כימיה לניהול טכנולוגיה



תוכן העניינים

1. מבנה האטום 1
2. קשרים כימיים וסוגי החומרים 18
3. חישובים סטויכיומטריים 29
4. תרמוכימיה 39
5. חמצון-חיזור 47
6. שיווי משקל כימי 59
7. תרמודינמיקה 69

כימיה לניהול טכנולוגיה

פרק 1 - מבנה האטום

תוכן העניינים

1. המודל הגרעיני של האטום 1
2. ספקטרום אטומי בחלקיקים חד-אלקטרונים 5
3. מבנה של אטומים מרובי אלקטרונים 8
4. תכונות מחזוריות של אטומים 13

המודל הגרעיני של האטום

שאלות

1) ליון $^{127}_{52}Te^{2-}$:

א. מספר מסה 50.

ב. 127 פרוטונים בגרעין.

ג. 127 חלקיקים בגרעין.

ד. 50 פרוטונים.

2) מי מהזוגות הבאים מהווים איזוטופים?

a) $^{3}_{1}H$ $^{2}_{1}H^{+}$

b) $^{4}_{2}He$ $^{3}_{2}He$

c) $^{14}_{7}N^{+}$ $^{12}_{6}C$

d) $^{4}_{2}He^{-}$ $^{3}_{1}H$

א. b בלבד.

ב. a ו-d.

ג. a ו-c.

ד. a ו-b.

3) בחר את הסעיף שבו מופיעים צורונים בעלי אותו מספר האלקטרונים כמו של אטום קריפטון $_{36}Kr$:

א. $_{19}K,\ _{20}Ca,\ _{35}Br^{-}$

ב. $_{34}Se^{2-},\ _{20}Ca^{2+},\ _{35}Br^{-}$

ג. $_{37}Rb^{+},\ _{34}Se^{2-},\ _{38}Sr^{2+}$

ד. $_{38}Sr^{3+},\ _{37}Rb^{2+},\ _{35}Br^{-}$

4) מהי השורה הנכונה מבין הבאות?

	סמל	מספר פרוטונים	מספר נייטרונים	מספר אלקטרונים
א.	$_{34}Se$	34	45	34
ב.	$^{88}_{38}Sr^{2+}$	40	50	38
ג.	$_{18}Ar$	15	16	18
ד.	$^{210}_{85}At^{-}$	85	210	86

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

5) לאטום מיונן של יסוד מסוים, X^{2+}, יש 24 אלקטרונים ו-30 נויטרונים.
איזו טענה נכונה:

א. מספרו האטומי 24 ומספר המסה 54.

ב. מספרו האטומי 54 ומספר המסה 24.

ג. מספרו האטומי 56 ומספר המסה 26.

ד. מספרו האטומי 26 ומספר המסה 56.

6) להלן שלושה חלקיקים: $^{23}_{11}X^{+}$, $^{24}_{11}Y^{+}$, $^{24}_{12}Z^{+}$.
אילו טענות נכונות:

א. Y^{+} ו-Z^{+} הם איזוטופים של אותו יסוד.

ב. ל-Y^{+} ו-Z^{+} אותו מספר אלקטרונים.

ג. ל-Y^{+} ו-Z^{+} אותו מספר נייטרונים.

ד. ל-X^{+} ו-Z^{+} אותו מספר נייטרונים.

ה. X^{+} ו-Y^{+} הם איזוטופים של אותו יסוד.

7) נתונים חמישה צורנים שסומנו באופן שרירותי באותיות הבאות:
$^{19}_{10}T^{-}$, $^{19}_{9}W^{+3}$, $^{22}_{10}Z$, $^{20}_{11}Y^{-}$, $^{20}_{10}X^{+2}$.

א. אילו מבין הצורנים הנתונים הם איזוטופים?

ב. לאיזה צורן מספר האלקטרונים הוא הגדול ביותר?

ג. לאיזה צורן מספר הנייטרונים הוא הגדול ביותר?

8) בטבלה הבאה נתונים חמישה חלקיקים של יסודות:

חלקיק	מספר פרוטונים	מספר נייטרונים	מספר אלקטרונים
A	10	12	10
B	12	12	10
C	16	16	16
D	17	18	18
E	16	18	18

א. מהו המטען החשמלי של כל חלקיק?

ב. האם ישנם איזוטופים בטבלה?

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

9) לפחמן (C) ישנם שלושה איזוטופים יחסית יציבים. מהי הקביעה **הלא** נכונה:

א. כל האיזוטופים של פחמן בעלי מטען גרעיני שווה.

ב. באיזוטופים של פחמן מספר האלקטרונים יכול להיות שונה ממספר הפרוטונים.

ג. לכל האיזוטופים של פחמן אותו מספר מסה.

ד. לכל האיזוטופים של פחמן אותו מספר אטומי.

10) בטבלה הבאה נתון ההרכב הגרעיני של החלקיקים הבאים:

החלקיק	A^{-2}	B^{-}	C	D^{+}	E
מספר פרוטונים	13	12	10	13	11
מספר נייטרונים	11	12	11	12	14

התייחסו לכל אחד מהמשפטים הבאים וציינו האם הוא נכון או לא. נמקו.

א. ל-E ו-A^{-2} אותו מספר האלקטרונים.

ב. ל-B^{-} ו-D^{+} אותו מספר האלקטרונים.

ג. ל-E מספר המסה הגדול ביותר.

ד. A^{-2} ו-C הם איזוטופים.

ה. A^{-2} ו-D^{+} הם איזוטופים.

11) נתונים החלקיקים הבאים:

החלקיק	מספר האלקטרונים	מספר המסה
A^{-2}	9	19
B^{+}	6	16
C^{3+}	9	22
D^{3+}	10	22

ציינו את ההיגד(ים) הנכון(ים):

א. A^{-2} ו-C^{3+} הם איזוטופים.

ב. מטען הגרעין של C^{3+} זהה לזה של D^{3+}.

ג. C^{3+} ו-D^{3+} הם איזוטופים.

ד. A^{-2} ו-B^{+} הם איזוטופים.

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

תשובות סופיות

1) ג
2) ד
3) ג
4) א
5) ד
6) ד, ה.
7) א. T^{-}, Z, X^{+2} ב. Y^{-} ג. Z
8) א. $A: 0,\ B: +2,\ C: 0,\ D: -1,\ E: -2$ ב. כן, C ו-E. ג. A
9) ג
10) ה
11) ד

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

ספקטרום אטומי בחלקיקים חד-אלקטרונים

שאלות

1) חשבו את האנרגיה הדרושה לעירור האלקטרון באטום מימן מרמת היסוד לרמת האנרגיה $n=8$.

2) מהו אורך הגל של הפוטון, שייפלט כשאלקטרון יורד מרמה $n=4$ לרמת היסוד ביון גזי C^{+5}?

3) חשבו את אנרגיית היינון (ביחידות J/mol) ממצב היסוד, עבור היונים Li^{2+} ו- He^{+}.

4) ענו על הסעיפים הבאים:

א. ביון He^{+} מעורר האלקטרון יורד מרמת האנרגיה n= 6 לרמת היסוד. חשבו את אורך הגל של הפוטון באנגסטרם.

ב. פוטון באורך גל של 218.1 A נקלט על ידי היון He^{+}.
כתוצאה מכך He^{+} הופך ל- He^{2+}, והאלקטרון הנפלט ממשיך לנוע.
מהי האנרגיה הקינטית של האלקטרון הנפלט?

5) סדרת הקווים הראשונה בתחום האינפרה-אדום, בספקטרום אטומי מימן, נקראת סדרת פַּשֶׁן. אחד הקווים של סדרה זו מופיע באורך גל של 1094 nm.
מאיזו רמת אנרגיה בוצע המעבר?

* סדרת פַּשֶׁן (Paschen Series) מראה את המעברים לרמת האנרגיה השלישית מרמות גבוהות יותר.

6) ענו על הסעיפים הבאים:

א. מהם ערכי האנרגיה עבור ארבע רמות האנרגיה הראשונות בחלקיק Li^{+2}?

ב. מצאו את אורך הגל המתאים לעירור של יוני Li^{+2}, מרמת היסוד לרמה $n=4$.

ג. יוני Li^{+2}, המעוררים ל- $n=4$, דועכים לרמות האנרגיה נמוכות יותר, תוך פליטת פוטונים.

1. כמה קווים ספקטרליים מתקבלים בדעיכה?
2. איזה קו ספקטרלי, מאלו שנמצאו ב-1, בעל אורך הגל הקצר ביותר? האם העין תוכל להבחין באור שנפלט, אם נתון שאורכי גל הנמצאים בתחום של האור הנראה הם בטווח של 300nm – 700nm.

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

7) אטום מימן ברמת היסוד בולע פוטון בעל אורך הגל של $97.2\ \text{nm}$, ואחר כך פולט פוטון בעל אורך הגל 486nm.
מה מספר רמת האנרגיה הסופית בה נמצא האלקטרון?

8) חלקיק דמוי מימן במצב היסוד בולע פוטונים באורכי-גל (nm): $4.8,\ 2.54,\ 1.8$.
נתון שרק פוטון אחד מבין פוטונים אלה גרם לעירורו, ואילו שאר הפוטונים גרמו לפליטת האלקטרון מהיון הזה. אחד מן הפוטונים שגרם לפליטת האלקטרון הקנה לו מהירות מסוימת, ואילו הפוטון השני הביא לעקירת האלקטרון בלבד.

א. איזה פוטון גרם לעירור האלקטרון? נמקו.

ב. 1. איזה פוטון גרם לעקירת האלקטרון? נמקו.
2. מהו מטען היון שהתקבל, כתוצאה מעקירת האלקטרון?

ג. חשבו את מהירות תנועת האלקטרון עקב בליעת הפוטון המתאים.

9) נתון יון דמוי מימן שהאלקטרון שלו מצוי ברמה מעוררת n.
אנרגיית היינון של היון מן הרמה המעוררת היא $7.65\ \text{eV}$.
הקרנה באור עם תדירות של $6.65\cdot10^{14}\,\text{Hz}$ גורמת למעבר לרמה המעוררת $n+1$.
חשבו את הרמה n. האם היון הוא Li^{2+} או He^{+}?

10) פוטונים שנפלטים מאדי כספית הם בעלי אורך גל של $3130\ \text{A}^0$.
הפוטונים פוגעים בשפופרת המכילה גז של יוני $Li^{+2}_{(g)}$ במצב היסוד.
האם תיתכן פליטת האלקטרונים מיוני $Li^{+2}_{(g)}$? במידה וכן, הסבירו.
במידה ולא, חשבו באיזו רמה מעוררת חייבים יוני $Li^{+2}_{(g)}$ להימצא, כדי לקבל את פליטת האלקטרונים מהם.

