו-B יכולים ליצור קשרי מימן עם מולקולות מים.

ג. בכל שלושת החומרים יש קיטוב (דיפול) קבוע.

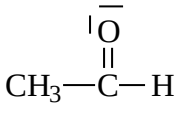
ד. מולקולות של C יוצרות קשרי מימן בינן לבין עצמן.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

**9)** נתונים ארבעה חומרים ונקודות רתיחה (נתונות ב-K). **מהו הדירוג הנכון?**

| | $CCl_4$ | $N_2$ | ClNO | $Cl_2$ |
|---|---|---|---|---|
| א. | 239 | 77 | 350 | 267 |
| ב. | 350 | 77 | 267 | 239 |
| ג. | 267 | 77 | 350 | 239 |
| ד. | 350 | 239 | 267 | 77 |

**10)** נתונים חמישה חומרים:



**1**



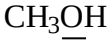
**2**



**3**



**4**



**5**

מהם **שני** ההיגדים **הנכונים**?

א. בין חומר 1 לחומר 5 יתכנו קשרי מימן.
ב. מולקולות 2 ו-4 הן קוטביות.
ג. בין חומר 1 לחומר 2 יתכנו קשרי מימן.
ד. מולקולות של חומר 1 יוצרות קשרי מימן בינן לבין עצמן.
ה. מולקולות של חומר 3 יוצרות קשרי מימן בינן לבין עצמן.

**11)** נתונים שבעה חומרים המסומנים שרירותית באותיות A-G:

| החומר | **מסיסות במים** | **מסיסות ב-** $CS_2$ | **מסיסות ב-** $CHCl_3$ | **מוליכות במצב מוצק** | **מוליכות במצב נוזל** |
|---|---|---|---|---|---|
| A | + | – | – | – | + |
| B | + | – | – | + | + |
| C | – | + | מוגבלת | – | – |
| D | + | – | – | – | – |
| E | מוגבלת | מוגבלת | + | – | – |
| F | – | – | – | – | + |
| G | – | – | – | + | + |

א. זהו את החומרים מתוך הרשימה הבאה:

$HCN,\ C_2H_4,\ AgCl,\ Cu,\ N_2H_4,\ SiO_2,\ NaCl,\ K$

ב. סדרו את החומרים המולקולריים לפי נקודת הרתיחה עולה. נמקו.

ג. הסבירו את העובדות הבאות:

1. $Tb(NH_3) < Tb(N_2H_4) < Tb(P_4)$ (כאשר Tb היא טמפרטורת הרתיחה).
2. G מוליך זרם חשמלי במצב מוצק ונוזל ו-A מוליך במצב נוזל בלבד.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

## תשובות סופיות

**1)** א. $NH_3$ ב. $KCl$ ג. $C_2H_5OH$ ד. $CHCl_3$
ה. $SiO_2$ ו. $I_2$ ז. $CH_3(CH_2)_2OH$

**2)** א. קשרי מימן. ב. כוחות לונדון.
ג. כוחות דיפול-דיפול ד. קשרי מימן.

**3)** ג, ה.

**4)** א. חוזק כוחות לונדון.
ב. יכולת ליצור קשרי לונדון עם $CS_2$ ואי- יכולת ליצור קשרי מימן עם מים.
ג. נוכחות אלקטרונים חופשיים במוצק מתכתי והיעדר יונים חופשיים במוצק יוני.
ד. יכולת היווצרות קשרי מימן.

**5)** ג

**6)** ג

**7)** א

**8)** א, ב, ג.

**9)** ב

**10)** א, ה.

**11)** א. $A:NaCl;\ B:K;\ C:C_2H_4;\ D:N_2H_4;\ E:HCN;\ F:AgCl;\ G:Cu$

ב. $C_2H_4 < HCN < N_2H_4$

ג.1. חוזק קשרי לונדון וקשרי מימן.
2. נוכחות אלקטרונים חופשיים בחומר מתכתי, ונוכחות יונים חופשיים בנוזל יוני.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

# קשר קוולנטי

## שאלות

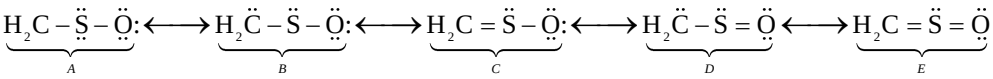
**1)** רשמו את נוסחאות לואיס עבור: $OCCl_2$, $AsOCl_3$, $SbCl_5$, $BeCl_2$, $CH_3SH$.

**2)** רשמו את מבנה לואיס עבור החלקיקים הבאים וציינו את המבנים הרזונטיביים: $NO_3^-$, $NCO^-$, $PO_4^{3-}$, $CH_3CO_2^-$.

**3)** נתונים החלקיקים הבאים: $ICl_2^+$, $C_2F_4$, $NOCl$, $SnH_4$, $PCl_3$, $I_3^-$, $ICl_5$.
לגבי כל חלקיק קבעו:
א. את סוג ההכלאה של האטום המרכזי.
ב. את המבנה המרחבי.
ג. האם החלקיק בעל דו-קוטב קבוע?

