# כימיה כללית 2



# תוכן העניינים


1. קשרים כימיים וסוגי החומרים ..... 1
2. תרמוכימיה ..... 12
3. חומצות ובסיסים ..... 20
4. שיווי משקל כימי ..... 26
5. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני ..... 36
6. שיווי משקל בין הפאזות ותכונות קוליגטיביות ..... 40

# כימיה כללית 2

## פרק 1 - קשרים כימיים וסוגי החומרים

### תוכן העניינים

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

# 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 0.97Å, ואילו הרדיוס היוני שלו הוא 1.12Å.
הרדיוס האטומי של B הוא 0.89Å והרדיוס היוני שלו 0.75Å.

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) 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 ©

# קשר קוולנטי

## שאלות

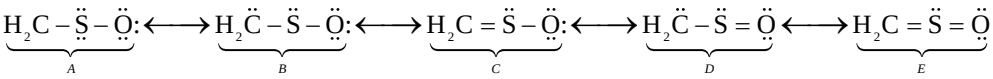
**1)** רשמו את נוסחאות לואיס עבור: $CH_3SH,\ BeCl_2,\ SbCl_5,\ AsOCl_3,\ OCCl_2$.

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

**3)** נתונים החלקיקים הבאים: $ICl_5,\ I_3^-,\ PCl_3,\ SnH_4,\ NOCl,\ C_2F_4,\ ICl_2^+$.
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 ©

# 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:

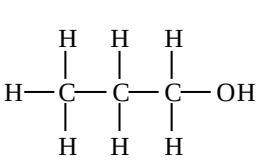
א. נקודת היתוך של Na גבוהה מזו של Mg.

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

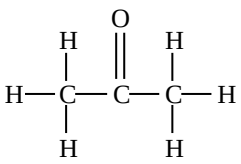
ג. נקודת הרתיחה של $SO_3$ גבוהה מזו של $O_3$.

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

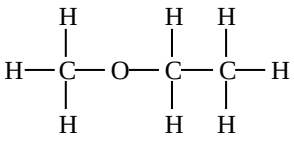
**8)** נתונים שלושת החומרים: A, B ו-C בעלי מסה מולרית דומה.
אילו היגדים **נכונים** עבור חומרים אלה?



**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.

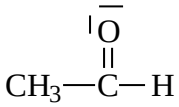
ד. מולקולות של C יוצרות קשרי מימן בינן לבין עצמן.


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**



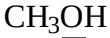
**2**



**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 ©

# כימיה כללית 2

## פרק 2 - תרמוכימיה

### תוכן העניינים

1. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה..... 12
2. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת חוק הס ..... 14

# קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה

## שאלות

**1)** בשריפת 1 גרם של $C_2H_{4(g)}$ נפלטה אנרגיה שגרמה לחימום 300 גרם של מים מ- $19°C$ ל- $60°C$. מהי האנתלפיה של שריפת $C_2H_{4(g)}$?

החום הסגולי של מים נתון על ידי $C_P = 4.2\frac{j}{g\cdot°C}$.

**2)** חום השריפה של פחם הוא $6\ kcal/g$.
מהי מסת הפחם, שיוכל לספק בזמן שריפתו כמות חום שתספיק כדי להפוך 20 ק"ג קרח מוצק ב- $0°C$ למים במצב גזי בטמפרטורה של $100°C$?

נתון עבור המים כי $\Delta H^\circ_b = 40.7\frac{kJ}{mol}$; $\Delta H^\circ_m = 6.06\ \frac{kJ}{mol}$; $c = 4.2\frac{J}{g}\cdot C°$.

**3)** בערבוב 100 מ"ל תמיסת $Pb(NO_3)_2$ בריכוז $0.2\,M$ עם 100 מ"ל תמיסת KI בריכוז $0.8\,M$, נוצר משקע והטמפרטורה עלתה ב- $1.5°C$.
חשבו את שינוי האנתלפיה $\Delta H$, לתגובת השיקוע.

זכרו כי קיבול החום של מים הוא $c = 4.2\frac{J}{g}\cdot C°$.

**4)** כמות של 25.23 גרם מתנול $(CH_3OH)$ קפאו, ו- $4.1kJ$ חום נפלטו לסביבה.
מהי אנתלפיית ההיתוך של מתנול?

**5)** קיבול החום של נחושת הוא $24.4\frac{J}{Kmol}$.
כמה חום נדרש, על מנת להעלות את הטמפרטורה של 120 גרם נחושת מ- $300\,K$ ל- $340\,K$?

א. $\sim 1844\,J$

ב. $\sim 117.1kJ$

ג. $\sim 976\,J$

ד. $\sim 2929\,J$


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

**6)** נתונה התגובה $\Delta H^\circ = -241.8\frac{kJ}{mol}$ $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$.

מהי כמות החום שנפלטת, ב- kJ , כאשר 36 גרם של גז מימן מגיבים עם 36 גרם של גז חמצן?

א. $544\,kJ$

ב. $-8630\,kJ$

ג. $272\,kJ$

ד. $-1088\,kJ$

## תשובות סופיות

**1)** $-1446.48\frac{kJ}{mol}$

**2)** 2395.06 גרם.

**3)** $-63\frac{kJ}{mol}$

**4)** $5.2\frac{kJ}{mol}$

**5)** א

**6)** א


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

# קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת חוק הס

## שאלות

**1)** נתונות התגובות הבאות:

$$C_2H_{2(g)} + 2.5O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_1^\circ = -1299.6\frac{kJ}{mol}$$

$$C_2H_{6(g)} + 3.5O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_2^\circ = -1559.4\frac{kJ}{mol}$$

$$H_{2(g)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_3^\circ = -285.9\frac{kJ}{mol}$$

חשבו את חום התגובה $C_2H_{2(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$.

**2)** פתחו ביטוי עבור $\Delta H$ לתגובה $2XO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow X_2O_{3(s)} + CO_{(g)}$,
כאשר נתונים התהליכים הבאים:

$$X_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow XO_{(s)} + CO_{(g)} \qquad \Delta H_1^\circ$$

$$CO_{(g)} + 0.5O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2^\circ$$

$$2X_{(s)} + 1.5O_{2(g)} \rightarrow X_2O_{3(s)} \qquad \Delta H_2^\circ$$

**3)** חשבו את אנתלפיית התגובה $PCl_{5(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow POCl_{3(g)} + 2HCl_{(g)}$,
כאשר נתונים התהליכים הבאים:

$$(1)\ 2P_{(s)} + O_{2(g)} + 3Cl_{2(g)} \rightarrow 2POCl_{3(g)} \qquad \Delta H_1^\circ = -283.0\,kcal$$

$$(2)\ H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)} \qquad \Delta H_2^\circ = -44.2\,kcal$$

$$(3)\ 2P_{(s)} + 5Cl_{2(g)} \rightarrow 2PCl_{5(g)} \qquad \Delta H_3^\circ = -190.8\,kcal$$

$$(4)\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_4^\circ = -115.6\,kcal$$

**4)** חשבו את האנתלפיה של התגובה $2MgO_{(s)} + Si_{(s)} \rightarrow SiO_{2(s)} + Mg_{(s)}$,
כאשר נתון:

$$\Delta H_f^\circ\left(SiO_{2(s)}\right) = -20.33\frac{kcal}{mol}$$

$$\Delta H_f^\circ\left(MgO_{(s)}\right) = -182.22\frac{kcal}{mol}$$


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

**5)** נתונים התהליכים אֶקְסוֹתֶרְמִיים הבאים:

$(1)\ 2H_{2(g)}+O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

$(2)\ 2H_{2(g)}+O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

$(3)\ 2H_{2(g)}+2O_{(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

$(4)\ 2H_{2(g)}+2O_{(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$

איזה תהליך הוא האֶקְסוֹתֶרְמִי ביותר? נמקו.

**6)** איזו משוואה מבין המשוואות הבאות מתארת את תהליך היווצרות הגז $HCl$?

א. $H^+_{(aq)}+Cl^-_{(aq)} \rightarrow HCl_{(g)}$

ב. $ICl_{3(g)}+2H_{2(g)} \rightarrow HI_{(g)}+3HCl_{(g)}$

ג. $NH_{3(g)}+Cl_{2(g)} \rightarrow NH_2Cl_{(g)}+HCl_{(g)}$

ד. $\frac{1}{2}H_{2(g)}+\frac{1}{2}Cl_{2(g)} \rightarrow HCl_{(g)}$

**7)** במהלך מטבוליזם (תגובה עם חמצן) של גלוקוז $\left(C_6H_{12}O_{6(s)}\right)$ נוצרים $CO_{2(g)}$ ו- $H_2O_{(l)}$, ונפלט חום שניתן לנצלו לביצוע עבודה בשיעור של 70%.