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

תשובות סופיות

1) 13.388 eV

2) 2.7nm

3) $He^{+}:523.98\cdot10^{4}\,J/mol;\ Li^{2+}:1178.96\cdot10^{4}\,J/mol$

4) א. $234\ A^{0}$ ב. $4.02\cdot10^{-19}\,J$

5) $n=6$

6) א. $-13.6\,eV,\ -30.6,\ -122.4,\ -7.65$ ב. 10.81nm ג. 1. שישה קווים.
2. אינו נראה לעין.

7) $n=2$

8) א. 4.8nm ב. 1. 2.54nm
2. +5 ג. $8.405\cdot10^{6}\,m/s$

9) $Li^{2+},\ n=4$

10) לא תיתכן פליטת אלקטרונים. רמת האנרגיה מספר 6.

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

מבנה של אטומים מרובי אלקטרונים

שאלות

1) מהן הקביעות הנכונות לגבי שלושת המספרים הקוונטיים בסעיפים הבאים? תקנו את הקביעות הלא נכונות.

א. $n=2,\ \ell=1,\ m_\ell=+1$

ב. $n=3,\ \ell=3,\ m_\ell=-3$

ג. $n=3,\ \ell=2,\ m_\ell=-3$

ד. $n=0,\ \ell=0,\ m_\ell=0$

2) רשמו את הערכים החסרים עבור ארבעת המספרים הקוונטיים הבאים:

א. $n=?,\ \ell=2,\ m_\ell=0,\ m_s=?$

ב. $n=2,\ \ell=?,\ m_\ell=-1,\ m_s=-\frac{1}{2}$

ג. $n=4,\ \ell=1,\ m_\ell=2,\ m_s=?$

3) כמה אלקטרונים של אטום אחד יכולים להיות בעלי המספרים הקוונטיים הבאים:

א. $n=2,\ \ell=1$

ב. $n=4,\ \ell=2,\ m_\ell=-2$

ג. $n=2$

ד. $n=3,\ \ell=2,\ m_\ell=+1,\ m_s=-\frac{1}{2}$

4) איזו מתת-הרמות שלהלן יכולה להתקיים באטום:

א. 2d

ב. 3f

ג. 6g

ד. 6i

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

5) נתונות היערכויות אלקטרונים עבור יון X^{+2} במצב היסוד.
רשמו את היערכות האלקטרונים עבור יסוד X.

א. $[Ar]3d^7$

ב. $[Kr]4d^7$

ג. $[Kr]4d^{10}5s^2$

ד. $[Xe]4f^{14}5d^{10}$

6) איזה צירוף של מספרים קוונטים מתאים לאלקטרון ערכיות (ברמה האחרונה) של אטום Br?

	n	l	m_l	m_s
א.	4	0	0	$+\frac{1}{2}$
ב.	4	1	-1	$+\frac{1}{2}$
ג.	4	1	0	$-\frac{1}{2}$

ד. כל התשובות נכונות.

7) כתבו את היערכות האלקטרונים במצב היסוד וציינו את מספר האלקטרונים הלא-מזווגים עבור החלקיקים:

א. Ga^+

ב. Cu^{2+}

ג. Pb^{2+}

ד. Se^{2-}

8) קבעו אם היערכויות האלקטרונים הבאות מייצגות את מצב היסוד או את המצב המעורר של האטום:

א. $C:\ \underset{1s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2p}{\uparrow\downarrow}$

ב. $N:\ \underset{1s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2p_x}{\uparrow}\ \underset{2p_y}{\downarrow}\ \underset{2p_z}{\uparrow}$

ג. $Be:\ \underset{1s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2s}{\uparrow}\ \underset{2p}{\uparrow}$

ד. $O:\ \underset{1s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2s}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2p_x}{\uparrow\downarrow}\ \underset{2p_y}{\uparrow}\ \underset{2p_z}{\uparrow}$

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

9) להלן מספר היערכויות אפשריות של רמת הערכיות של אטום ניטרלי מסוים.
מהו היסוד ואיזו היערכות מייצגת את מצב היסוד שלו?

א.

ב.

ג.

ד.

10) נתונים ארבעה יונים בעלי הקונפיגורציות:

Z^{+2}: $[Ar]3d^{10}p^1$ Y^{+}: $[Ar]4p^4$, X^{+4}: $[Ar]3d^{10}4p^2$, A^{+5}: $[Ar]3d^6$.

לאילו יונים יש **אותו מספר** אלקטרונים **בלתי** מזווגים:

א. ל- Z^{+2} ו- A^{+5}.

ב. ל- X^{+4} ו- Y^{+}.

ג. ל- A^{+5} ו- Y^{+}.

ד. ל- Z^{+2} ו- X^{+4}.

11) נתונות היערכויות האלקטרוניות עבור מס' חלקיקים.
קבעו אילו מהם נמצאים במצב מעורר, ורשמו עבורם את ההערכות האלקטרונית שמתאימה למצב היסוד.

א. $1s^2 2s^1 2p^3$

ב. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

ג. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^1$

ד. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^3$

12) רשמו את הערכות האלקטרונים עבור:

א. Ge^{2+}

ב. Mn^{+}

ג. Ba^{2+}

ד. Au^{+}

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

13) אילו מהקונפיגורציות הבאות לא יכולות להתקיים על פי חוק פאולי?

א. $1s^2 2s^3 2p^3$

ב. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$

ג. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^6$

ד. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

ה. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 4s^2 3d^{14}$

14) איזה היגד **נכון**, לאלקטרון שיש לו את המספרים הקוונטיים $\ell = 2,\ m_\ell = 0$:

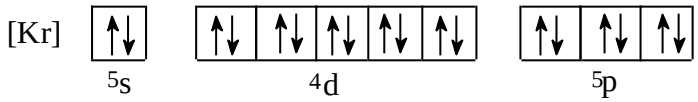
א. האלקטרון חייב להימצא באורביטל 3d.

ב. האלקטרון יכול להימצא באורביטל 3p.

ג. האלקטרון יכול להימצא באחד מחמישה אורביטלי d (בעלי אנרגיה שווה) ה"פזורים" במרחב שמסביב לאטום.

ד. האלקטרון יכול להיות שייך לאטום סידן, Ca.

15) ליסוד מסוים X יש את המערך האלקטרוני הבא:



מה ניתן ללמוד מכך על היסוד X?

א. ל-X יש אורביטלי d ו-f ריקים.

ב. ביכולתו של X ליצור <u>תרכובות יוניות</u> עם מתכות.

ג. X שייך לגוש d, מכיוון שאורביטל d מאוכלס באלקטרונים.

ד. הרמה הרביעית של X **מלאה**.

ה. ל-X מערך אלקטרוני דומה למערך האלקטרוני של Kr, ולכן שניהם שייכים לאותה "משפחה".

16) איזה מהמשפטים הבאים **אינו** נכון:

א. מספר ערכי ℓ האפשריים עבור $n=3$ שווה ל-3.

ב. מספר האורביטלים בעלי המספרים הקוואנטים $n=3,\ \ell=1$, הוא 3.

ג. מספר האלקטרונים המקסימלי הניתנים לאכלוס באורביטלים המאופיינים במספרים הקוואנטים $n=2,\ \ell=1$, שווה ל-3.

ד. מספר ערכי m_ℓ עבור $\ell=1$, שווה ל-3.

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

תשובות סופיות

1) א

2) א. $n \geq 3;\ m_s = \pm\frac{1}{2}$ ב. $\ell = 1$ ג. $m_\ell = -1,0,1;\ m_s = \pm\frac{1}{2}$

3) א. 6 ב. 2 ג. 8 ד. 1

4) ג

5) א. $[Ar]3d^7 4s^2$ ב. $[Kr]4d^7 5s^2$ ג. $[Kr]4d^{10}5s^2 5p^2$

ד. $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$

6) ד

7) Ga^+ : אין אלקטרונים בלתי מזווגים; Cu^{2+} : אלקטרון אחד בלתי מזווג;
Pb^{2+} : אין אלקטרונים בלתי מזווגים; Se^{2-} : אין אלקטרונים בלתי מזווגים.

8) א-ג. מצב מעורר. ד. מצב היסוד.

9) ד; יסוד Ge.

10) ב

11) א, ג, ד.

12) א. $[Ar]4s^2 3d^{10}$ ב. $[Ar]4s^1 3d^5$ ג. $[Kr]5s^2 4d^{10}5p^6$

ד. $[Xe]5d^{10}$

13) א, ג, ה.

14) ג

15) א, ג.

16) ג

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

תכונות מחזוריות של אטומים

שאלות

1) מה **לא נכון** לגבי אטומי כלור וזרחן?

א. רדיוס אטומי של כלור גדול מזה של זרחן.

ב. אנרגיית היינון הראשונה של זרחן נמוכה מזו של כלור.

ג. האטומים האלה שייכים לגוש p בטבלה המחזורית.

ד. אלקטרושליליות של אטומי כלור גבוהה מזו של אטומי זרחן.

2) מהי הקביעה **הלא נכונה** לגבי גודל הצורון:

א. $R\left(S^{-2}\right) > R\left(Ar\right)$

ב. $R\left(Si^{+4}\right) < R\left(Ar\right)$

ג. $R\left(Se^{-2}\right) < R\left(S^{-2}\right)$

ד. $R\left(Se^{-2}\right) > R\left(Ar\right)$

3) אנרגיית היינון הראשונה של רובידיום (Rb) שווה ל- $403\,kJ/mol$, ושל סידן (Ca) $590\,kJ/mol$. לכן, אנרגיית היינון הראשונה של אשלגן (K) תהיה:

א. גבוהה מ- $590\,kJ/mol$.

ב. נמוכה מ- $403\,kJ/mol$.

ג. גבוהה מ- $403\,kJ/mol$, אך נמוכה מ- $590\,kJ/mol$.

ד. לא ניתן לקבוע לפי נתוני השאלה.

4) הסיבות להבדל בין אנרגיית היינון של Al^+ לאנרגיית היינון של Mg^+, היא:

א. מספר הנייטרונים בגרעין של Al^+ גדול יותר ממספר הנייטרונים בגרעין של Mg^+.

ב. מטען הגרעין של Al^+ גדול ממטען הגרעין של Mg^+.

ג. יון Mg^+ מכיל אלקטרון s אחד, בעוד ש- Al^+ מכיל שני אלקטרוני s.

ד. מספר האלקטרונים שמכיל Al^+ גדול ממספר האלקטרונים שמכיל Mg^+.

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

5) איזו קביעה מבין הבאות מדגישה ביותר את יציבות אלקטרוני ה- p :

א. הזיקה האלקטרונית של אטומי פלואור (F) גבוהה מזו של אטומי חמצן (O).

ב. אנרגיית היינון הראשונה של חנקן (N) גבוהה מזו של אטומי זרחן (P).

ג. אנרגיית היינון השנייה של חמצן (O) גבוהה מזו של אטומי פלואור (F).

