כימיה אנליטית



תוכן העניינים

1. מבנה האטום 1
2. חישובים סטויכיומטריים 10
3. תכונות הגזים 20
4. חומצות ובסיסים 27
5. חמצון-חיזור 33
6. שיווי משקל כימי 45
7. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני 55
8. מצבי הצבירה של החומר והמעברים ביניהם 59
9. תרמודינמיקה 63

כימיה אנליטית

פרק 1 - מבנה האטום

תוכן העניינים

1. המודל הגרעיני של האטום 1
2. מבנה של אטומים מרובי אלקטרונים 5

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 ©

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 $\ell = 2,\ m_\ell = 0$:

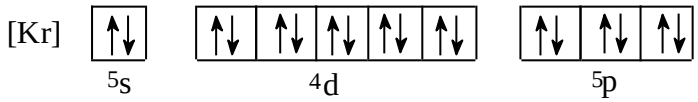
א. האלקטרון חייב להימצא באורביטל 3d.

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 ©

כימיה אנליטית

פרק 2 - חישובים סטויכיומטריים

תוכן העניינים

1. מעברים בין שיטות שונות של הבעת כמות החומר 10
2. קביעת נוסחה אמפירית ומולקולרית של החומר 12
3. חישובים סטויכיומטריים לפי משוואה כימית 14
4. חישובים סטויכיומטריים בתמיסות 16

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 נתנָה, 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 אנליטית

פרק 3 - תכונות הגזים

תוכן העניינים

1. חוקי הגזים וחישובים סטויכיומטריים 20
2. תנועה מולקולרית - דיפוזיה ואפוזיה 25

חוקי הגזים וחישובים סטויכיומטריים

שאלות

1) בכלי סגור A ישנם 5.6 גרם של חנקן, $N_{2(g)}$, ובכלי סגור B 5.6 גרם של אתן, $C_2H_{4(g)}$, כאשר שני הגזים נמצאים באותה טמפרטורה.
נתון גם שהלחץ בכלי A כפול מהלחץ בכלי B.
בהנחה והגזים הם אידיאליים, מהו המפשט ה**נכון**?

א. מספר המולים של חנקן בכלי A כפול ממספר המולים של אתן בכלי B.
ב. ריכוז הגז בכלי A שווה לריכוז הגז בכלי B.
ג. הנפח של כלי A גדול פי 2 מהנפח של כלי B.
ד. הנפח של כלי A קטן פי 2 מהנפח של כלי B.

2) הריאקציה $4FeS_{2(s)}+11O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}+8SO_{2(g)}$ התרחשה ב-$25°C$.
מה יהיה הלחץ הסופי שנקבל בכלי שנפחו 30 ליטר, אם נתחיל מ-300 גרם של FeS_2 ו-100 גרם חמצן?

א. $1.85\,atm$ (לחץ אטמוספירי)
ב. $6.52\,atm$
ג. $0.15\,atm$
ד. $44.86\,atm$

3) 10 גרם גז בוטאן, C_4H_{10}, נשרפו שריפה מלאה.
מה יהיה נפח הגז CO_2 שהתקבל בסוף התהליך, בתנאי STP?

א. 15.4 ליטר.
ב. 22.4 ליטר.
ג. 0.22 ליטר.
ד. 3.9 ליטר.

4) תערובת של גזים מכילה $25\%\ N_2$, $50\%\ O_2$ ו-$25\%\ Cl_2$, באחוזים משקליים.
בתנאי לחץ וטמפרטורה סטנדרטיים, הלחץ החלקי של:

א. החמצן שווה ל-$380\,mm\,Hg$.
ב. החנקן שווה ל-$0.25\,atm$.
ג. הכלור גדול מ-$0.25\,atm$.
ד. הכלור קטן מ-$0.25\,atm$.

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

5) בתגובה $I_{2(g)}+3Cl_{2(g)} \rightarrow 2ICl_{3(g)}$ השתמשו ב-12.6 ליטר של $Cl_{2(g)}$ ובכמות מספקת של $I_2(g)$. כמה ליטר של $ICl_{3(g)}$ ניתן לקבל?
הניחו שכל הגזים מתקבלים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

א. 4.2 ליטר.
ב. 8.4 ליטר.
ג. 18.9 ליטר.
ד. 22.4 ליטר.

6) כימאית מכינה דגימת גז הליום בלחץ, בטמפרטורה ובנפח מסוימים, ולאחר מכן מסלקת מחצית ממולקולות הגז.
איזה שינוי צריך להתחולל בטמפרטורה, כדי שהלחץ והנפח יישארו בלי שינוי?

7) בקבוק שנפחו 2.6 µl מכיל גז CO_2 ב-15°C, כאשר הלחץ בבקבוק הוא 2 טור.
מהו מספר <u>האטומים</u> שנמצאים בבקבוק?

8) לגליל A (עם בוכנה) שנפחו 3.0 ליטר, הכניסו דוגמת גז (פחמימן) שמסתה 2.55 גרם. הכלי נמצא ב-82°C והלחץ שמפעילה הדוגמה על דפנות הכלי הוא 0.95 אטמוספירות.

א. מהי המסה המולרית של הגז?
ב. מקררים את הכלי ל-0°C. מה יקרה לבוכנה? הסבירו.