חשבו את מסת הגלוקוז שיש לשרוף, כשאישה מטפסת על הר ומשקיעה לשם כך עבודה בשיעור של 3300 kJ, כאשר נתון:

$$\Delta H_f^\circ\left(C_6H_{12}O_{6(s)}\right)=-1273.3\frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_f^\circ\left(CO-_{2(g)}\right)=-393.5\frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H_f^\circ\left(H_2O_{(l)}\right)=-285.8\frac{kJ}{mol}$$

א. 212 גרם.

ב. 510 גרם.

ג. 302.4 גרם.

ד. 728 גרם.


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

**8)** נתונה התגובה $\Delta H^0 = -264\,\text{kJ}$ $N_{2(g)} + 3F_{2(g)} \rightarrow 2NF_{3(g)}$.

א. מהי כמות האנרגיה המשתחררת, כאשר 0.256 מול של $NF_{3(g)}$ נוצרים מהיסודות הנ"ל בלחץ של אטמוספירה אחת ובטמפרטורה של $289\,\text{K}$?

ב. היעזרו בטבלה הבאה וחשבו את אנתלפיית הקשר $F-F$.

| הקשר | אנתלפיית הקשר $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ |
|---|---|
| $N \equiv N$ | 946 |
| $F-N$ | 272 |

**9)** נתון כי

$$\Delta H_c^\circ\left(CH_3COCH_{3(l)}\right) = -1821.4\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_c^\circ\left(CH_3CH_2CHO_{(l)}\right) = -1816.7\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

שינוי האנתלפייה $\left(\Delta H_c^\circ\right)$ עבור התהליך $CH_3CH_2COH_{(l)} \rightarrow CH_3COCH_{3(l)}$, שווה ל:

א. $-4.7\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ב. $-3638.1\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ג. $4.7\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ד. $3638.1\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$


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

**10)** נתונה תגובת השריפה $4C_2H_5NO_{2(s)}+9O_{2(g)} \rightarrow 8CO_{2(g)}+10H_2O_{(g)}+2N_{2(g)}$,

וידוע כי חום השריפה של גליצין $\left(C_2H_5NO_2\right)$ הוא $\Delta H^0{}_c=-973.49\frac{kJ}{mole}$.

חשבו את אנתלפיית ההיווצרות של גליצין, כאשר נתון:

| **Substance** | $\Delta H_f^0$, kJ mol$^{-1}$ |
|---|---|
| $CO_{2(g)}$ | –393.5 |
| $H_2O_{(l)}$ | –285.8 |

א. $-9900\frac{kJ}{mole}$

ב. $-1258\frac{kJ}{mole}$

ג. $-528\frac{kJ}{mole}$

ד. אף תשובה אינה נכונה.

**11)** נתונות שתי תגובות:

$NH_{3(g)} + 3F_{2(g)} \longrightarrow NF_{3(g)} + 3HF_{(g)} \quad \Delta H^0$=-892 kJ

$N_{2(g)} + 3F_{2(g)} \longrightarrow 2NF_{3(g)(g)} \quad \Delta H^0$=-124.7 kJ

א. 1. חשבו את $\Delta H^0$ עבור התגובה $2NH_{3(g)}+3F_{2(g)} \rightarrow N_{2(g)}+6HF_{(g)}$.

2. מהו $\Delta H_f^0\left(NF_{3(g)}\right)$?

3. נתון כי $\Delta H_f^0\left(HF_{(g)}\right)=-271\frac{kJ}{mol}$, חשבו את $\Delta H_f^0\left(NH_{3(g)}\right)$.

ב. נתונות אנתלפיות הקשר:

| $N-H$ | $F-F$ | $H-F$ | **קשר** |
|---|---|---|---|
| 391 | 158 | 565 | $\Delta H_D^0\left[\frac{kJ}{mol}\right]$ |

חשבו את אנתלפיית הקשר הממוצעת בין חנקן לפלואור ב- $NF_{3(g)}$.


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

**12)** נתון כי $\Delta H_D^0(C-H)=412\frac{kJ}{mol}$ ו- $\Delta H_D^0(C-Cl)=338\frac{kJ}{mol}$.

למה שווה אנתלפיית התגובה $CH_{4(g)}+CCl_{4(g)} \rightarrow CH_3Cl_{(g)}+CCl_3H_{(g)}$ :

א. 0

ב. +74

ג. –74

ד. +850

**13)** נתון :

$$CH_{4(g)} \longrightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)} \quad \Delta H^0 = +H_1$$

$$C_2H_{6(g)} \longrightarrow 2C_{(g)} + 6H_{(g)} \quad \Delta H^0 = +H_2$$

והניחו שאנתלפיית הקשר $C-H$ במולקולת מתאן $\left(CH_{4(g)}\right)$ שווה לזו שבמולקולת אתאן $\left(C_2H_{6(g)}\right)$.

לפי נתוני השאלה, אנתלפיית הקשר $C-C$ במולקולת $C_2H_6$ שווה (ביחידות $\frac{kJ}{mol}$) ל :

א. $\frac{H_1}{4}+\frac{H_2}{6}$

ב. $\frac{H_2}{6}-\frac{H_1}{4}$

ג. $H_2-\frac{H_1}{6}$

ד. $H_2-\frac{3H_1}{2}$

**14)** תהליך שריפה של די מתיל אתר **גזי** $\left(CH_3OCH_3\right)$ אקסותרמי יותר מתהליך השריפה של אתנול **גזי** $\left(CH_3CH_2OH\right)$, כי :

א. בין מולקולות הכוהל קיימים קשרי מימן.

ב. נקודת הרתיחה של כוהל גבוהה מזו של אתר.

ג. יש להשקיע יותר אנרגיה לניתוק קשרים בכוהל.

ד. יש להשקיע יותר אנרגיה לניתוק קשרים באתר.


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

## תשובות סופיות

1) $-312\ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

2) $\Delta H_3 - 2\Delta H_1 - 3\Delta H_2$

3) $-32.5\frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$

4) $344.11\frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$

5) ג

6) ד

7) ג

8) א. $33.79\,\text{kJ}$ ב. $140.67\ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

9) ג

10) ג

11) א.1. $-1659.4\,\text{kJ}$ .2 $-62.35\,\text{kJ}$ .3 $16.65.4\ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ב. $281.33\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

12) א

13) ד

14) ג


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

# כימיה כללית 2

## פרק 3 - חומצות ובסיסים

### תוכן העניינים

1. חומצות ובסיסים ..... 20

# חומצות ובסיסים

## שאלות

חשבו את ה- pH וה- pOH של התמיסות המימיות בשאלה **1** (חומצה חזקה) ושאלה **2** (בסיס חזק):

**1)** 5 מ"ל של תמיסת $HClO_{4(aq)}$ בריכוז $3.5\cdot10^{-4}\,M$ לאחר מיהול ל- $25\,ml$.

**2)** 10.9 מ"ג של $Ba(OH)_2$ הומסו ב- 10 מ"ל תמיסת $KOH$, בריכוז של $3.46\cdot10^{-2}\,M$.

**3)** חשבו את ה- pH ואת אחוז הפרוטונציה של תמיסת $(CH_3)_3N_{(aq)}$ בריכוז של $0.35\,M$, כאשר נתון $pK_b\left((CH_3)_3N\right)=4.19$.

**4)** ערך ה- pH של תמיסת $HClO_{2(aq)}$ בריכוז של $0.1M$ הוא 1.2.
מהו ערך ה- $pK_a$ של החומצה?

**5)** מצאו את הריכוז ההתחלתי של תמיסת הידרזין $(NH_2NH_2)$ בעלת $pH=10.2$, כאשר נתון $K_b\left(NH_2NH_2\right)=1.7\cdot10^{-6}$.

**6)** שיעור הדה-פרוטונציה של חומצה בנזואית $(C_6H_5COOH)$ הוא 2.4%, בעלת ריכוז של $0.11M$.
חשבו את ה- pH ואת ה- $K_a$ שלה.