ד. הזיקה האלקטרונית של אטומי בריליום (Be) גבוהה מזו של אטומי בור (B).

6) סדרו את החלקיקים הבאים לפי סדר עולה של נפחם, ונמקו :

א. S, P, O, Se, As

ב. $N^{-3}, F^{-}, O^{-2}, Ne$

ג. $K^{+}, S^{-2}, Cl^{-}, P^{-3}$

7) נתונים ארבעה יסודות מהשורה השלישית במערכה המחזורית : A, B, C, D .
בטבלה שלהלן רשומות אנרגיות היינון העוקבות של אטומים אלו :

A	**B**	**C**	**D**	יסודות / אנרגיית היינון
578	496	789	738	E_1
1817	4563	1573	1451	E_2
2745	6913	3232	7733	E_3
11578	9594	4356	10541	E_4
14831	13352	16091	13629	E_5

א. באיזה טור נמצא כל יסוד?

ב. רשמו את המערך האלקטרוני עבור היסודות A, B, C, D .

ג. הסבירו מדוע

$E_1(D) > E_1(B); E_1(D) > E_1(A); E_2(D) > E_1(D); E_2(B) > E_2(D)$.

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

8) נתונה טבלה מחזורית שבה חלק מהיסודות סומנו באותיות באופן שרירותי, כאשר המיקום המקורי חופף למיקום האות שכתובה בו.

												R		M	Q		
	A																
				L							Z	Y	X	E			

א. 1. רשמו את ההערכות האלקטרונית **(המלאה)** של X ו-L^{+2}.

2. כמה אורביטלים מכל סוג מאוכלסים באלקטרונים (אכלוס מלא או חלקי) מכיל יסוד Y?

ב. ל-X מתאימים שלושה יונים יציבים: X^{-3}; X^{+3}; X^{+5}.

1. רשמו את ההיערכות האלקטרונית **(המלאה)** עבורם.

2. סדרו את היונים לפי רדיוס עולה.

ג. לאיזה יסוד זיקה אלקטרונית גבוהה יותר? הסבירו.

1. X או E?

2. Y או X?

9) נתונים היסודות מגנזיום (Mg), בריום (Ba), זרחן (P), חמצן (O), גופרית (S), פחמן (C) וחנקן (N).

בטבלה שלהלן מובא רדיוס של שבע יסודות שסומנו באותיות באופן שרירותי:

א. התאימו את היסודות לאותיות.

ב. סדרו את היסודות על פי אנרגיית היינון שנייה, והסבירו.

ג. לאיזה יסוד זיקה אלקטרונית נמוכה יותר? הסבירו.

1. גופרית או זרחן.

2. חנקן או פחמן.

יסוד	M	L	R	W	Z	Y	X
רדיוס [Å]	0.77	0.72	1.04	0.70	1.98	1.10	1.36

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

10) שישה יסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים, סומנו באופן שרירותי באותיות U,V,W,X,Y,Z . ליסוד U המספר האטומי הקטן ביותר, וליסוד Z הגדול ביותר.

בטבלה להלן מובאים אנרגיות היינון הראשונות של היסודות W, X ו-Y :

יסוד	אנרגיית היינון הראשונה, בערכי $\frac{kJ}{mole}$
W	1251
X	1521
Y	419

א. קבעו לאיזה טור במערכה המחזורית שייך כל אחד מהיסודות מ-U עד Z.

ב. 1. האם אנרגיית היינון של Z תהיה גבוהה מזו של Y או נמוכה ממנה? נמקו.

2. האם אנרגיית היינון הראשונה של U תהיה גבוהה מזו של V או נמוכה ממנה? נמקו.

ג. סדרו את היסודות U,V,W,X,Y,Z , לפי אנרגית יינון שנייה.

ד. סדרו את היסודות U,V,W,X,Y,Z , לפי נפח אטומי עולה.

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

תשובות סופיות

1) א

2) ג

3) ג

4) ב, ג.

5) ג

6) א. $O < S < P < Se < As$ ב. $Ne < F^- < O^{2-} < N^{3-}$ ג. $K^+ < Cl^- < S^{2-} < P^{3-}$

7) א. A – טור 3 ; B – טור 1 ; C – טור 4 ; D – טור 2.

ב. $A: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$, $B: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

$C: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$, $D: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

8) א.1. $L^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$, $X: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$

א.2. $s - 4;\ p - 8;\ d - 5$

ב.1. $X^{5+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$, $X^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

$X^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

ב.2. $X^{5+} < X^{3+} < X^{3-}$

9) א. $X - Mg;\ Y - P;\ Z - Ba;\ M - C;\ L - N;\ W - O;\ R - S$

ב. $Ba < Mg < P < S < C < N < O$ ג.1. S ב.2. C

10) א. U – טור 5 ; V – טור 6 ; W – טור 7 ; X – טור 8 ; Y – טור 1 ; Z – טור 2.

ב.1. Z ב.2. גבוהה.

ג. $Z < U < W < V < X < Y$

ד. $X < W < V < U < Z < Y$

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

כימיה לניהול טכנולוגיה

פרק 2 - קשרים כימיים וסוגי החומרים

תוכן העניינים

1. קשר יוני 18
2. קשר קוולנטי 22
3. סוגי הקשרים הכימיים בין חלקיקים 25

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

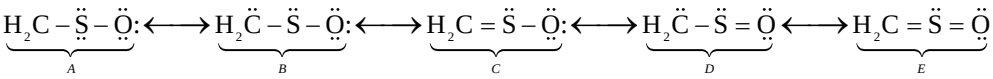
1) רשמו את נוסחאות לואיס עבור: $CH_3SH,\ BeCl_2,\ SbCl_5,\ AsOCl_3,\ OCCl_2$.

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:

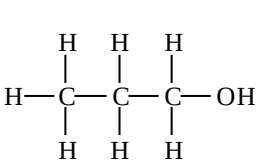
א. נקודת היתוך של Na גבוהה מזו של Mg.

ב. נקודת היתוך של MgS גבוהה מזו של SO_2.

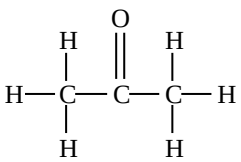
ג. נקודת הרתיחה של SO_3 גבוהה מזו של O_3.

ד. נקודת הרתיחה של SO_3 נמוכה מזו של H_2SO_3.

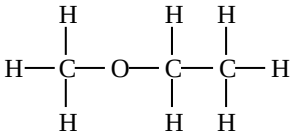
8) נתונים שלושת החומרים: A, B ו-C בעלי מסה מולרית דומה.
אילו היגדים **נכונים** עבור חומרים אלה?



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.

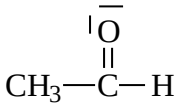
ד. מולקולות של C יוצרות קשרי מימן בינן לבין עצמן.

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



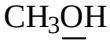
2



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 לניהול טכנולוגיה

פרק 3 - חישובים סטויכיומטריים

תוכן העניינים

1. מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר 29
2. קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר 31
3. חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית 33
4. חישובים סטויכיומטריים בתמיסות 35

מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר

שאלות

1) א. מסה של 0.00227 מול, XOF_3, היא 0.236 גרם.
מהי מסה אטומית יחסית של X?
ב. חשבו את אחוז החמצן ב- $UO_2(NO_3)_2$.
ג. כמה מולקולות של גופרית דו חמצנית (SO_2) יש ב-1.5 ק"ג של תרכובת זו?

2) א. כמה אטומי זרחן נמצאים במיליגרם אחד של $Ni_3(PO_4)_2$?
ב. כמה אטומים בסך הכל (מימן וחמצן) ישנם ב-10 גרם מים H_2O?
ג. כמה אטומי חמצן ישנם בקילוגרם אוזון O_3?

3) א. חשבו את מספר אטומי החמצן (O) בגרם אחד של H_2SO_4.
ב. חשבו את מספר היונים ב-1.5 מול של $Al_2(SO_4)_3$.

4) מה מכיל יותר חלקיקים?
א. 5 גרם של H_2 או 5 גרם של O_2.
ב. 20 גרם H_2 או 20 גרם של Mg.
ג. מול CO_2 או מול CO.

5) אילו קביעות נכונות:
א. מספר האטומים ב-18 גרם מים גדול מזה שב-44 גרם CO_2.
ב. מסה של 200 מולקולות O_2 שווה למסה של 200 מולקולות N_2.
ג. מסה של שני מול O_2 קטנה מזו של שני מולי פחמן.
ד. מספר האטומים ב-36 גרם של מים קטן מזה שב-36 גרם של CO_2.
ה. מספר המולקולות ב-44 גרם של CO_2 קטן ממספר המולקולות ב-44 גרם של מים.

6) כמה גרם אטומי חנקן (N) נמצאים ב-:
א. 5 גרם NH_3.
ב. 5 גרם NH_4NO_3.

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

7) באיזו כמות של H_2SO_4 (ב- g) נמצאת אותה כמות של אטומי חמצן, כמו ב-41 גרם של H_2SO_3?

תשובות סופיות

1) א. 31 גרם/מול. ב. 32.48% ג. $141.09\cdot10^{23}$ מולקולות.

2) א. $3.28\cdot10^{18}$ אטומי זרחן. ב. $10.03\cdot10^{23}$ אטומים.
ג. $376.25\cdot10^{23}$ אטומי חמצן.

3) א. $0.246\cdot10^{23}$ אטומי חמצן. ב. $45.15\cdot10^{23}$ יונים.

4) א. 5 גרם של H_2. ב. 20 גרם של H_2. ג. מספר החלקיקים שווה.

5) ה

6) א. 4.118 גרם. ב. 1.75 גרם.

7) 36.75 גרם.

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

קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר

שאלות

1) קבעו את הנוסחה האמפירית של תרכובת בעלת ההרכב (באחוזים משקליים):
אשלגן (K): 39.7%, מנגן (Mn): 27.9% וחמצן (O): 32.5%.

2) נתון הרכב משקלי של תרכובת אורגנית קורטיזון:
69.69% של פחמן (C), 7.83% של מימן (H), 22.21% של חמצן (O).
ידוע שמסתה המולרית של התרכובת היא 360 גרם למול.
מהי נוסחתה המולקולרית של קורטיזון?

א. $C_{35}H_5O_{11}$

ב. $C_{15}H_{20}O_{10}$

ג. $C_{20}H_{40}O_5$

ד. $C_{21}H_{28}O_5$

3) דוגמת תרכובת במשקל 1.66 גרם, המכילה פחמן, מימן וחנקן, נשרפה בחמצן והתקבלו 4.63 גרם CO_2, 0.928 גרם H_2O ועוד תוצר שמכיל חנקן בלבד.
מצאו את הנוסחה האמפירית של החומר.