**4)** נתונים הצורנים $PSCl_3$ ו- $SCl_5^+$.
א. הציעו להם את מבנה לואיס היציב ביותר.
ב. קבעו את ההכלאה של האטום המרכזי בכל אחד מהצורנים.
ג. מהי הצורה הגיאומטרית של כל צורון?

**5)** נתונים מבנים רזונטיביים עבור התרכובת $H_2CSO$, מסומנים ב- $A-E$:




כמו כן נתונים ערכי אלקטרושליליות:

| **אטום** | חמצן, O | גופרית, S | פחמן, C |
|---|---|---|---|
| **אלקטרושליליות** | 3.5 | 2.5 | 2.5 |

א. סדרו את המבנים הנ"ל לפי יציבותם, מהנמוכה לגבוהה יותר.
ב. התייחסו למבנה היציב ביותר וקבעו את ההכלאה של כל אטום מרכזי ואת הצורה הגיאומטרית סביבו.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

**6)** העריכו את זוויות הקשרים שהאטום המרכזי מעורב בהם בחלקיקים:

א. $O_3$

ב. $N_3^-$

ג. $SeCl_2$

ד. $NO_2^-$

**7)** נתונים שלושה חלקיקים: $O_2^-$, $O_2^+$ ו- $O_2^{2-}$.

א. כתבו את היערכות אורביטלי הערכיות המולקולריים בחלקיקים אלה.

ב. מהו סדר הקשר בכל צורון?

ג. האם הצורנים הללו הם פאראמגנטיים או דיאמגנטיים?

**8)** נתונים החלקיקים $CF^+$, $CF$, $CF^-$.

א. סדרו את החלקיקים בסדר עולה, לפי אורך הקשר $C-F$.

ב. האם חלקיקים אלה הם פאראמגנטיים או דיאמגנטיים?

**9)** נתונים החלקיקים הבאים: $He_2$, $He_2^+$, $H_2$.

א. היעזרו בהיערכות האלקטרונים באורביטלים המולקולריים, והשוו את החלקיקים הנ"ל לפי יציבותם.

ב. האם אפשרי קיומם של חלקיקים אלה בתנאים תקניים? במידה ולא, האם ניתן להכינם בתנאים מיוחדים?

**10)** איזו מהמולקולות הבאות בעלת הקשר החזק ביותר: $B_2$, $C_2$.

הערה: היעזרו במערך האלקטרונים באורביטלים המולקולריים.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

## תשובות סופיות

**1)** ראו סרטון באתר.

**2)** ראו סרטון באתר.

**3)** $ICl_2^+ : SP^3$, זוויתי, קוטבי; $C_2F_4 : SP_2$, משולש מישורי, לא קוטבי;

$NOCl : SP^2$, זוויתי, קוטבי; $SnH_4 : SP^3$, טטרהדר, לא קוטבי;

$PCl_3 : SP^3$, פירמידה משולשת, קוטבי; $I_3^- : SP^3d$, קווי, לא קוטבי;

$ICl_5 : SP^3d^2$, פירמידה מרובעת, קוטבי.

**4)** $SCl_5^+ : SP^3d$, דו-פירמידה משולשת; $PSCl_3 : SP^3$, טטרהדר.

**5)** א. $E > C = A > D > B$ ב. $SP^2$, משולש מישורי וזוויתי.

**6)** א. $120° >$ ב. $180°$ ג. $180° >$ ד. $120° >$

**7)** $O_2^- : \sigma_{1s}^2\sigma_{1s}^{*2}\sigma_{2s}^2\sigma_{2s}^{*2}\sigma_{2p}^2\pi_{2p}^4\pi_{2p}^{*3}$; פאראמגנטי, $BO = 1.5$.

$O_2^+ : \sigma_{1s}^2\sigma_{1s}^{*2}\sigma_{2s}^2\sigma_{2s}^{*2}\sigma_{2p}^2\pi_{2p}^4\pi_{2p}^{*1}$; פאראמגנטי, $BO = 2.5$.

$O_2^{2-} : \sigma_{1s}^2\sigma_{1s}^{*2}\sigma_{2s}^2\sigma_{2s}^{*2}\sigma_{2p}^2\pi_{2p}^4\pi_{2p}^{*4}$; דיאמגנטי, $BO = 1$.