**7)** דגימה של 150 מ"ל תמיסת $NaCH_3CO_{2(aq)}$, בריכוז של $0.02\,M$, נמהלת עד לנפח של 500 מ"ל.
מהו ה- pH של התמיסה, ומהו ריכוז החומצה האצטית $(CH_3COOH)$ בתמיסה, כאשר נתון $K_a\left(CH_3COOH\right)=1.8\cdot10^{-5}$?

**8)** התרופה אמפטמין $(C_6H_5CH_2CH(CH_3)NH_2)$, שקבוע הבסיסיות שלה הוא $K_b=7.8\cdot10^{-4}$, משווקת בד"כ כמלח מימן ברומי $(C_6H_5CH_2CH(CH_3)NH_3^+Br)$.
קבעו את ה- pH של התמיסה, שהוכנה על ידי המסת 6.48 גרם מלח ב- 200 מ"ל מים (יש להניח שנפח התמיסה המתקבלת הוא 200 מ"ל).


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

**9)** חשבו את ה- pH של תמיסת $H_2SO_4$ בריכוז $0.15\,M$, כאשר נתון כי $K_{a2}\left(H_2SO_4\right)=1.2\cdot10^{-2}$.

**10)** חשבו את ה- pH של תמיסת $H_2TeO_4$, בריכוז $1.1\cdot10^{-3}\,M$, כאשר נתון כי $K_{a1}=2.1\cdot10^{-8},\ K_{a2}=6.5\cdot10^{-12}$.

**11)** חשבו את הריכוזים של הצורנים $H_2CO_3,\ HCO_3^-,\ CO_3^{2-},\ H_3O^+,\ OH^-$, שנמצאים בתמיסה של $Na_2CO_{3(aq)}$, בריכוז של $0.0456\,M$, כאשר נתון כי $K_{a1}\left(H_2CO_3\right)=4.3\cdot10^{-7},\ K_{a2}\left(H_2CO_3\right)=5.6\cdot10^{-11}$.

**12)** חשבו את ה- pH של התמיסה שמתקבלת מערבוב של 30 מ"ל תמיסת $HCN_{(aq)}$, בריכוז של $0.05\,M$, עם 70 מ"ל תמיסת $NaCN$, בריכוז של $0.03\,M$, כאשר נתון $K_a\left(HCN\right)=4.9\cdot10^{-10}$.

**13)** נתונה תמיסה שמכילה $Na_2HPO_{4(aq)}$, בריכוז של $0.15\,M$, ו- $KH_2PO_{4(aq)}$, בריכוז של $0.1M$, כאשר נפח התמיסה הוא 100 מ"ל.

א. מהו ה- pH של התמיסה?

ב. מהו השינוי ב- pH, הנובע מהוספת 80 מ"ל של $NaOH_{(aq)}$, בריכוז של $0.01M$, לתמיסה שבסעיף א, כאשר נתון כי $K_{a3}\left(H_3PO_4\right)=2.1\cdot10^{-13}$, $K_{a1}\left(H_3PO_4\right)=7.6\cdot10^{-3},\ K_{a2}\left(H_3PO_4\right)=6.2\cdot10^{-8}$.

**14)** 4.25 גרם חומצה חלשה חד-פרוטית $(HA)$ הומסו במים.
בטיטור של התמיסה עם $NaOH_{(aq)}$, בריכוז של $0.35\,M$, נדרשו 52 מ"ל כדי להגיע לנקודה האקוויוולנטית. לאחר הוספת 26 מ"ל של הבסיס, נמצא שה- pH של התמיסה שווה ל- 3.82.

א. מהי המסה המולרית של החומצה?

ב. מהו ערך ה- $pK_a$ של החומצה?

**15)** בוצע טיטור של 25 מ"ל $CH_3COOH_{(aq)}$, בריכוז של $0.1M$, עם $KOH$, ב- $0.1M$.

א. מה יהיה ה- pH לאחר הוספת 10 מ"ל של תמיסת $KOH$?

ב. מהו הנפח של תמיסת $KOH$, הדרוש כדי להגיע לסתירה המלאה?

ג. חשבו את ה- pH בנקודה הסטויכיומטרית, כש- $K_a\left(CH_3COOH\right)=1.8\cdot10^{-5}$.


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

**16)** אילו חומרים יש לערבב על מנת לקבל תמיסת בופר?

א. 0.15 מול של KOH עם 0.08 מול של HCl בכלי שנפחו 1 ליטר.

ב. 0.15 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOH בכלי שנפחו 1 ליטר.

ג. 0.08 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOK בכלי שנפחו 1 ליטר.

ד. 0.08 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOH בכלי שנפחו 1 ליטר.

**17)** תמיסה $A$, שנפחה 1.2 ליטר, היא תמיסת NaOH בעלת $pH=12.0$.

תמיסה $B$, שנפחה 0.6 ליטר, היא תמיסת HCl בעלת $pH=1.00$.

מהו המשפט **הנכון**:

א. שתי התמיסות מכילות את אותו מספר מולים של מומס.

ב. ריכוז יוני ה $Cl^-$ בתמיסה $B$ גדול פי 10 מריכוז יוני ה- $Na^+$ בתמיסה $A$.

ג. כתוצאה מערבוב של שתי התמיסות תתקבל תמיסה בעלת $pH>7$.

ד. בערבוב נפחים שווים של שתי התמיסות, תתקבל תמיסה בעלת $pH=7$.

**18)** לתמיסה של $CH_3COOK$, בריכוז $0.1M$, ה- pH נמוך יותר מזה של תמיסת KCN בריכוז $0.1M$. מכאן נובע כי:

א. יון $CH_3COO^-$ עובר דיסוציאציה חלקית לייצור $H_3O^+$.

ב. יון $CN^-$ הוא בסיס חלש יותר מיון $CH_3COO^-$.

ג. מסיסות של חומצת $CH_3COOH$ במים, קטנה מזו של HCN.

ד. חומצת HCN חלשה יותר מחומצת $CH_3COOH$.

**19)** ל-0.025 ליטר של תמיסת $Ba(OH)_2$, שריכוזה $0.01M$, הוסיפו 0.01 ליטר של תמיסת $HNO_3$, שריכוזה $0.025M$. ה- pH של התמיסה הסופית יהיה:

א. קטן מ- 7.

ב. גדול מ- 7.

ג. שווה 7.

ד. לא ניתן לקבוע.


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

**20)** להלן שלוש קביעות לגבי תגובה בין 50 מ״ל של $HA$, בריכוז $0.1M$, לבין 50 מ״ל של $KOH$, בריכוז $0.1M$.

1. ה-pH הסופי הוא ניטרלי, במידה ש-$HA$ היא חומצה חזקה.
2. ה-pH הסופי הוא בסיסי, במידה ש-$HA$ היא חומצה חלשה.
3. ה-pH הסופי הוא ניטרלי, במידה ש-$HA$ היא חומצה חלשה.

איזו קביעה נכונה?

א. קביעה 1 בלבד.
ב. קביעה 2 בלבד.
ג. קביעה 3 בלבד.
ד. קביעות 1 ו-2.

**21)** נתון כי $K_a(HOCl)=2.9\cdot10^{-8}$, $K_a(HOBr)=2.4\cdot10^{-9}$.

א. איזו חומצה חזקה יותר?
ב. האם $HOI$ חלשה או חזקה יותר מהחומצה בתשובה לסעיף א?
ג. עבור תמיסת $NaOCl$, בריכוז $1.2\,M$, חשבו את:
1. קבוע ההידרוליזה.
2. דרגת ההידרוליזה.
3. ה-pH של התמיסה.

**22)** נתונות 3 תמיסות של חומצות חד-פרוטיות שסומנו באופן שרירותי ב-$X,Y,Z$.

| pH | **ריכוז מולרי,** M | **חומצה** |
|---|---|---|
| 3.84 | 0.012 | $X$ |
| 3.84 | 0.024 | $Y$ |
| 1.92 | 0.012 | $Z$ |

מהו הסדר הנכון של חוזק החומצות:

א. $X<Y<Z$
ב. $Y<X<Z$
ג. $Z<X<Y$
ד. $X=Y<Z$


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

**23)** לסתירה מלאה של 68 גרם של בסיס מסוג $X(OH)_3$, נדרשו 600 מ"ל של תמיסת $HNO_3$, בריכוז $2\,M$. המסה המולרית של הבסיס היא:

א. $170\frac{g}{mol}$

ב. $56.67\frac{g}{mol}$

ג. $18.88\frac{g}{mol}$

ד. $27.2\frac{g}{mol}$

**24)** נתונות שתי תמיסות שוות ריכוז, $KX_{(aq)}$ ו-$KY_{(aq)}$, כאשר X ו- Y נבחרו בשרירותיות, ונתון כי $K_a(HX)=1.2\cdot10^{-4}$ וכי $K_a(HY)=1.4\cdot10^{-6}$.