4) אחרי תגובת 1 מול של תרכובת אורגנית עם 3 מול NaOBr התקבלו 3 מול NaBr, שני מול מים, 1 מול N_2 ו-1 מול CO_2.
קבעו את הנוסחה המולקולרית של התרכובת האורגנית.

5) בשריפה מלאה של תרכובת שמורכבת מפחמן וגופרית התקבלו 1.042 גרם של פחמן דו חמצני (CO_2), 0.1705 גרם של מים ו-0.3031 גרם של גופרית דו-חמצנית (SO_2).

א. מצאו את הנוסחה האמפירית של התרכובת.

ב. חשבו את האחוז המשקלי של גופרית בתרכובת.

ג. חשבו את המסה של החמצן שדרוש לתגובת השריפה שהתרחשה.

ד. בתגובה זו הגיבו 2.37×10^{-3} מולים של התרכובת.

1. חשבו את המסה המולרית שלה.
2. מהי הנוסחה המולקולרית של התרכובת?

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

6) דוגמה של 0.206 גרם תרכובת אורגנית נתנה, בשריפה מלאה, 0.494 גרם CO_2 ו-0.1011 ג' מים.
קבעו את הנוסחה האמפירית והמולקולרית של התרכובת, אם המשקל המולקולרי הוא 110 י.מ.א (יחידת מסה אטומית).

תשובות סופיות

1) K_2MnO_4

2) ד

3) C_5H_5N

4) CH_4ON_2

5) א. C_5S ב. 34.78% ג. 1.06 גרם. ד. 192.2 גרם/מול. ה. $C_{10}S_2$

6) $C_6H_6O_2$

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

חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית

שאלות

1) ניתן לפרק N_2O_5 גזי ל- NO_2 וחמצן גזי. כמה מולים של חמצן מתקבלים בפירוק מלא של 54 גרם של N_2O_5 :

א. 0.125

ב. 0.250

ג. 0.500

ד. 0.750

2) נתונה התגובה $4NH_{3(g)}+5O_{2(g)}\rightarrow 6H_2O_{(l)}+4NO_{(g)}$.

לכלי התגובה הוכנסו 12 מול של NH_3 ו-14 מולים של חמצן.

בחרו את התשובה **הלא נכונה** :

א. מספר המולים של חנקן חמצני (NO) שמתקבלים שווה למספר המולים של אמוניה (NH_3) שהגיבה.

ב. בתום התהליך נשארים בעודף 0.8 מולים של NH_3 .

ג. בתום התגובה ישנם סך הכל 26 מולים של המרכיבים (תוצרים, ואחד מהמגיבים שנשאר בעודף).

ד. בתום התהליך מתקבלים 16.8 מולים של מים.

3) נתונה התגובה הבאה : $Fe_2O_{3(s)}+3CO_{(g)}\rightarrow 2Fe_{(g)}+3CO_{2(g)}$.

בחרו את התשובה שבה **פחמן חמצני** (CO) יישאר בעודף :

א. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_{3(s)}$ ו-8.4 גרם פחמן חמצני.

ב. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_{3(s)}$, ובסוף התגובה נקבל 5.6 גרם ברזל מוצק.

ג. אם לכלי התגובה נכניס 8.4 גרם של פחמן חמצני, ונקבל 11.2 גרם ברזל מוצק.

ד. אם לכלי התגובה נכניס 16 גרם של $Fe_2O_{3(s)}$ ו-11.2 גרם פחמן חמצני.

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

4) ברזל (Fe) מופק בתהליכים: $2C_{(s)}+O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)}$; $3CO_{(g)}+Fe_2O_{3(s)} \rightarrow 2Fe_{(s)}+3CO_{2(g)}$.

מהי המסה המרבית של ברזל שניתן להפיק מתגובה בין 36 ק"ג פחמן לבין 180 ק"ג של Fe_2O_3, וכמות מספקת של חמצן?

א. 168 ק"ג.

ב. 112 ק"ג.

ג. 126 ק"ג.

ד. 42 ק"ג.

5) נתונה התגובה: $2MnO_{2(s)}+4KOH_{(aq)}+O_{2(g)} \rightarrow 2K_2MnO_{4(aq)}+H_2O_{(l)}$.

לתוך כלי התגובה הוכנסו 20 גרם של מנגן חמצני, $2MnO_{2(s)}$, 40 גרם של אשלגן הידרוקסידי, KOH, ו-10 גרם של חמצן.

א. כמה גרם של K_2MnO_4 ושל מים מתקבלים בתגובה זו?

ב. אלו חומרים נשארו בעודף ובאיזו כמות?

6) נתונה תערובת של Rb_2S ו-Na_2S מסתה שווה ל-0.2380 גרם.

לתערובת נוספה כמות מספקת של כסף חנקתי $(AgNO_3)$.

כתוצאה מכך התרחשו התגובות $Na_2S+AgNO_3 \rightarrow NaNO_3+Ag_2S$; $Rb_2S+AgNO_3 \rightarrow Ag_{22}S+RbNO_3$.

המסה הכוללת של Ag_2S שהתקבלה היתה 0.4302 גרם.

חשבו את מסתם של Rb_2S ו-Na_2S בתערובת.

תשובות סופיות

1) ב

2) ג

3) ד

4) ב

5) א. H_2O 4.14 גרם; K_2MnO_4 45.31 גרם. ב. KOH, O_2

6) Na_2S: 0.068 גרם; Rb_2S: 0.17 גרם.

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

חישובים סטויכיומטריים בתמיסות

שאלות

1) נתונות שלוש תמיסות: (1) 0.5 ליטר של $NaCl$, $0.45\,M$ (ריכוז מולרי).
(2) 1.5 ליטר של $NaOH$, $0.15\,M$, (3) 2 ליטר של $NaCl$, $0.45\,M$.
מהו המשפט **הלא** נכון:

א. תמיסות (1) ו-(2) מכילות אותו מספר המולים של המומס.

ב. תמיסה (2) היא המהולה ביותר.

ג. תמיסה (3) היא המרוכזת ביותר.

ד. תמיסה (3) מכילה את המספר הגדול ביותר של מולי המומס.

ה. בערבוב כל נפח שהוא של תמיסה (3) עם תמיסה (1), ריכוזה של התמיסה הסופית יהיה $0.45\,M$.

2) ערבבו 2.0 מ"ל של אתנול נוזלי (C_2H_5OH), בעל צפיפות 0.70 גרם למ"ל, עם 8.0 מ"ל מים. ריכוז האתנול בתמיסה שהתקבלה הוא:

א. $30\,M$

ב. $20\,M$

ג. $15\,M$

ד. $3.0\,M$

3) נתונה תמיסת $NaBr$ בעלת ריכוז 0.120 מולר. ב-200 מ"ל של תמיסה זו יש (בחרו את התשובה הנכונה):

א. אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת $NaBr$ בריכוז $0.240\,M$.

ב. אותו מספר המולים, כמו ב-400 מ"ל תמיסת $NaCl$ בריכוז $0.0600\,M$.

ג. אותה מסה של המומס, כמו ב-400 מ"ל תמיסת $NaBr$ בריכוז $0.0600\,M$.

ד. אותה מסה כמו ב-400 מ"ל תמיסת $NaCl$ בריכוז $0.0600\,M$.

ה. תשובות ב ו-ג נכונות.

ו. תשובות ב ו-א נכונות.

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

4) חשבו את הריכוז המוללי (m) של תמיסת חומצה אצטית, CH_3COOH,
בעלת ריכוז $2.03\ M$. צפיפות התמיסה שווה ל- $1.017\ g/ml$.

א. $2.03\ m$

ב. $2.52\ m$

ג. $2.27\ m$

ד. $1.82\ m$

5) תמיסה של מים ואתנול $(C2H5OH)$ מכילה 80 גרם של אתנול ל-300 גרם תמיסה. השבר המולי של אתנול בתמיסה שווה ל:

א. 0.143

ב. 0.124

ג. 0.104

ד. 0.364

ה. 0.267

6) ל-50 מ"ל של תמיסת מלח בריכוז משקלי 25% וצפיפות 1.30 גרם לסמ"ק הוסיפו 20 מ"ל תמיסת מלח בריכוז משקלי 34% וצפיפות 1.40 גרם לסמ"ק.
חשבו את האחוז המשקלי של המלח בתמיסה שמתקבלת.

7) נתונה תמיסה של HNO_3 בריכוז $16M$, שצפיפותה שווה ל-1.42 גרם למ"ל.
האחוז המשקלי של תמיסה זו שווה ל:

א. $\sim 70\%$

ב. $\sim 48\%$

ג. $\sim 41.5\%$

ד. $\sim 36\%$

8) ל-50 מ"ל תמיסה מימית של $Ca(OH)_2$ בריכוז $0.3M$ הוסיפו 25 מ"ל מים.
מהתמיסה שהתקבלה נלקחה דגימה בנפח 10 מ"ל.
מהו הריכוז המולרי של **כל** היונים בדגימה?

א. $0.6\,M$

ב. $0.4\,M$

ג. $0.006\,M$

ד. $0.2\,M$

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

9) א. חשבו את נפח תמיסת HNO_3 בריכוז $6\,M$, שדרוש עבור הכנת 50 מ"ל תמיסת HNO_3, בריכוז $0.5\,M$.

ב. כמה מ"ל מים יש להוסיף ל-150.0 מ"ל תמיסת סוכר בריכוז $1.2\,M$, כדי שריכוזה יגיע ל- $0.80\,M$?

10) ל-25.0 מ"ל תמיסת $Na_2S_{(aq)}$, בעלת ריכוז $0.120\,M$, הוסיפו 100.0 מ"ל מים. ריכוז יוני נתרן **לאחר** ההוספה יהיה שווה ל:

א. $0.03\,M$

ב. $0.06\,M$

ג. $0.02\,M$

ד. $0.048\,M$

11) נתונה תמיסת $HClO_4$ בעלת אחוז משקלי 35% וצפיפות 1.251 גרם/מ"ל.

א. חשבו את מולריות התמיסה.

ב. כמה מול $HClO_4$ מומסים ב-250 מ"ל של תמיסה זו?

ג. כמה מ"ל של תמיסה זו דרושים להכנת 150 מ"ל תמיסה בריכוז $2\,M$?

ד. איזה נפח של תמיסה שהוכנה בסעיף ג מכיל 0.75 מול $HClO_4$?

12) לתוך 100 מ"ל תמיסה מימית, בה ריכוז יוני $Fe^{+3}_{(aq)}$ שווה ל-$0.1M$, הכניסו אבקת ברזל מוצק במסה של 0.40 גרם. כתוצאה מכך, חלה תגובה $Fe_{(s)} + 2Fe^{+3}_{(aq)} \rightarrow 3Fe^{+2}_{(aq)}$. ריכוז יוני $Fe^{+2}_{(aq)}$ בתום התגובה שווה ל:

א. $0.1M$

ב. $0.15\,M$

ג. $0.3\,M$

ד. $0.0667\,M$

13) כמה גרם של כסף מתכתי, Ag, דרושים על מנת להגיב עד הסוף עם 35.5 מ"ל תמיסה של יוני In^{3+} בריכוז $0.205\,M$?