**8)** א. $CF^+ < CF < CF^-$ ב. $CF^+$ – דיאמגנטי; $CF^-$ ו- $CF$ – פאראמגנטיים.

**9)** א. $He_2 < He_2^+ < H_2$ ב. $He_2$ קיים רק במצב מעורר.

**10)** $C_2$


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

# קשר יוני

## שאלות

**1)** ליסוד M סדר אנרגיות יינון עוקבות (ב-eV):

0.98, 1.42, 2.02, 9.30, 10.2, 12.1,…

נוסחת התחמוצת (תרכובת עם חמצן) של מתכת M הסבירה ביותר היא:

א. $MO_2$

ב. $M_2O_3$

ג. $M_3O_2$

ד. $M_2O$

**2)** בטבלה שלהלן נתונים ערכי אנרגיות היינון הראשונות של חמישה יסודות עוקבים בטבלה מחזורית. היסודות סומנו באופן שרירותי באותיות A – E:

| **היסוד** | E | D | C | B | A |
|---|---|---|---|---|---|
| **אנרגיית היינון הראשונה** | 590 | 420 | 1520 | 1250 | 1000 |

איזו נוסחה נכונה:

א. DO

ב. EO

ג. $A_2O_3$

ד. $BO_2$

**3)** לתחמוצת של מתכת X נוסחה $X_2O_3$. לפי נתון זה, נצפה עבור מתכת X להפרש הגדול ביותר בין אנרגיית היינון ה_____ לאנרגיית היינון ה_____.

א. ראשונה שנייה.

ב. שנייה, שלישית.

ג. שלישית, רביעית.

ד. רביעית, חמישית.

**4)** הדירוג, עבור ארבעת החומרים היוניים, על פי סדר עולה של נקודת ההיתוך הוא:

א. MgO > KCl > RbBr > RbI

ב. MgO > RbI> KCl > RbBr

ג. RbBr > RbI > MgO > KCl

ד. KCl > RbBr > RbI > MgO


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

**5)** נתונות שתי תרכובות יוניות שנוסחתן היא: $a)\ Na(MnO_4),\ b)\ Ca_3(CoF_6)_2$.
סמנו את התשובה הנכונה המתייחסת למטען היונים המוקפים בסוגריים:

א. $MnO_4^-,\ CoF_6^{2-}$

ב. $MnO_4^{2-},\ CoF_6^{2+}$

ג. $MnO_4^-,\ CoF_6^{3-}$

ד. $MnO_4^{3+},\ CoF_6^{3-}$

**6)** נתונה התרכובת היונית $AB_3$.
ידוע שהרדיוס האטומי של A הוא $0.97\text{Å}$, ואילו הרדיוס היוני שלו הוא $1.12\text{Å}$.
הרדיוס האטומי של B הוא $0.89\text{Å}$ והרדיוס היוני שלו $0.75\text{Å}$.

א. מהו מטענו של האניון בתרכובת הזו?

ב. היסודות בטבלת אנרגיות היינון הבאה לקוחים מהשורה השלישית של המערכה המחזורית.
זהו את היסודות בטבלה ופרטו מדוע, וזהו את היסוד B שבתרכובת.

| **אנרגיות ינון, בערכי** kJ/mol | **יסוד 3** | **יסוד 2** | **יסוד 1** |
|---|---|---|---|
| $E_1$ | 580 | 790 | 500 |
| $E_2$ | 1820 | 1580 | 4560 |
| $E_3$ | 2740 | 3230 | 6910 |
| $E_4$ | 11580 | 4360 | 9540 |
| $E_5$ | 14830 | 16090 | 13350 |

**7)** נתונה הטבלה הבאה:

| **חומר** | **נקודת ההיתוך** | **מסיסות במים** |
|---|---|---|
| *BaS* | 1200 | זניחה |
| *MgS* | | זניחה |
| *RbCl* | 718 | גבוהה |
| *RbI* | | גבוהה |

מהי נקודת ההיתוך (ב-$C^\circ$) המתאימה ביותר ל MgS ו-RbI?

א. 2050 ו-640.

ב. 1050 ו-640.

ג. 2050 ו-850.

ד. 1050 ו-850.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

**8)** מהי הקביעה ה**לא נכונה**:

א. כאשר מוספים תמיסת $Rb_2CO_3$ לתמיסה של $BaS$ לא מבחנים במשקע.

ב. כאשר מוספים תמיסת $Rb_2S$ לתמיסה של $RbI$ לא מבחנים במשקע.

ג. כאשר מוספים תמיסת $Rb_2CO_3$ לתמיסה של $RbI$ לא מבחנים במשקע.

ד. כאשר מוספים תמיסת $RbCl$ לתמיסה של $RbI$ לא מבחנים במשקע.

**9)** מהי הנוסחה האמפירית של התרכובות הבאות:

א. מגנזיום ארסני.

ב. אינדיום גופרי.

ג. אלומיניום הידריד.

ד. הידרוקסיד של ביסמות (3).

ה. סידן חנקתי.

ו. סידן זרחתי.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

## תשובות סופיות

1) ב
2) ב
3) ג
4) א
5) ג
6) א. $-3$ ב. $1-Na;\ 2-Si;\ 3-Al;\ Na-B$
7) א
8) א
9) א. $Mg_3As_2$ ב. $In_2S_3$ ג. $AlH_3$ ד. $Bi(OH)_3$
ה. $Ca(NO_3)_2$ ו. $Ca_3(PO_4)_2$


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©