בחרו את המשפט הנכון:

א. ה-pH של תמיסת KX גבוה מזה של KY, כי הבסיס $Y^-$ חזק יותר.

ב. ה-pH של KX שווה ל-pH של KY, כי הן שוות ריכוז.

ג. ה-pH של KX גדול מה-pH של KY, כי חומצת HX היא חזקה יותר.

ד. ה-pH של KX נמוך מה-pH של KY, כי הבסיס $Y^-$ חזק יותר.


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

## תשובות סופיות

**1)** $pH = 4.15,\ pOH = 9.85$

**2)** $pH = 12.68,\ pOH = 1.32$

**3)** $pH = 11.68,\ \alpha = 1.36\%$

**4)** 0.97

**5)** $0.015\,M$

**6)** $pH = 2.58,\ K_a = 6.49 \cdot 10^{-5}$

**7)** $pH = 8.26,\ 1.8 \cdot 10^{-6}$

**8)** 5.86

**9)** 0.8

**10)** 5.32

**11)** $\left[OH^-\right] = \left[HCO_3^-\right] = 0.0028\,M$ $\quad \left[H_2CO_3\right] = 2.3 \cdot 10^{-8}\,M,$

$\left[H_3O^+\right] = 3.6 \cdot 10 - 12\,M$ $\quad \left[CO_3^{2-}\right] = 0.0427\,M,$

**12)** 9.46

**13)** א. 7.386 ב. 7.44

**14)** א. $233\frac{g}{mol}$ ב. 3.82

**15)** א. 4.56 ב. 25 מ״ל. ג. 8.72

**16)** ד

**17)** ג

**18)** ד

**19)** ב

**20)** ד

**21)** א. HOCl ב. חלשה. ג. $K_h = 0.345 \cdot 10^{-6},\ pH = 10.81,\ \alpha = 5.36 \cdot 10^{-4}$

**22)** ב

**23)** א

**24)** ד


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

# כימיה כללית 2

## פרק 4 - שיווי משקל כימי

### תוכן העניינים

1. שיווי משקל כימי ..... 26

# שיווי משקל כימי

## שאלות

**1)** תערובת המכילה $HCl_{(g)}$, בריכוז $0.075\,M$ ו-$O_{2(g)}$ בריכוז $0.033\,M$, חוממה לטמפרטורה של $480°C$ והגיעה לשיווי-משקל לפי המשוואה

$$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

בשיווי משקל, ריכוז הגז כלור $(Cl_2)$ הוא $0.03\,M$.

מהו ערכו של קבוע שיווי המשקל $K_c$?

א. $1.1\cdot10^{-3}$

ב. 889

ג. 0.13

ד. 480

**2)** נתונה ריאקציה בשיווי משקל: $\Delta H^0 = 173\frac{kJ}{mol}$ $CO_{2(g)} + C_{(s)} \leftrightarrow 2CO_{(g)}$.

בחרו את הפעולה שתביא לעלייה בכמות הגז $CO_2$ בשיווי משקל:

א. דחיסת המערכת והורדת הטמפרטורה.

ב. הוספת פחמן מוצק תוך כדי חימום.

ג. הורדת הלחץ תוך כדי הגדלת הנפח.

ד. הוספה של $Ne_{(g)}$ והעלאת הלחץ הכללי.

**3)** באיזו תגובה הגדלת נפח הכלי מסיטה את התגובה לכיוון התוצרים?

א. $2CO + O_{2(g)} \rightleftarrows 2CO_{2(g)}$

ב. $N_2O_{4(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)}$

ג. $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftarrows CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

ד. $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftarrows CH_3OH_{(g)}$


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

**4)** נתונה תגובת שיווי משקל: $N_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftarrows 2NO_{(g)} \quad \Delta H^0=180.8\,kJ$.
בטמפרטורה של $298\,K$ ערכו של קבוע שיווי המשקל הוא $0.01$, וזמן השגת שיווי משקל בטמפרטורה זו הוא $452$ שניות. נבצע את התגובה בכלי שנפחו $5.0$ ליטר ובטמפרטורה של $250\,K$.
מהו המשפט **הנכון**:

א. $K$ עשוי לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתארך.
ב. $\Delta H^0$ עשוי לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתקצר.
ג. $K$ עשוי לקטון וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתארך.
ד. $K$ ו-$\Delta H^0$ עשויים לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתקצר.

**5)** נתונה תגובת שיווי משקל $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)}+O_{2(g)}$, עבורה ב-$T_1$, $K_p=0.15$.
לכלי התגובה, שנפחו $12.5$ ליטר ושנמצא ב-$T_1$, הוזרמו שלושת הגזים.
בתחילת התגובה הלחץ החלקי של $SO_{3(g)}$ שווה ל-$1.2$ בר, הלחץ החלקי של $O_{2(g)}$ שווה ל-$0.6$ בר והלחץ החלקי של $SO_{2(g)}$ שווה ל-$1.2$ בר.
מהו המשפט **הנכון** לגבי המערכת במצב של שיווי משקל:

א. הלחץ החלקי של $SO_{3(g)}$ קטן מ-$1.2$ בר.
ב. הלחץ החלקי של $SO_{2(g)}$ גדול מ-$1.2$ בר.
ג. הלחץ החלקי של $O_{2(g)}$ גדול מ-$0.6$ בר.
ד. הלחץ הכללי בכלי התגובה קטן מ-$3.0$ בר.

**6)** לכלי התגובה, שנפחו $3.00$ ליטר ומוחזק בטמפרטורה של $550\,K$, הוכנסו $20.0$ גרם של $PCl_5$ גזי. תוך מספר דקות המערכת הגיעה למצב של שיווי משקל.
בתנאים אלה הלחץ שווה ל-$2.77\,bar$. כמו כן, $PCl_{5(g)} \rightleftarrows PCl_{3(g)}+Cl_{2(g)}$.

א. 1. חשבו את הלחץ החלקי (ביחידות bar) של כל מרכיבי המערכת במצב של שיווי המשקל.
2. חשבו את אחוז הפירוק של $PCl_5$ בתנאים אלה.
3. חשבו את ה-Kp בטמפרטורה של $550\,K$.

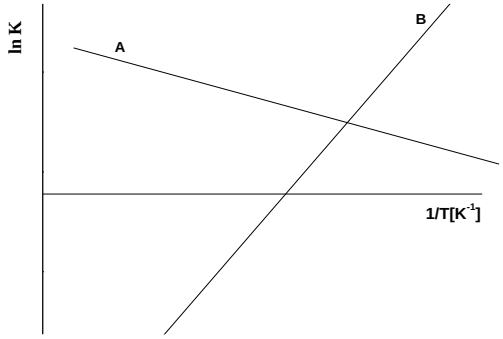
ב. אם נבצע את התגובה בטמפרטורה של $400\,K$ (כאשר כל מרכיבי המערכת במצב גזי), האם אחוז הפירוק של $PCl_5$ יהיה קטן, גדול יותר או שווה לזה שחושב בסעיף א.2? נתון גם שבעת התהליך הישיר הכלי מתחמם. נמקו **ללא** חישובים.


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

**7)** לתגובה $2A_{(g)} \rightleftarrows B_{(g)} + 3C_{(g)}$ בטמפרטורת החדר $Kc = 2.5$. לכלי התגובה בטמפרטורת החדר הוכנסו שלושת הגזים בריכוז $2.5\,M$ כל אחד.
מהו המשפט **הנכון**:

א. עד השגת שיווי המשקל ריכוזו של C ירד.
ב. עד השגת שיווי המשקל ריכוזו של A ירד.
ג. ריכוז כל מרכיבי התגובה לא ישתנה, כי המערכת נמצאת בשיווי משקל.
ד. אי אפשר לדעת כי לא נתון נפח הכלי.