משוואת התהליך היא: $3Ag_{(s)} + In^{3+}_{(aq)} \rightarrow 3Ag^{+}_{(aq)} + In_{(s)}$.

א. $1.03\,g$

ב. $2.35\cdot10^{3}\,g$

ג. $2.35\,g$

ד. $0.262\,g$

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

14) כאשר מערבבים תמיסה מימית של Na_2CrO_4 עם תמיסה מימית של $AgNO_3$, נוצר משקע לפי הניסוח

$$Na_2CrO_{4(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow Ag_2CrO_{4(s)} + Na^+_{(aq)} + NO^-_{(aq)}$$

20.0 מ״ל תמיסת Na_2CrO_4 בריכוז לא ידוע הגיבו **בשלמות** עם 30.0 מ״ל תמיסת $AgNO_3$ בריכוז $0.0080\,M$. ריכוזה של תמיסת Na_2CrO_4 שווה ל:

א. $0.0240\,M$

ב. $0.0120\,M$

ג. $0.0060\,M$

ד. $0.0080\,M$

תשובות סופיות

1) ג

2) ד

3) ה

4) ג

5) ב

6) 27.7%

7) א

8) א

9) א. 4.17 מ״ל. ב. 75 מ״ל.

10) ד

11) א. $4.35\,M$ ב. 109.38 גרם. ג. 69 מ״ל. ד. 0.375 ליטר.

12) ב

13) ג

14) ג

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

כימיה לניהול טכנולוגיה

פרק 4 - תרמוכימיה

תוכן העניינים

1. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה..... 39
2. קביעת ערך השינוי באנתלפיה בעזרת חוק הס 41

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

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	ΔH_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 ΔH^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) $-312\ \frac{kJ}{mol}$

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

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

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

5) ג

6) ד

7) ג

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

9) ג

10) ג

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

12) א

13) ד

14) ג

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

כימיה לניהול טכנולוגיה

פרק 5 - חמצון-חיזור

תוכן העניינים

1. תגובת חמצון-חיזור - מושגי יסוד 47
2. יישום של תהליכי חִמְצוּר - תאים חשמליים 51

תגובת חמצון-חיזור – מושגי יסוד

שאלות

1) נתונה שרשרת תגובות: $H_2SO_4 \xrightarrow{A} H_2SO_3 \xrightarrow{B} H_2S_2O_3 \xrightarrow{C} H_2S$.
מהי הקביעה **הנכונה**:

א. A, B ו-C הם חומרים מחמצנים.
ב. A, B ו-C הם חומרים מחזרים.
ג. A ו-B הם חומרים מחזרים, אך C חומר מחמצן.
ד. A ו-B הם חומרים מחמצנים, אך C חומר מחזר.

2) נתונים ההיגדים שמתייחסים לתגובה $3N_2O_3 \rightarrow N_2O_5 + 4NO$.

1. 0.2 מול מחזר מסרו 0.4 מול אלקטרונים.
2. 0.2 מול מחזר מגיבים עם 0.2 מולי מחמצן.
3. בתהליך זה N_2O_3 הוא מחמצן ומחזר.
4. 0.1 מול מחמצן קיבלו 0.2 מול אלקטרונים.
5. אף אחד מההיגדים הוא לא נכון.

אילו מההיגדים **נכונים**:

א. 1 ו-4.
ב. 2 ו-3.
ג. 5 בלבד.
ד. 3 ו-4.
ה. 3 בלבד.

3) נתונה תגובת חמצון-חיזור: $2NO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + N_{2(g)}$.
מספר האלקטרונים שעוברים ממחזר למחמצן בתגובה זו הוא:

א. 1
ב. 2
ג. 3
ד. 4

4) מספר החמצון של היסוד vanadium במינרל $Rb_4Na[HV_{10}O_{28}]$ הוא:

א. 6–
ב. 8+
ג. 3+
ד. 5+

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

5) בריאקציה מסוימת היון SO_3^{2-} משתנה והופך ליון $S_2O_4^{2-}$.
לפיכך, ניתן לומר ש:

א. אטומי הגופרית עוברים חמצון.

ב. אטומי הגופרית הם המחמצנים.

ג. אטומי החמצן עוברים חיזור.

ד. שינוי זה איננו חלק מתהליך חמצון חיזור.

6) זהב מגיב עם תערובת של חומצה כלורית וחומצה חנקתית בהתאם למשוואה:

$$Au_{(s)} + 4H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + 4Cl^-_{(aq)} \rightarrow [AuCl_4]^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} + NO_{(g)}$$

מיהו המחמצן בריאקציה זו?

א. Au

ב. H^+

ג. NO_3^-

ד. Cl^-

7) סמנו את התשובה שבה מספר החמצון של היסוד המסומן בקו **אינו** נכון:

א. $\underline{Mn}O_2,\ 4+$

ב. $\underline{S}O_3^{2-},\ 4+$

ג. $\underline{Cl}O_3^-,\ 7+$

ד. $\underline{Cr}_2O_3,\ 3+$

8) איזו מבין התגובות הבאות **איננה** תגובת חמצון-חיזור?

א. $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$

ב. $Au + 4H^+ + NO_3^- + 4Cl^- \rightarrow [AuCl_4]^- + 2H_2O + NO$

ג. $6HF + Al(OH)_3 + 3NaOH \rightarrow Na_3AlF_6 + 6H_2O$

ד. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

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

9) ל-50 מ״ל תמיסת $CuBr_2$, בריכוז $0.4\,M$, הזרימו 2.5 ליטר כלור גזי בתנאי החדר.

א. רשמו ניסוח התהליך.

ב. חשבו את מס׳ מולי האלקטרונים שהשתתפו בתהליך.

ג. 1. לתמיסה שהתקבלה נוספה תמיסת $AgNO_3$. מהו המשקע שיתקבל? רשמו ניסוח התהליך.

2. איזה נפח תמיסת $0.1\ M\ AgNO_3$ יידרש לשיקוע מלא? פרטו.

ד. לאחר סינון המשקע, הוסף מגנזיום לתמיסה.

1. רשמו ניסוח לתהליך שהתרחש.

2. מהו מספר מולי האלקטרונים שהשתתפו בתהליך הנ״ל? (הניחו שכל החומרים הגיבו עד הסוף)

10) להלן שני ניסויים:

- בניסוי 1 הוסיפו גז כלור לתמיסת נחושת ברומית $\left(CuBr_2\right)$ בריכוז $1M$, וכתוצאה מכך התרחשה תגובה.

- בניסוי 2 הוסיפו אלומיניום $\left(Al_{(s)}\right)$ לתמיסת נחושת ברומית $\left(CuBr_2\right)$ בריכוז $1M$, וכתוצאה מכך והתרחשה תגובה.

א. עבור כל ניסוי:

1. ציינו מהו המחמצן ומהו המחזר.

2. נסחו ואזנו את תגובת חמצון-חיזור.

להלן שני ניסויים נוספים:

- בניסוי 3 הוסיפו נחושת $\left(Cu_{(s)}\right)$ לתמיסת $AgNO_{3(aq)}$ בריכוז $1M$ והתרחשה התגובה $Cu_{(s)}+Ag^{+}_{(aq)}\rightarrow Cu^{+2}_{(aq)}+Ag_{(s)}$.

- בניסוי 4 הוסיפו אלומיניום $\left(Al_{(s)}\right)$ לתמיסת $KCl(aq)$ בריכוז $1M$, ולא התרחשה תגובה.

ב. 1. דרגו את היסודות Cu, Al, K, Ag על פי נטייתם לחזר.

2. האם תתרחש תגובה בין תמיסת $AgNO_{3(aq)}$ ובין $Al_{(s)}$? נמקו.

11) נתון הניסוח הבלתי-מאוזן הבא:

$$ClO^{-}_{4(aq)}+Cl^{-}_{(aq)}+H_3O^{+}_{(aq)}\rightarrow Cl_{2(aq)}+H_2O_{(l)}$$

א. רשמו ניסוח מאוזן וקבע את המחמצן ואת המחזר.

ב. כמה אלקטרונים עוברים בתהליך שבו נוצרים 5 ליטר כלור בתנאי STP?

12) אזנו את המשוואה הבאה, ציינו את המחמצן והמחזר, וקבעו ואת מספר מולי האלקטרונים שמשתתפים בתגובה

$$K_2MnO_4+H_2O\rightarrow KMnO_4+MnO_2+KOH$$.

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

תשובות סופיות

1) ב

2) ד

3) ד

4) ד

5) ב

6) ג

7) ג

8) ג

9) א. $2Br^-_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow Br_{2(l)} + 2Cl^-_{(aq)}$ ב. 0.04 מול.

ג.1. $AgCl$ .2 0.4 ליטר.

ד.1. $Cu^{2+}_{(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Mg^{2+}_{(aq)}$ .2 0.04 מול.

10) א.1. Br^- מחזר, Cl_2 מחמצן, Al מחזר, Cu^{2+} מחמצן.

ב.1. $K > Al > Cu > Ag$ .2 כן.

11) 0.39 מול.

12) 2 מול.

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

יישום של תהליכי חִמְזוּר – תאים חשמליים

שאלות

1) כמה זמן יש להפעיל תא אלקטרוליטי, בכדי לקבל ציפוי כסף מתכתי, שמסתו 0.8 גרם, אם מועבר זרם של 2.5 אמפר בתוך תמיסה מימית של $AgNO_3$?

א. פחות משתי דקות.

ב. 9.54 דקות.

ג. 4.76 דקות.

ד. 4.76 שעות.

2) נתונים: $E^0\left(I_2/I^-\right)=0.54\,V,\ E^0\left(Br_2/Br^-\right)=1.09\,V$,

$E^0\left(Ag^+/Ag\right)=0.8\,V,\ E^0\left(Pb^{2+}/Pb\right)=-0.13\,V,\ E^0\left(Zn^{2+}/Zn\right)=-0.76\,V$.

בהתבסס על טבלת פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים, מי מהחומרים המופיעים להלן יכולים לחזר $I_{2(s)}$ ל-$I^-_{(aq)}$?

א. $Br^-_{(aq)}$

ב. $Ag_{(s)}$

ג. $Pb_{(s)}$

ד. $Zn^{2+}_{(aq)}$

3) חשבו את הפרש הפוטנציאלים $\Delta\varepsilon$ ב-$25°C$ של תא אלקטרוכימי, המורכב מחצי תא אבץ, שבו יוני אבץ בריכוז $0.01M$, וחצי תא נוסף, שבו Br_2 נוזלי ובתוכו יוני Br^- בריכוז $10^{-4}\,M$.