**8)** שתי העקומות להלן מתארות את $\ln K$ כפונקציה של $\frac{1}{T}$:




נתונות שלוש תגובות:

1) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)} \quad \Delta H^0 < 0$
2) $N_2O_{4(g)} \rightleftarrows 2NO_{2(g)} \quad \Delta H^0 < 0$
3) $2SO_{3(g)} \rightleftarrows 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H^0 > 0$

איזו תגובה מתאימה לאיזה עקום, אם נתון שבתגובות שמתאימות לעקומות הגדלת הנפח גורמת להגדלת כמות התוצרים:

א. $A = 3,\ B = 1$
ב. $A = 3,\ B = 2$
ג. $A = 1,\ B = 2$
ד. $A = 2,\ B = 1$


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

**9)** לכלי **סגור**, בנפח 6.0 ליטר ובטמפרטורה של $380\,K$, הוכנסו גז $N_2O_4$ ו- $NO_2$ גזי. הלחץ ההתחלתי של $N_2O_4$ שווה ל- $1.30\,bar$ ושל $NO_2$, $0.08\,bar$.
בין הגזים מתקיימת תגובת שיווי המשקל $2NO_{2(g)} \rightleftarrows N_2O_{4(g)}$.
במהלך התגובה בוצע מעקב אחר הלחץ הכללי ששרר במיכל:

| **זמן** (דקות) | 0 | 1.0 | 2.0 | 3.5 | 6 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **לחץ** (bar) | 1.38 | 1.68 | 1.88 | 2.04 | 2.14 | 2.14 |

א. 1. האם מסה של $N_2O_4$ עלתה או ירדה במהלך התגובה. נמקו.
2. חשבו את הלחצים החלקיים של $N_2O_4$ ושל $NO_2$ בזמן $t = 2\,min$.

ב. 1. חשבו את הלחצים החלקיים של הגזים **במצב שיווי משקל**.
2. רשמו ביטוי לקבוע שיווי המשקל לפי הלחצים, וחשבו את ערכו של קבוע שיווי המשקל לפי הלחצים בתנאים אלה.

ג. בדקה ה-14 הכלי חומם, וכתוצאה מכך, ריכוז ה- $NO_2$ עלה.
1. האם התהליך הישיר הוא אקסותרמי או אנדותרמי? נמקו.
2. האם זמן השגת שיווי המשקל החדש קצר, ארוך יותר, או שווה לזה שהיה? נמקו.

**10)** בתגובת שיווי המשקל $2A_{(g)} \rightleftarrows 2B_{(g)} + C_{(g)}$, הוכנסו לכלי התגובה, שנפחו 4.0 ליטר, 0.2 מול של A. במהלך התגובה עקבו אחרי ריכוזו של A וחושב ה- $Q$.
תוצאות הניסוי מובאות בטבלה הבאה:

| **זמן** (דקות) | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $Q$ | 1.28 | 1.28 | $1.35\cdot10^{-1}$ | $1.77\cdot10^{-2}$ | $1.25\cdot10^{-3}$ |

נתונות מספר קביעות:
1. בין הדקות 15-20 הלחץ בכלי התגובה עלה.
2. בין הדקות 20-25 הלחץ בכלי נשאר קבוע.
3. המערכת הגיע לשיווי משקל בין הדקות 20-25.

מהי הקביעה **הלא** נכונה:
א. 1 בלבד.
ב. 3 בלבד.
ג. 2 ו-3.
ד. 1 ו-3.


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

**11)** נתונה תגובת שיווי המשקל $SbCl_{5(g)} \rightleftarrows SbCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$, כאשר $K_c\left(T = 520K\right) = 0.025$.

לתוך כלי ריק, בנפח 100 ליטר ושמוחזק בטמפרטורה של $520\,K$, הכניסו 2.0 מול של $SbCl_{3(g)}$, 3.0 מול של $SbCl_{5(g)}$ ו-5.0 מול של $Cl_{2(g)}$.

א. האם מרגע הכנסת החומרים ועד השגת שיווי המשקל הריכוז של $SbCl_{5(g)}$ גדל, קטן או נשאר ללא שינוי? נמקו.

ב. מהם הריכוזים של כל מרכיבי המערכת במצב שיווי משקל?

ג. תגובת שיווי המשקל $SbCl_{5(g)} \rightleftarrows SbCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ נחקרה בטמפרטורה של $500\,K$. לתוך כלי ריק, בנפח 100 ליטר ושמוחזק בטמפרטורה של $500\,K$ הוכנסו 2.0 מול של $SbCl_{3(g)}$, 3.0 מול של $SbCl_{5(g)}$ ו-5.0 מול של $Cl_{2(g)}$. אחרי זמן מסוים המערכת הגיעה למצב של שיווי משקל.

במצב זה, הריכוז של $SbCl_{5(g)}$ היה $0.028\,M$.

האם תגובת פירוק של $SbCl_{5(g)}$ ל-$SbCl_{3(g)}$ ול-$Cl_{2(g)}$ היא אנדותרמית או אקסותרמית? נמקו.

**12)** שני מכלים נמצאים בטמפרטורה של $450^0C$. בראשון, שנפחו 5 ליטר, קיים שיווי המשקל $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftarrows 2NH_{3(g)}$. הלחצים החלקיים שנמדדו בו הם:

$P_{N2} = 11.85\,bar,\ P_{H2} = 23.70\,bar,\ P_{NH3} = 35.55\,bar$.

המיכל השני, שנפחו 1 ליטר, מכיל רק 1 מול מימן.

כמה גרם חנקן צריך להוסיף למיכל זה, כדי שבשיווי המשקל 60% מהמימן יהפכו לאמוניה $\left(NH_3\right)$ כשהטמפרטורה נשארת קבועה וזהה בשני המכלים?

**13)** לכלי התגובה הוכנסו 0.16 מולים של A ו-0.16 מולים של B, ואחרי 18.5 דקות המערכת הגיעה למצב של שיווי המשקל. במצב זה נמצאים בכלי 0.12 מולים של A, 0.08 מולים של B ו-0.12 מולים של C.

מהו הביטוי ה**מתאים** ביותר שמבטא את קבוע שיווי המשקל:

א. $K = \dfrac{P_C}{P_A \cdot \left(P_B\right)^2}$

ב. $K = \dfrac{\left(P_C\right)^2}{P_A \cdot P_B}$

ג. $K = \dfrac{\left(P_C\right)^3}{P_A \cdot \left(P_B\right)^2}$

ד. $K = \dfrac{\left(P_C\right)^3}{\left(P_A\right)^2 \cdot P_B}$


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

**14)** נתונה תגובה שהסתיימה בשיווי המשקל $A_{(g)}+2B_{(g)} \rightleftarrows 3C_{(g)},\ \Delta H^0<0$.

לכלי שנפחו 15 ליטר הוכנסו A ו-B בלבד. נתון שבזמן אפס הריכוז של B היה $0.20\,M$, והריכוז של A היה $0.10\,M$.

נתונות חמש קביעות עבור תגובה זו:

1. במצב של שיווי משקל הריכוז של C שווה ל- $0.3\ M$.
2. בתגובה זו, המעקב אחר השתנות הלחץ הכללי מאפשר לקבוע האם התגובה הגיעה למצב של שיווי משקל.
3. אם במצב של שיווי משקל מגדילים את נפח הכלי ל-30 ליטר, הריכוז של C בזמן השינוי יקטן פי 2, ואחר כך יגדל עד השגת שיווי המשקל החדש.
4. אם במצב של שיווי משקל מגדילים את נפח הכלי ל-30 ליטר, מספר המולים של C במצב שיווי המשקל החדש יהיה גדול מזה שבמצב שיווי המשקל לפני הגדלת הנפח.
5. חימום יגרום להגדלת קבוע שיווי המשקל.

מהן הקביעות ה**לא נכונות**:

א. 1, 2 ו-3.

ב. 1, 3 ו-4.

ג. 2, 3 ו-4.

ד. אף קביעה אינה נכונה.

**15)** הבשלושת הניסויים הבאים התרחשה התגובה $2SO_{2(g)}+O_{2(g)} \rightleftarrows 2SO_{3(g)}$.

**בניסוי 1**: לכלי שנפחו 1 ליטר, המוחזק בטמפרטורה של $300\,K$, הכניסו תערובת של הגזים $SO_2$ ו-$O_2$ בלבד. לאחר 10 דקות נמצא שריכוזי החומרים בכלי אינם משתנים עוד והם: $SO_{3(g)}:0.6\,M,\ \ O_{2(g)}:0.2\,M,\ \ SO_{2(g)}:0.4\,M$.

א. מהם הריכוזים ההתחלתיים של הגזים שהוכנסו לכלי?

ב. חשבו את ה- $K_c$ בטמפ' $300\ K$.

ג. האם הלחץ בכלי עלה, ירד או נשאר ללא שינוי מתחילת התגובה ועד השגת מצב שיווי משקל?

**בניסוי 2**: לכלי התגובה שנפחו 1 ליטר, המוחזק גם הוא בטמפרטורה של $300\,K$, הכניסו תערובת של אותם גזים כמו בניסוי הראשון. כעבור זמן מה בדקו את הרכב הגזים ונמצאו בכלי $SO_{3(g)}:0.3M,\ \ O_{2(g)}:0.1M,\ \ SO_{2(g)}:0.4\,M$.

ד. האם ברגע הבדיקה המערכת נוטה ליצור תוצרים, מגיבים, או נמצאת בשיווי משקל?

**בניסוי 3**: לכלי שנפחו 1 ליטר הוכנסו אותם מספרי מולים של הגזים $SO_{2(g)}$ ו-$O_{2(g)}$ כמו בניסוי 1, אולם הושג שיווי משקל בזמן קצר יותר, ונמצא שריכוז $SO_{2(g)}$ במצב שיווי המשקל היה גבוה מזה שבניסוי מספר 1.

ה. האם התגובה הישירה היא אקסותרמית או אנדותרמית?


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

**16)** סטודנטית מכניסה לגליל גז A ב-10 אטמוספירות וב-25°C. כתוצאה מכך, בגליל מתרחשת התגובה הבאה, שמסתיימת בהיווצרות מצב של שיווי משקל:

$A_{(g)} \rightleftarrows 2B_{(g)} + 3C_{(g)}$. במצב זה הלחץ הכללי במערכת שווה ל-15.76 אטמ'.

א. חשבו את ה-$K_p$ עבור תגובה זו בטמפרטורה הנתונה.

ב. חשבו את ה-$K_c$ עבור תגובה זו בטמפרטורה הנתונה.

**17)** ציקלוהקסאן $(C)$ ומתיל ציקלופנטאן $(M)$ הם איזומרים. קבוע שיווי המשקל של התגובה $C_{(aq)} \rightleftarrows M_{(aq)}$, הוא 0.14 ב-25°C.

א. חוקרת מכינה תמיסה של $0.02\,M$ $C_{(aq)}$ ו-$0.1M$ $M_{(aq)}$. האם המערכת נמצאת בשיווי משקל? אם לא, האם ייווצרו עוד מגיבים או תוצרים?

ב. מהם ריכוזי ה-C וה-M בשיווי המשקל?

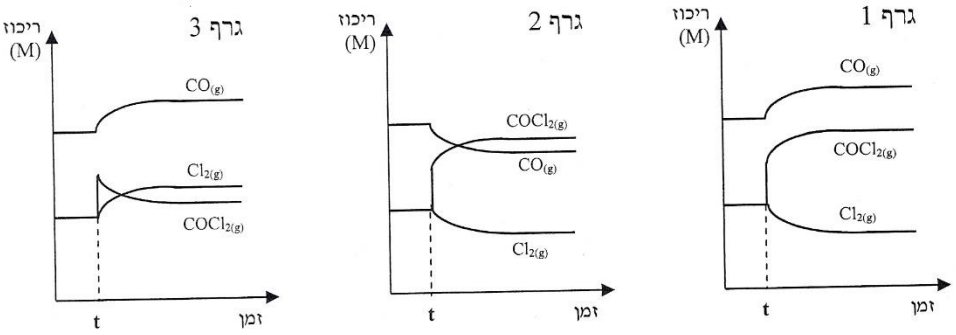
ג. המערכת חוממה במצב שיווי משקל ל-50°C. כעבור זמן-מה המערכת חזרה לשיווי המשקל שבו הריכוז של C שווה ל-$0.1M$. חשבו את קבוע שיווי המשקל החדש.

ד. האם התגובה הישירה היא אקסותרמית או אנדותרמית?

**18)** נתונה מערכת שנמצאת בשיווי משקל $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftarrows COCl_{2(g)}$.

בזמן $t$ מעלים את הריכוז של $COCl_{2(g)}$ ללא שינוי ביתר הפרמטרים.

איזה מהגרפים הבאים מתאר נכון את התנהגות המערכת בעקבות ההפרעה:




א. גרף 1.

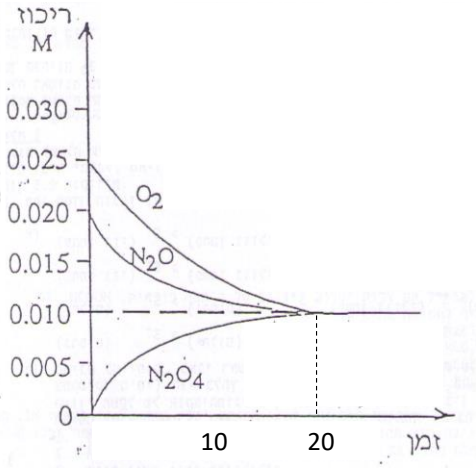
ב. גרף 2.

ג. גרף 3.

ד. גרפים 1 ו-3.


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

**19)** לכלי שנפחו 5.0 ליטר, המוחזק בטמפרטורה $380\,K$, הוכנסו $N_2O_{(g)}$ ו-$O_{2(g)}$.
הגרף שלהלן מתאר את השינויים בריכוזי החומרים (ביחידות מול לליטר) ביחס לזמן (בדקות):




א. רשמו את התגובה המתרחשת בכלי התגובה.

ב. חשבו את ערכו של קבוע שיווי המשקל לפי הריכוזים.

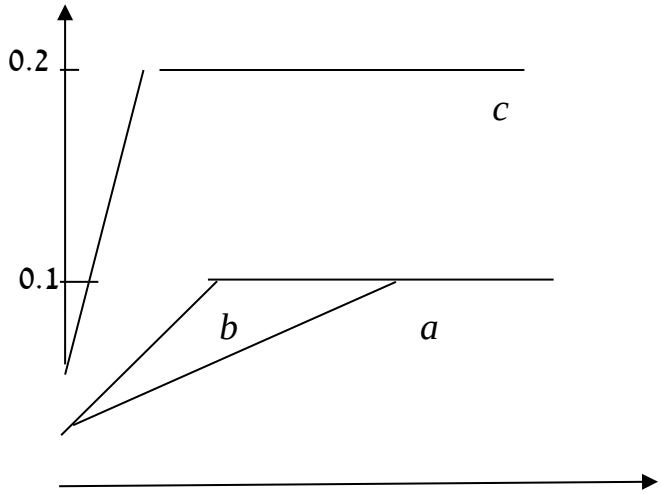
ג. האם הלחץ הכללי במערכת מרגע הכנסת החומרים ועד השגת שיווי המשקל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמקו.

ד. ברגע מסוים חיברו למערכת זו כלי נוסף, שנפחו 5 ליטר והוא נשמר בטמפרטורה של $380\,K$, ובו נמצא חמצן בריכוז של $0.01M$.
תארו באופן גרפי את השתנות הלחץ החלקי של החמצן ושל $N_2O_{4(g)}$ במשך 30 דקות מרגע החיבור של הכלי הנוסף. נמקו.


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

**20)** נתונה תגובה הפיכה $H_{2(g)} + CO_{2(g)} \Leftrightarrow H_2O_{(g)} + CO_{(g)}$,
ונתונים שלושה כלים $a$, $b$ ו-$c$. נפחו של כל כלי 1 ליטר, ולכל כלי הכניסו 0.2 מול $H_{2(g)}$ ו- 0.2 מול $CO_{2(g)}$. להלן תיאור גרפי של השתנות הריכוז של $CO_{(g)}$ עם הזמן, המתאים לכל אחת מהמערכות $a$, $b$ ו-$c$.

**ריכוז** (M) CO




**זמן** (דקות)

א. חשבו את ערכו של K עבור המערכת $a$.