נתון כי $E^0\left(Zn^{2+}/Zn\right)=-0.76\,V,\ E^0\left(Br_2/Br^-\right)=1.09\,V$.

א. $1.78\,V$

ב. $0.13\,V$

ג. $2.145\,V$

ד. $1.72\,V$

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

4) תא אלקטרוכימי מורכב מאלקטרודת אבץ ואלקטרודת עופרת.
סמנו את המשפט **שאינו** נכון.
נתון כי $Pb^{2+} + Zn \rightarrow Pb + Zn^{2+},\ \Delta\varepsilon^0 = 0.637\,volt$.

א. הקתודה היא אלקטרודת האבץ.

ב. הריאקציה הספונטאנית מתרחשת בכיוון הרשום.

ג. אלקטרודת העופרת טעונה במטען חיובי.

ד. האבץ עובר חמצון בתהליך הזה.

5) בהתבסס על פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים שלהלן, סמנו את המשפט הנכון.
נתונים: $E^0\left(Cu^{2+}/Cu\right) = 0.34\,V,\ E^0\left(Mg^{2+}/Mg\right) = -2.36\,V,$
$E^0\left(Zn^{2+}/Zn\right) = -0.76\,V,\ E^0\left(Fe^{2+}/Fe\right) = -0.44\,V,\ E^0\left(Ag^{+}/Ag\right) = 0.8\,V$.

א. מגנזיום מתכתי (Mg) לא מגיב עם יוני אבץ $\left(Zn^{2+}\right)$ בתמיסה מימית.

ב. נחושת מתכתית (Cu) מגיבה עם יוני אבץ $\left(Zn^{2+}\right)$ בתמיסה מימית.

ג. ברזל מתכתי (Fe) מגיב עם יוני אבץ $\left(Zn^{2+}\right)$ בתמיסה מימית.

ד. ברזל מתכתי (Fe) מגיב עם יוני מימן $\left(H^{+}\right)$ בתמיסה מימית.

6) חשבו את הפוטנציאל הסטנדרטי ε^0 עבור חצי התא $Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Fe_{(s)}$.
השתמשו בפוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים של Fe^{2+}/Fe ושל Fe^{3+}/Fe^{2+}.
נתון כי $E^0\left(Fe^{3+}/Fe^{2+}\right) = 0.77\,V,\ E^0\left(Fe^{2+}/Fe\right) = -0.44\,V$.

א. $0.33\,volt$

ב. $-0.33\,volt$

ג. $-0.037\,volt$

ד. $1.21\,volt$

7) בהתבסס על פוטנציאלי החיזור הסטנדרטיים, מהו קבוע שיווי המשקל ב-
$25°C$ של תהליך החמצון-חיזור $Cu^{2+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \leftrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$.
נתון כי $E^0\left(Pb^{2+}/Pb\right) = -0.13\,V,\ E^0\left(Cu^{2+}/Cu\right) = 0.34\,V$.

א. $1.17\cdot10^{-16}$

ב. 0.343

ג. $1.31\cdot10^{-8}$

ד. $1.43\cdot10^{-7}$

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

8) תא ריכוזי של מימן משמש ככלי למדידת pH . מה יהיה ה- pH באנודה בתא המפורט להלן? מתח התא שווה ל- 0.122 Volt ב- 25°C , ונתון כי
$\mathrm{Pt,\ H_2\left(1\ atm\right)\ /\ H^+\left(pH=?\right)\ \|\ H^+\left(1M\right)/\ H_2\left(1\ atm\right),\ Pt}$.

א. $\mathrm{pH=1.03}$

ב. $\mathrm{pH=4.75}$

ג. $\mathrm{pH=2.068}$

ד. $\mathrm{pH=4.12}$

9) נתון התא האלקטרוכימי $\mathrm{Cu^{2+}\left(1M\right)/Cu\ \|\ Fe^{2+}\left(1M\right)/Fe^{3+}\left(1M\right)}$.
איזו מבין הפעולות הבאות תגרום לעלייה הגדולה ביותר במתח התא?

א. הורדת ריכוז יוני הנחושת פי 2.

ב. הורדת ריכוז יוני $\mathrm{Fe^{2+}}$ פי 2.

ג. הכפלת ריכוז יוני הנחושת (פי 2).

ד. הכפלת ריכוז יוני $\mathrm{Fe^{2+}}$ (פי 2).

10) נתון תא אלקטרוכימי שבו האנודה היא $\mathrm{Zn/Zn^{+2}\left(1.0M\right)}$ $\left(\varepsilon^0_{\mathrm{Zn^{+2}(1.0M)/Zn}}=-0.76\,\mathrm{V}\right)$.
מהו צריך להיות חצי התא של הקטודה, כדי שהפוטנציאל של התא כולו יהיה **הגבוה** ביותר?

א. $\varepsilon^0_{\mathrm{Mg^{+2}(1.0M)/Mg}}=-2.36\mathrm{V}$

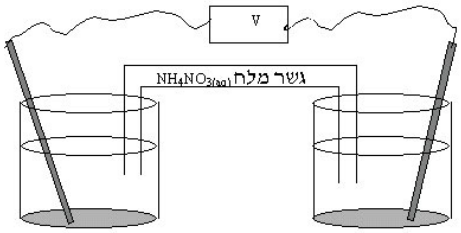
ב. $\varepsilon^0_{\mathrm{Cd^{+2}(1.0M)/Cd}}=-0.40\,\mathrm{V}$

ג. $\varepsilon^0_{\mathrm{Cu^{+2}(1.0M)/Cu}}=-0.34\,\mathrm{V}$

ד. $\varepsilon^0_{\mathrm{Pt^{+2}(1.0M)/Pt}}=-1.20\,\mathrm{V}$

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

11) נתון תא אלקטרוכימי:



כוס A כוס B

כוס A (האנודה) מכילה תמיסת $Mg(NO_3)_2$ (קל תמס) ואלקטרודת מגנזיום במשקל 12.30 גרם. כוס B (הקטודה) מכילה תמיסת $Cu(NO_3)_2$ (קל תמס) ואלקטרודת נחושת במשקל 12.30 גרם. התא פעל במשך 15 דקות ולאחר מכן נשקלו האלקטרודות. מהו המשפט **נכון**:

א. המסה של שתי האלקטרודות יחד שווה ל- 24.60 גרם.

ב. המסה של שתי האלקטרודות יחד קטנה מ- 24.60 גרם.

ג. המסה של שתי האלקטרודות יחד גדולה מ- 24.60 גרם.

ד. אי אפשר לקבוע כי חסרים נתונים.

12) עבור תגובת חמצון-חיזור $Ni_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightleftarrows Ni^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)}$, ערכו של קבוע שיווי המשקל (לפי הריכוזים) בטמפרטורת החדר שווה ל- $5.00\cdot10^{3}$.

נתון כי $\varepsilon^0 = -0.140\,V$ $Sn^{+2} + 2e \rightleftarrows Sn$.

א. חשבו את פוטנציאל החיזור הסטנדרטי עבור יוני ניקל.

נתון התא $Ni_{(s)} / Ni^{+2}_{(aq)}\left(1.00\cdot10^{-3}M\right) // Sn^{+2}\left(9.00\cdot10^{-2}M\right)/Sn$.

ב. חשבו את המתח שנמדד ברגע חיבור התא.

ג. חצי תא סטנדרטי של ניקל (Ni) חובר לחצי תא סטנדרטי של מימן.

עקב חיבור התא נמדד מתח חיובי.

(חצי תא מימן: $2H^{+}_{(aq)} + 2e \rightleftarrows H_{2(g)}$ $\varepsilon^0 = 0.00\,V$)

1. איזה מתח נמדד ברגע חיבור התא?
2. האם ה- pH בתא המימן עלה, ירד או נשאר קבוע? נמקו.
3. רשמו את התגובה המאוזנת שמתרחשת עקב חיבור שני חצאי-התאים.
4. איזה יון עבר חיזור ומהו המחזר בתגובה זו?

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

13) נתונות שתי מחציות התגובה ופוטנציאלי החיזור התקניים שלהן:

$E^0(V)$	**חצי תגובה**
0.77	$Fe^{3+}_{(aq)} + e \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)}$
1.49	$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5e \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$

א. כתבו את התגובה המאוזנת שמתרחשת.

ב. מהו מספר מולי האלקטרונים העוברים בתגובה, כאשר 2.5 מול של $MnO_4^-{}_{(aq)}$ מגיב?

ג. כתבו תיאור סכמתי של התא האלקטרוכימי, שניתן לבנות על פי התגובה הזאת.

ד. חשבו את מתח התא בתנאים תקניים.

ה. חשבו את K_c.

ו. מה יהיה מתח התא כאשר הריכוזים של מרכיבי התא הם:

$$\left[Fe^{2+}_{(aq)}\right] = \left[Fe^{3+}_{(aq)}\right] = 0.6\ M,\ \left[Mn^{2+}_{(aq)}\right] = 0.2\,M,$$
$$\left[MnO_4^-{}_{(aq)}\right] = 0.1M,\ \left[H^+_{(aq)}\right] = 1M$$

14) נתונים שני חצאי תאים $Co^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Co_{(s)}\ \ E^0 = 0.28\,V$,

$Hg_2{}^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow 2Hg_{(s)},\ E^0 = 0.78\,V$.

כאשר יוצרים מהם תא אלקטרוכימי:

א. כיוון זרימת האלקטרונים הוא מחצי התא של הקובלט לחצי התא של הכספית.

ב. כיוון זרימת האלקטרונים הוא מחצי התא של הכספית לחצי התא של הקובלט.

ג. כספית היא אנודה.

ד. כיוון זרימת האניונים בגשר המלח הוא לכיוון חצי התא של הכספית.

15) נתונות משוואות מחציות התא הבאות:

$$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Pb_{(s)} \rightarrow E^0 = 0.126\,V$$
$$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e \rightarrow Zn_{(s)} \rightarrow E^0 = 0.763\,V$$
$$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e \rightarrow Cr^{2+}_{(s)} \rightarrow E^0 = 0.408\,V$$

החומר המחזר הטוב ביותר הוא:

א. Zn

ב. Pb

ג. Cr^{2+}

ד. Cr^{3+}

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

16) כתבו את מחציות התגובה ואת המשוואה המאוזנת לתגובת התא הבא:

$$Hg_{(l)} / Hg_2Cl_{2(s)} / Cl^-_{(aq)} // Cl^-_{(aq)} / AgCl_{(s)} / Ag_{(s)}$$

17) סטודנטית קיבלה מחצית-תא תקני Fe^{2+}/Fe ומחצית-תא נוספת המכילה מתכת לא ידועה M טבולה בתמיסת MNO_3 בריכוז $1M$. כאשר חיברו את שתי מחציות התא בטמפ' החדר, התא השלם פעל כתא גלווני בעל מתח תא של $1.24\,V$. הניחו לתגובה להימשך כל הלילה ואז שקלו את האלקטרודות. נמצא שאלקטרודת הברזל קלה יותר ואלקטרודת המתכת הלא ידועה כבדה יותר.
מהו הפוטנציאל התקני של הצמד הלא ידוע M^+/M, אם נתון כי $E^0\left(Fe^{2+}/Fe\right) = -0.44\,V$.