ב. במה שונה מערכת $a$
1. ממערכת $b$? הסבירו מהו הגורם להבדל.
2. ממערכת $c$? הסבירו מהו הגורם להבדל.

ג. האם התגובה משמאל לימין היא אקסותרמית או אנדותרמית? נמקו.


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

## תשובות סופיות

**1)** ב

**2)** א

**3)** ב

**4)** ג

**5)** ד

**6)** א. 1. $P(PCl_5)=0.15\,bar;\ P(PCl_3)=P(Cl_2)=1.31\,bar$

2. 89.73% 3. 11.44 ב. יגדל.

**7)** א

**8)** ב

**9)** א. 1. ירדה. 2. $P(N_2O_4)=0.8\,bar;\ P(NO_2)=1.08\,bar$

ב. 1. $P(N_2O_4)=0.54\,bar;\ P(NO_2)=1.6\,bar$ 2. 0.21

ג. 1. אקסותרמי. 2. קצר.

**10)** ב

**11)** א. תגדל.

ב. $C(SbCl_5)=0.033\,M;\ C(Cl_2)=0.047\,M;\ C(SbCl_3)=0.017\,M$

ג. אקסותרמי.

**12)** 8.03 גרם.

**13)** ג

**14)** ד

**15)** א. $C(SO_2)=1M;\ C(O_2)=0.5\,M$ ב. 11.25 ג. ירד

ד. נוטה ליצור תוצרים ה. אנדותרמי.

**16)** א. 78.12 ב. $2.198\cdot10^{-4}$

**17)** א. מגיבים. ב. $[M]=0.015\,M;\ [C]=0.105\,M$

ג. 0.2 ד. אנדותרמי.

**18)** ג

**19)** א. $3O_{2(g)}+2N_2O_{(g)}\Leftrightarrow 2N_2O_{4(g)}$ ב. $10^6$ ג. הלחץ יקטן.

ד. הלחץ של $N_2O_4$ ירד ונשאר קבוע; הלחץ של החמצן לא השתנה.

**20)** א. 1 ב. 1. בכלי $b$ היה זרז. 2. בכלי $c$ הטמפרטורה גבוהה יותר.

ג. אנדותרמי.


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

# כימיה כללית 2

## פרק 5 - שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

### תוכן העניינים

1. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני ..... 36

# שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

## שאלות

**1)** ענו על הסעיפים הבאים:

א. המסיסות של המלח $Pb3(PO_4)_2$ היא $1.1\cdot10^{-5}$ גרם ב-100 גרם מים, בטמפרטורה של $20°C$.
חשבו את ה-$K_{sp}$ של $Pb3(PO_4)_2$.

ב. להלן שתי תמיסות רוויות, האחת ב-$CuS$ והשנייה ב-$Fe_2S_3$.
באיזו מהן ריכוז ה-$S^{2-}$ נמוך יותר?
נתון כי $K_{sp}(Fe_2S_3)=1.0\cdot10^{-88}$; $K_{sp}(CuS)=8.0\cdot10^{-36}$.

**2)** כמה גרם של $La(IO_3)_3$ ניתן להמיס ב:

א. 250 מ"ל מים?

ב. 250 מ"ל תמיסת $LiIO_3$ בריכוז של $0.05M$?
נתון כי $K_{sp}(La(IO_3)_3)=1.0\cdot10^{-11}$.

**3)** הוסיפו תמיסה מרוכזת של $KIO_3$, במנות קטנות, לתמיסה של $Ba^{2+}$ בריכוז $0.05M$, ו-$Ag^+$ ב-$0.04M$.

א. איזה יון ישקע קודם?
נתון כי $K_{sp}(Ba(IO_3)_2)=10^{-9}$; $K_{sp}(AgIO_3)=10^{-11}$.

ב. מה יהיה ריכוז יון זה בתמיסה, כאשר היון השני עומד לשקוע?

**4)** נתונה תמיסת מלח קשה-תמס $Ba(IO_3)_2$, כאשר ריכוז היון השלילי בתמיסה הוא $1.26\cdot10^{-3}M$.

א. חשבו את ה-$K_{sp}$ עבור $Ba(IO_3)_2$.

ב. חשבו את מסיסותו של $Ba(IO_3)_2$ בתמיסה של $NaIO_3$ בריכוז $0.01M$.


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

**5)** להלן תמיסה המכילה יוני $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$ ו- $CrO_4^{2-}$ , כאשר ריכוז כל יון הוא $0.1M$ , שהוסיפו לה בהדרגה תמיסת $AgNO_3$ .
איזה משקע יופיע ראשון, ובאיזה סדר יופיעו שאר המשקעים?
נתון כי $K_{sp}(AgI)=8.3\cdot10^{-17}$; $K_{sp}(AgBr)=5\cdot10^{-13}$
$K_{sp}(AgCl)=1.8\cdot10^{-10}$; $K_{sp}(Ag_2CrO_4)=1.2\cdot10^{-12}$ .

**6)** הוסיפו $0.5$ ליטר של תמיסת $TlNO_3$ , בריכוז $2.8\cdot10^{-4}\ M$ , ל- $0.5$ ליטר תמיסת $KI$ בריכוז זהה. נתון כי $K_{sp}(TII)=4\cdot10^{-8}$ .
האם יופיע משקע?

**7)** ריכוז יוני $Ag^+$ בתמיסה מסוימת הוא $4\cdot10^{-3}$ . נתון כי $K_{sp}(AgCl)=1.8\cdot10^{-10}$ .
חשבו את הריכוז המקסימלי של יוני כלור שניתן להוסיף, עד ש- $AgCl_{(s)}$ יחל לשקוע.

**8)** נתון חומר יוני קשה-תמס $CH_3COOAg$ $\left(K_{sp}=5.2\cdot10^{-3}\right)$ .

א. חשבו את מסיסותו במים. פרטו את החישובים.

ב. נתונים החומרים $KNO_{3(s)}$, $K_2S_{(2)}$, $CH_3COONa_{(s)}$, $AgNo_{3(s)}$ .
התייחסו לכל אחד מהחומרים הללו, וציינו את החומר שיגרום להגדלת המסיסות של $CH_3COONa_{(s)}$ $f(x)$ . נמקו.

נתון כי $K_{sp}(Ag_2S)=5.7\cdot10^{-51}$ .

**9)** תנאי **לאי-היווצרות** משקע הוא:

א. להשתמש במומס שהוא חומר יוני קל-תמס.

ב. כשמנת הריכוזים של היונים $(Q)$ שווה ל- $K_{sp}$ .

ג. כשמנת הריכוזים של היונים $(Q)$ נמוכה מ- $K_{sp}$ .

ד. כשמנת הריכוזים של היונים $(Q)$ גבוהה מ- $K_{sp}$ .

**10)** נוכחות של יון משותף בתמיסה,

א. מגדילה את מסיסות המשקע.

ב. לא משפיעה על מסיסות המשקע.

ג. מקטינה את מסיסות המשקע.

ד. גורמת להיווצרות שני משקעים.


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

**11)** ל- $AgOH_{(s)}$ $\left(K_{sp}=2.50\cdot10^{-16}\right)$ הוכנסה תמיסה רוויה של $AgOH_{(aq)}$.
מהו ערך ה- pH של התמיסה שנוצרה בתנאי החדר?
(יש להתחשב ביוני $OH^-$, שמקורם במסיסות החלקית של המשקע)

**12)** ניתן להשפיע על מסיסות המשקע על ידי
א. הוספת מים.
ב. הגדלת הטמפרטורה.
ג. הקטנת הטמפרטורה.
ד. כל התשובות נכונות.


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

## תשובות סופיות

**1)** א. $K_{sp} = 502.48 \cdot 10^{-35}$ ב. $CuS$

**2)** א. $0.13g$ ב. $1.328 \cdot 10^{-5}\,g$

**3)** א. $Ag^{+}$ ב. $0.71 \cdot 10^{-6}\,M$

**4)** א. $10^{-9}$ ב. $10^{-5}\,M$

**5)** $AgI$, ואחריו $AgBr$, $AgCl$ ואז $Ag_2CrO_4$.

**6)** לא.

**7)** $> 0.45 \cdot 10^{-7}\,M$

**8)** א. $0.0072\,M$ ב. $K_2S_{(2)}$

**9)** ג

**10)** ג

**11)** 7.01

**12)** ד


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

# כימיה כללית 2

## פרק 6 - שיווי משקל בין הפאזות ותכונות קוליגטיביות

### תוכן העניינים

1. שיווי משקל בין הפאזות ..... 40

# שיווי משקל בין הפאזות

## שאלות

**1)** באנליזה של טיפה מתמיסת $HCl$, בנפח $0.05$ מ״ל, נמצאו $1.505\cdot10^{19}$ מולקולות $HCl$.
חשבו את הלחץ האוסמוטי (ביחידות $kPa$), שנוצר על ידי התמיסה בטמפרטורת החדר.

**2)** נתונה תמיסה של אתנול $(C_2H_5OH)$, בריכוז $6.45\,M$ וצפיפות $0.952\frac{g}{cm^3}$.

א. חשבו את המולילות, השבר המולי והאחוז המשקלי של האתנול בתמיסה.

ב. חשבו את הירידה בטמפרטורת הקיפאון של התמיסה.

נתון כי $K_{f(water)}=1.86\,K\cdot\frac{kg}{mol}$.

**3)** חשבו את נקודת הרתיחה של תמיסה, שהוכנה על ידי ערבוב של $100$ גרם של סוכרוז $(C_{12}H_{22}O_{11})$ ו-$500$ גרם של מים.

שימו לב כי $K_{b(water)}=0.51K\cdot\frac{kg}{mol}$.

**4)** המסת $3$ גרם של חומר מסוים ב-$100$ גרם של $CCl_4$, מעלה את נקודת הרתיחה של התמיסה ב-$0.6°C$. נתון שעבור הממס הטהור

$K_f=3.18\,K\cdot\frac{kg}{mol}$, $K_b=5.03\,K\cdot\frac{kg}{mol}$, וכן שלחץ אדי הממס הטהור בטמפרטורת החדר הוא $100\,mm\,Hg$.

חשבו את:

א. המסה המולרית של המומס.

ב. הירידה בנקודת הקיפאון.

ג. ירידת לחץ האדים בטמפרטורת החדר.

**5)** העריכו את השינוי בלחץ האדים של מים, כתוצאה מהכנת תמיסה בעלת ריכוז של $1m$ בטמפרטורה של $100°C$.

**6)** $106.3$ גרם של תרכובת לא ידועה הומסו ב-$863.5$ גרם של $(C_6H_6)$.
נתון כי לחץ האדים של התמיסה שהתקבלה הוא $86.7$ טור, וידוע כי לחץ האדים של בנזן טהור הוא $98.6$ טור.
מצאו את המסה המולקולרית של התרכובת.


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

**7)** המסת 2.441 גרם של חומצה בנזואית $(C_6H_5COOH)$ ב-250 גרם של בנזן $(C_6H_6)$ מורידה את נקודת הקיפאון ב-$0.2048°C$. נתון $K_{f(benzene)} = 5.12K \cdot \frac{kg}{mol}$.
מהו מצבה של החומצה בבנזן?

**8)** 18.04 גרם של חומר בלתי-נדיף הומסו ב-100 גרם של מים, ב-$20°C$, ולחץ האדים ירד מ-$17.535\,mm\,Hg$ ל-$17.226\,mm\,Hg$.

א. מהי המסה המולרית של החומר?

ב. באיזו טמפרטורה התמיסה תקפא? נתון כי $K_f = 1.855K \cdot \frac{kg}{mol}$.

**9)** בכלי שנפחו 20 ליטר קיים שיווי משקל בין אדי אתנול לבין כמות קטנה של אתנול נוזלי. נתון גם כי הטמפרטורה בכלי היא $25°C$, הכלי מכיל אוויר יבש והלחץ הכולל בו הוא 750 טור. ידוע כי לחץ אדי אתנול ב-$25°C$ הוא 58.9 טור. בשלב מסוים הוקטן נפח הכלי ל-5 ליטר בטמפרטורה קבועה.

א. מהו הלחץ החלקי של האתנול בנפח הקטן? הסבירו.

ב. מהו הלחץ הכולל של התערובת בנפח הקטן?

**10)** נתונה תמיסה מימית של מלח $FeCl_x$, שבה השבר המולי של הממס הוא 0.98, ונתון כי טמפרטורת הקיפאון של התמיסה היא $-8.435°C$.
קבעו את מטענו של היון החיובי במלח.
נתון כי $K_f(H_2O) = 1.86\,K \cdot \frac{kg}{mol}$.

**11)** הלחץ האוסמוטי של תמיסה מימית של חלבון הוא $6.1\,torr$ ב-$0°C$. התמיסה הוכנה על ידי הוספת כמות קטנה של חלבון ב-100 מ"ל מים (נפח התמיסה שהתקבלה שווה בקירוב ל-100 מ"ל). נתון שצפיפות התמיסה היא $1.2\frac{g}{cm^3}$, וידוע כי הצפיפות של מים היא $1\frac{g}{cm^3}$.
העריכו את המסה המולקולרית של החלבון.


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

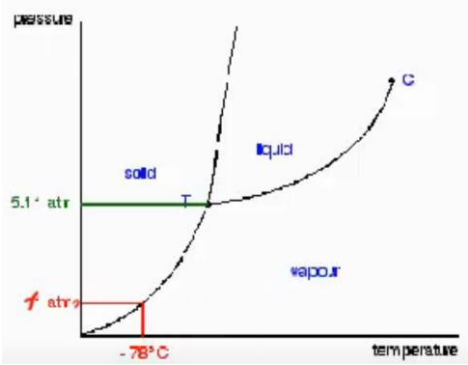
**12)** להלן דיאגרמת פאזות של פחמן דו-חמצני. ענו על הסעיפים הבאים לפיה:

א. מהו מצב הצבירה של פחמן דו-חמצני בתנאים סטנדרטיים?

ב. מהו מצב הצבירה של פחמן דו-חמצני בתנאים של 0.75 אטמוספירות ובטמפרטורה של $-114°C$?

ג. פחמן דו-חמצני נמצא בלחץ של $3883.6\,mm\,Hg$ ובטמפרטורה של $-78°C$. הציעו דרך לקבלת פחמן דו-חמצני נוזלי.

ד. איזו פאזה צפופה יותר, מוצקה או נוזלית? נמקו.

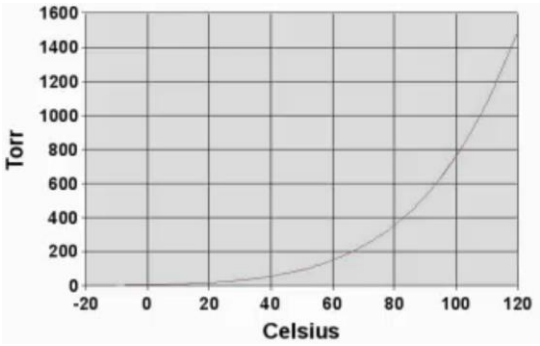



**13)** היעזרו באיור הבא וקבעו:

א. את טמפרטורת הרתיחה של המים, כאשר החלץ החיצוני שווה $80\,kPa$.

ב. אנטרופיית האידוי התקנית, כאשר נתון $\Delta H^0_{b(water)} = 40700\,\frac{J}{mol}$.

ג. האנרגיה החופשית של האידוי בטמפרטורת החדר.





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

## תשובות סופיות

**1)** 2476

**2)** מולילות: $10\frac{\text{mol}}{\text{kg}}$, שבר מולי: 0.15, אחוז משקלי: $31.16\,\text{g}$.

**3)** $100.189^\circ\text{C}$

**4)** א. $252.1\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ב. $0.38^\circ\text{C}$ ג. $15\,\text{mm Hg}$

**5)** ירידה של $0.02\,\text{atm}$.

**6)** $70.4\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

**7)** עברה התלכדות, $i=0.5$.

**8)** א. $M_w=159\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ב. $-2.1^\circ\text{C}$

**9)** א. $58.9\,\text{torr}$ ב. $2823.3\,\text{torr}$

**10)** $FeCl_3$

**11)** $560224.1\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

**12)** א. גז. ב. מוצק. ג. ראו בסרטון. ד. מוצקה.

**13)** א. $93-95^\circ\text{C}$ ב. $\Delta S_b=109.05\frac{\text{j}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$ ג. $8203.8\frac{\text{j}}{\text{mol}}$


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