18) זרם של $350\,mA$, שהועבר בתמיסה מימית של מנגן חנקתי במשך 13.7 שעות, גרם לשיקוע של 4.9 גרם של מנגן.
מהו מספר החמצון של מנגן במנגן חנקתי?

19) לתא הבא פוטנציאל של $1.45\,V$:

$$Pt_{(s)}/Mn^{2+}_{(aq)}\left(1.4\cdot10^{-3}M\right)/MnO_4^-{}_{(aq)}\left(0.58\,M\right),\ H_3O^+_{(aq)}\left(pH=0\right)//$$
$$Sn^{4+}_{(aq)}\left(0.46\,M\right),\ Sn^{2+}_{(aq)}\left(1.2\cdot10^{-3}\,M\right)/Pt_{(s)}$$

חשבו את קבוע שיווי המשקל עבור התגובה שמתרחשת בתא.

20) נתונה התגובה $Cu_{(s)} + NO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + NO_{(g)} + H_2O_{(l)}$.

א. אזנו את המשוואה בעזרת חצאי התגובות.
התגובה הנ"ל מתרחשת בתא. המתח שנמדד הוא: $E^0 = 0.62\,V$.

ב. היעזרו בנתוני הטבלה הבאה וחשבו את פוטנציאל החיזור התקני עבור מחצית התגובה של NO_3^-.

$E^0(V)$	**חצי תגובה**
0.34	$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e \leftrightarrow Cu_{(s)}$
?	$NO_3^-{}_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} + 3e \leftrightarrow NO_{(g)} + 2H_2O_{(l)}$

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

21) קבוע שיווי משקל לתגובה $Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \leftrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$,
הוא $2\cdot10^{-4}$ (ב- $298\,K$).

א. האם פוטנציאל החיזור התקני של $Ni^{2+}_{(aq)}$ גבוה או נמוך מזה של יוני $Sn^{2+}_{(aq)}$? נמקו ללא חישובים.

ב. בָּנוּ את התא מהחומרים המופיעים בניסוח התגובה, והתא סיפק אנרגיה. רשמו בצורה סכמתית את המבנה של תא זה.

ג. כאשר התא הגיע לשיווי משקל נלקח מדגם מתמיסת $Sn^{2+}_{(aq)}$, והוכנסה לתוכה אלקטרודת בדיל. פוטנציאל האלקטרודה נמדד לעומת אלקטרודה תקנית של מימן, ונמצא שהוא $-0.26\,V$.
מהו ריכוז יוני הבדיל בתום פעולת התא? נתון: $E^0\left(Sn^{2+}/Sn\right) = -0.14\,V$.

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

תשובות סופיות

1) ג

2) ג

3) ג

4) א

5) ד

6) ג

7) א

8) ג

9) ד

10) ד

11) ג

12) א. $-0.249\,V$ ב. $0.167\,V$ ג. 1. $0.249\,V$ 2. עלה.

3. $2H^+_{(aq)} + Ni_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ 4. Ni מחזר, H^+ עובר חיזור.

13) א. $5Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} \rightarrow Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)} + 5Fe^{3+}_{(aq)}$

ב. 12.5 מול. ג. $Pt_{(s)} / Fe^{2+}_{(aq)},\ Fe^{3+}_{(aq)} // MnO_4^-{}_{(aq)},\ Mn^{2+}_{(aq)},\ H^+_{(aq)}$

ד. $0.72\,V$ ה. $1.04\cdot10^{61}$ ו. $0.71V$

14) א

15) ב

16) $2Hg_{(l)} + 2AgCl_{(s)} \rightarrow 2Ag_{(s)} + Hg_2Cl_{2(s)}$

17) $0.8\,V$

18) $+2$

19) $1.97\cdot10^{34}$

20) א. $NO_3^-{}_{(aq)} + 1.5Cu_{(s)} + 4H^+_{(aq)} \rightarrow NO_{(aq)} + 1.5Cu^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$ ב. $0.96\,V$

21) א. נמוך. ב. $8.55\cdot10^{-5}\,M$

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

כימיה לניהול טכנולוגיה

פרק 6 - שיווי משקל כימי

תוכן העניינים

1. שיווי משקל כימי 59

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. ΔH^0 עשוי לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתקצר.
ג. K עשוי לקטון וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתארך.
ד. K ו-ΔH^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 $550\,K$.

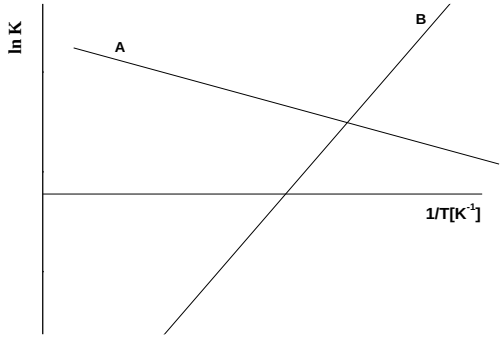
ב. אם נבצע את התגובה בטמפרטורה של $400\,K$ (כאשר כל מרכיבי המערכת במצב גזי), האם אחוז הפירוק של PCl_5 יהיה קטן, גדול יותר או שווה לזה שחושב בסעיף א.2? נתון גם שבעת התהליך הישיר הכלי מתחמם. נמקו **ללא** חישובים.

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)	12	6	3.5	2.0	1.0	0
לחץ (bar)	2.14	2.14	2.04	1.88	1.68	1.38

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 **הלא 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?

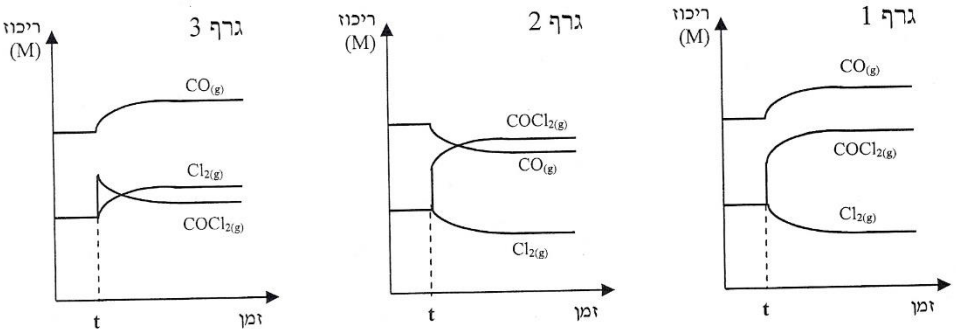
ג. המערכת חוממה במצב שיווי משקל ל-$50°C$. כעבור זמן-מה המערכת חזרה לשיווי המשקל שבו הריכוז של C שווה ל-$0.1M$. חשבו את קבוע שיווי המשקל החדש.

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.

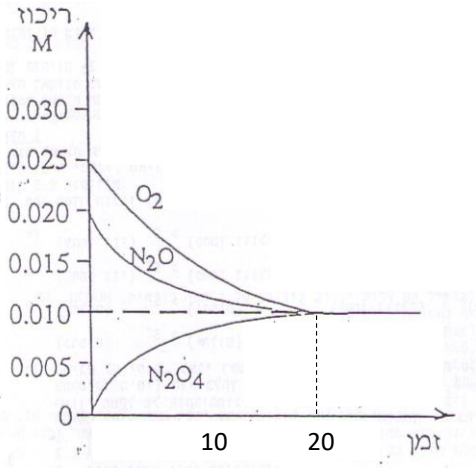
ב. גרף 2.

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.

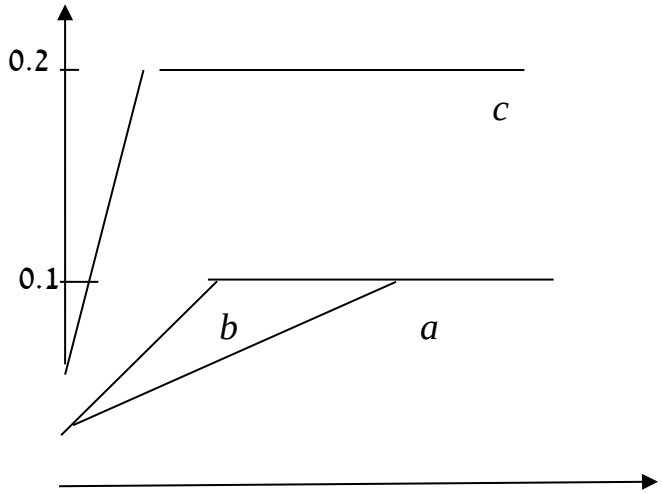
ג. האם הלחץ הכללי במערכת מרגע הכנסת החומרים ועד השגת שיווי המשקל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמקו.

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 לניהול טכנולוגיה

פרק 7 - תרמודינמיקה

תוכן העניינים

1. תרמודינמיקה 69

תרמודינמיקה

שאלות

1) 2.5 מול של מים מתאדים בנקודת הרתיחה שלהם בלחץ של $1.000\,atm$. המים נמצאים בגליל עם בוכנה, והאידוי מתרחש עקב חימום המערכת. הבוכנה נעה ללא חיכוך, כך שהלחץ הפנימי נשאר קבוע.
מהי העבודה שנעשתה?

2) גז אידיאלי, בלחץ $1atm$ וטמפרטורה של $30°C$, מתפשט נגד לחץ חיצוני של $0.3atm$ לתוך כלי שנפחו 2.5 ליטר.
כמה עבודה מבצע הגז?

3) גז חומם בכלי עם בוכנה על ידי קבלת חום של $7000\,J$. הגז התפשט כנגד לחץ חיצוני של $750\,torr$, ונפח הכלי גדל מ- $700\,ml$ ל- $1450\,ml$.
מהו השינוי באנרגיה הפנימית של הגז?

4) $1.00\,mol$ של גז אידיאלי נמצא בכלי שנפחו 8 ליטר. הלחץ בכלי הוא $3atm$ והטמפרטורה היא $298\,K$. הגז מתפשט לנפח של 20.00 ליטר ולחץ $1.20\,atm$, בשני מסלולים שונים:
מסלול 1 – התפשטות איזותרמית הפיכה.
מסלול 2 – בשני שלבים:
שלב א – הגז מקורר בנפח קבוע עד שהלחץ יורד ל- $1.20\,atm$.
שלב ב – הגז מחומם ומושאר להתפשט כנגד לחץ קבוע של $1.20\,atm$, עד שנפחו מגיע ל 20.00 ליטר.
חשבו את w, q, Δ, U בכל אחד מהמסלולים.

5) מול אחד של גז אידיאלי מתפשט, תוך שמירה על טמפרטורת החדר, מנפח התחלתי של 1 ליטר לנפח סופי של 4 ליטר.
מצאו את העבודה שנעשתה
א. כנגד ואקום.
ב. כנגד לחץ חיצוני של $0.5\,atm$.

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

6) ביחס לתגובות הבאות, קבעו האם האנטרופיה גדלה, קטנה או לא השתנתה:

א. $O_{2(g)} \rightarrow 2O_{(g)}$

ב. $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$

ג. $C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)}$

ד. $Br_{2(g)} \rightarrow Br_{2(l)}$

ה. $H_{2(g)}[p = 5\text{atm}] \rightarrow H_{2(g)}[p = 2\text{atm}]$

7) חשבו את שינוי האנטרופיה במערכת, בסביבה וביקום, כאשר 14 גרם של חנקן מכפילים את הנפח בתהליך:

א. התפשטות איזותרמית הפיכה.

ב. התפשטות איזותרמית לא-הפיכה (הלחץ החיצוני הוא 0).

8) חשבו את כמות החום ואת שינוי האנטרופיה במעבר של 2 מול אמוניה נוזלית (NH_3) בטמפרטורה של $-40°C$ עד לאמוניה גזית ב-$200°C$, כאשר התהליך נעשה בלחץ קבוע.

נתונים:

$$\Delta H_v^0(NH_3) = 5.56\frac{\text{kcal}}{\text{mol}},\ c_p\left(NH_{3(l)}\right) = 17.9\frac{\text{cal}}{\text{mol}},$$
$$c_p\left(NH_{3(g)}\right) = 8.92\frac{\text{cal}}{\text{mol}},\ t_b\left(NH_{3(l)}\right) = -33.46°C$$

9) האנטרופיה של בדיל לבן ואפור בטמפרטורת החדר היא $S^0 = 6.3\frac{\text{cal}}{\text{mol}}{}^0\text{K}$, $S^0 = 6.16\frac{\text{cal}}{\text{mol}}{}^0\text{K}$. שינוי האנתלפיה במעבר מבדיל לבן לאפור הוא $0.53\frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$.
איזו צורה של בדיל יציבה יותר?

10) נתונים:

	$\Delta H_f^0\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$	$\Delta G_f^0\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$
$SO_{2(g)}$	–289.41	–301.43
$SO_{3(g)}$	–396.9	–3171.74

א. נסחו תגובה בין SO_2 גזי לבין חמצן גזי, לקבלת SO_3 גזי.

ב. איזו תחמוצת יציבה יותר בנוכחות חמצן, בתנאים תקניים?

ג. חשבו את שינוי האנטרופיה עבור התגובה הנתונה.

ד. מהו תחום הטמפרטורות שבו התהליך הוא ספונטני?

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

11) נתונה תגובה $H_{2(g)}+CO_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}+CO_{(g)}$, ונתונים: $\Delta G_f^0\left(CO_{2(g)}\right)=-397.4\,kJ, \Delta G_f^0\left(CO_{(g)}\right)=-137.15\,kJ, \Delta G_f^0\left(H_2O_{(g)}\right)=-228.58\,kJ$.

א. האם התגובה ספונטנית בטמפרטורת החדר?

ב. חשבו את קבוע שיווי המשקל של התגובה הנתונה.

12) כמות בלתי-ידועה של PCl_5 חוממה בכלי שנפחו 12 ליטר, ונתונה תגובה אפשרית, $PCl_{5(g)} \rightarrow PCl_{3(g)}+Cl_{2(g)}$. נמצא שבשיווי משקל הכלי מכיל 0.21 מול PCl_5, 0.32 מול PCl_3 ו- 0.32 מול של Cl_2.

א. חשבו את קבוע שיווי המשקל $\left(K_p,K_c\right)$ עבור המערכת הנתונה, בטמפרטורת החדר.

ב. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו.

13) מול 1 של CO גזי ומול אחד של מים גזיים עורבבו במיכל בנפח 10 ליטר, שחומם עד $1000°C$, והתרחשה התגובה $CO_{(g)}+H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{2(g)}+H_{2(g)}$. בשיווי משקל נמצאו 0.57 מול של CO.

א. חשבו את קבוע שיווי המשקל $\left(K_p,K_c\right)$ בטמפרטורה הנתונה.

ב. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו בטמפרטורת החדר.

ג. חשבו את ΔG^0 עבור תגובה זו בטמפרטורת החדר, כאשר נתונים הלחצים החלקיים: $P\left(H_2\right)=0.25\,atm,\ P\left(CO\right)=1.20\,atm,\ P\left(H_2O\right)=0.66\,atm,\ P\left(CO_2\right)=0.78\,atm$.

14) נתונים שני גדלים $\Delta G_f^0\left(CH_3OH_{(l)}\right)=-39.73\frac{kcal}{mol}$, $\Delta G_f^0\left(CH_3OH_{(g)}\right)=-38.69\frac{kcal}{mol}$, ונתון שיווי המשקל הבא: $CH_3OH_{(l)} \leftrightarrow CH_3OH_{(g)}$.

א. חשבו את ΔG^0 עבור תהליך זה בטמפרטורת החדר.

ב. מהו ΔG בשיווי משקל?

ג. האם הטמפרטורה שבה תהליך הרתיחה של CH_3OH ספונטני נמוכה, גבוהה או שווה לטמפרטורת החדר? נמקו.

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

15) נתונים:

$$\Delta H_f^0\left(CH_{4(g)}\right)=-74.8\frac{kJ}{mol},\ \Delta H_f^0\left(CO_{2(g)}\right)=-393.5\frac{kJ}{mol},\ \Delta H_f^0\left(H_2O_{(l)}\right)=-285.9\frac{kJ}{mol}$$

$$S^0\left(CH_{4(g)}\right)=186.2\,J/K\,mol,\ S^0\left(CO_{2(g)}\right)=213.6\,J/K\,mol$$

$$S^0\left(O_{2(g)}\right)=205\ J/K\,mol,\ S^0\left(H_2O_{(l)}\right)=70\ J/K\,mol$$

א. חשבו את ΔG^0 לתגובת השריפה של מתאן ב- $800^\circ K$.

ב. האם התהליך ספונטני?

ג. איך תשפיע הקטנת הטמפרטורה על מידת הספונטניות של התהליך? נמקו.

16) 100 גרם של בנזן מתאדים בנקודת הרתיחה שלו, $80.2^\circ C$, ב- $760\,mm\,Hg$, כאשר חום האידוי הוא $94.4\frac{cal}{g}$. נתון שמסה מולרית של בנזן היא $78\frac{g}{mol}$.

מה ערכם של הגדלים הבאים:

א. עבודה שמתבצעת בתהליך הפיך, W.

ב. כמות החום, Q.

ג. שינוי האנרגיה הפנימית, ΔU.

17) מול אחד של גז אידיאלי מונו-אטומי עובר תהליך הפיך, שבו מוכפל נפחו. שינוי האנתלפיה בתהליך הוא $\Delta H^0=500\,cal$, והחום שעובר בו הוא $Q=400\,cal$. נתון גם כי $c_p=5\frac{cal}{mol}deg$.

א. חשבו את הטמפרטורה והלחץ הסופיים, אם הטמפרטורה ההתחלתית היא $20^\circ C$, והלחץ ההתחלתי הוא $1atm$.

ב. חשבו את העבודה שבוצעה, ואת השינוי באנרגיה הפנימית של הגז.

18) מול של גז אידיאלי מתפשט מנפח של 10 ליטר ומטמפרטורה של $25^\circ C$, לנפח של 50 ליטר וטמפרטורה של $100^\circ C$. נתון $c_p=6.5\frac{cal}{mol}\cdot deg$.

התהליך מתרחש בשני מסלולים:

מסלול א – הגז חומם בנפח קבוע ל- $100^\circ C$ ואז התפשט באופן הפיך איזותרמי לנפח של 50 ליטר.

מסלול ב – הגז התפשט באופן הפיך איזותרמי לנפח של 50 ליטר ואז חומם בנפח קבוע ל- $100^\circ C$.

חשבו עבור שני המסלולים את $q,\ W,\ \Delta U$.

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

תשובות סופיות

1) $W=-7747.31\,\text{j}$

2) $W=-53195.6\,\text{J}$

3) $\Delta U=6925\,\text{J}$

4) מסלול ראשון: $W=-2224.47\,\text{j},\ q=2224.47\,\text{J},\Delta U=0$,
מסלול שני: $W=-1459.08\,\text{j},\ q=1459.08\,\text{J},\Delta U=0$.

5) א. $W=0$ ב. $W=-151.987\,\text{J}$

6) א. גדלה. ב. קטנה. ג. גדלה. ד. קטנה. ה. גדלה.

7) א. $\Delta S_{\text{system}}=2.88\,\text{J/k},\ \Delta S_{\text{enviroment}}=-2.88\,\text{J/k},\ \Delta S_{\text{universe}}=0$

ב. $\Delta S_{\text{system}}=2.88\,\text{J/k},\ \Delta S_{\text{enviroment}}=0,\ \Delta S_{\text{universe}}=2.88\,\text{J/k}$

8) $Q=15519.03\,\text{cal},\ \Delta S=71.77\,\text{cal/K}$

9) בדיל לבן.

10) א. $SO_{2(g)}+0.5O_{2(g)}\rightarrow SO_{3(g)}$ ב. SO_3

ג. $\Delta S^0=-0.094\dfrac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ד. $T<1047.76\,\text{K}$

11) א. לא. ב. $K=2.8\cdot10^{-5}$

12) א. $K_c=0.04,\ K_p=0.98$ ב. $\Delta G^0=-50.03\,\text{J/mol}$

13) א. $K_p=K_c=0.57$ ב. $\Delta G^0=1392\,\text{J/mol}$ ג. $\Delta G^0=-2078.8\,\text{J/mol}$

14) א. $\Delta G^0=1.04\,\text{kJ/mol}$ ב. $\Delta G=0$ ג. גבוהה.

15) א. $\Delta G^0_{800}=-696.4\,\text{kJ}$ ב. כן. ג. ראו בסרטון.

16) א. $W=-3756.12\,\text{j}$ ב. $Q=9440\,\text{cal}$ ג. $\Delta U=8541.7\,\text{cal}$

17) א. $T=373\,\text{K},\ P_2=0.64\,\text{atm}$ ב. $W=-63.1\,\text{cal},\ \Delta U=336.92\,\text{cal}$

18) מסלול ראשון: $W=-1193.4\,\text{cal},\ q=1532.4\,\text{cal},\Delta U=339\,\text{cal}$,
מסלול שני: $W=-953.49\,\text{cal},\ q=1292.5\,\text{cal},\Delta U=339\,\text{cal}$.

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