9) סדרו את הגזים הבאים בסדר עולה לפי צפיפותם: NO, NH_3, N_2.
הטמפרטורה והלחץ בכל הדגימות שווים.

10) צפיפותה של תרכובת גזית היא 0.943 גרם/ליטר בטמפרטורה של 298 K ובלחץ של 53.1 kPa.

א. מהי המסה המולרית של התרכובת?
ב. מה תהיה צפיפותה בלחץ של 1.5 אטמוספירות וב-298 K?

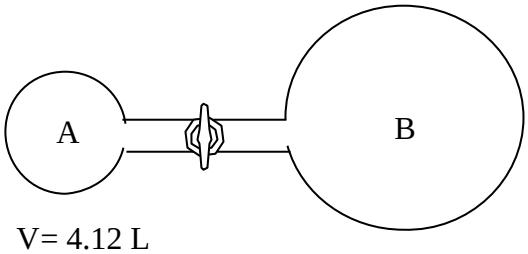
11) גז N_2O נאסף מעל פני המים. נפח הגז הלח היה 126 מ"ל ב-21°C ובלחץ של 755 טור.
מה יהיה נפחה של כמות שווה של N_2O יבש, אילו נאסף ב-755 טור וב-21°C?
לחץ של אדי מים הוא 18.65 טור ב-21°C.

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

12) בתגובה בין $(CH_3)_2N_2H_2$ מוצק ועודף של N_2O_4 נוזלי, נוצרים CO_2 גזי, חנקן גזי ואדי מים. הגזים נאספו בכלי סגור עד שהגיעו ללחץ של 2.5 אטמוספירות ולטמפרטורה של $400\,K$.

מה היו הלחצים החלקיים של CO_2, N_2, ו- H_2O, בתנאים אלה?

13) נתונה המערכת



V= 4.12 L
P = 4.71 atm
t = 25 ^{0}C

V=35.1 L

בגולה A מצוי גז ניאון, $Ne_{(g)}$, ובגולה B ישנו ריק (ואקום). פתחו את הברז המחבר בין הגולות ונתנו לגז הניאון להתפשט, תוך שמירה על הטמפרטורה.

א. מהו הלחץ הסופי במערכת (הזניחו את הנפח של הצנרת המחברת בין שתי הגולות)?

ב. אם במקום הניאון היה בגולה A חמצן, $O_{2(g)}$, האם הלחץ הסופי במערכת היה גדול יותר, שווה, או קטן יותר מאשר הלחץ הסופי שקיבלתם בסעיף א? נמקו.

14) גז מסוים מסדרת הפריאונים מכיל את היסודות פחמן, כלור ופלואור באחוזים המשקליים $15.5\%C$, $23.0\%Cl$, $61.5\%F$.

נמצא שדוגמה של גז זה, במסה של 2.650 גרם, תופסת נפח של 428 מ"ל ב- $24.3°C$ ולחץ של 742 מ"מ כספית.

א. מהי הנוסחה האמפירית של הגז?

ב. מהי הנוסחה המולקולרית של הגז?

15) 2 ליטר גז C_3H_8 עורבבו עם 5 ליטר גז חמצן, כאשר הנפחים נמדדו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה. הגזים הגיבו ביניהם, וכתוצאה מכך נוצרו CO_2 גזי ומים נוזליים.

התעלמו מנפח המים הנוצרים, וקבעו את הנפח הסופי של הגזים בסוף התגובה. (תנאי הלחץ והטמפרטורה במהלך התגובה נשארו קבועים)

16) מיכל קשיח בנפח 5 ליטר מכיל 0.176 מול של גז NO ב- $298\,K$. הוסיפו כמות של 0.176 מול של O_2 גזי למיכל והתרחשה תגובה שיצרה NO_2 גזי.

חשבו את הלחץ הכולל ביחידות של טור', בסיום התגובה ב- $298\,K$.

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

17) לצורך שריפה מלאה של תרכובת אורגנית A השתמשו ב-5 ליטר של $O_{2(g)}$, וכתוצאה מכך נוצרו 5 ליטר של $CO_{2(g)}$ ו-5 ליטר של $H_2O_{(g)}$, כאשר כל הנפחים נמדדו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

א. מהי הנוסחה האמפירית של תרכובת **A**? פרטו את החישובים.

ב. ידוע ש- 2 ליטר של תרכובת **A** במצב גז כבדים פי 30 מי 2 ליטר של מימן גזי (כל הנפחים נמדדו באותם תנאי לחץ וטמפרטורה).
קבעו את הנוסחה המולקולרית של תרכובת **A**. פרטו.

18) בפירוק של תחמוצת מסוימת בתנאי החדר (לחץ 1.0 אטמוספרה וטמפרטורה K 298) התקבלו 25 ליטר של חנקן גזי ו-37.5 ליטר של חמצן גזי.
מהי הנוסחה ה**אמפירית** של התחמוצת:

א. N_2O_3

ב. N_3O_2

ג. NO_3

ד. N_2O

19) בכלי א' יש 0.8 גרם של גז CH_4, ובכלי ב' יש 1.4 גרם של גז C_2H_4, כאשר הגזים נמצאים באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.
בחרו את ההיגד **הלא** נכון:

א. הנפח של כלי א' שווה לזה של כלי ב'.

ב. מספר מולי אטומי המימן (H) בשני הכלים שווה.

ג. צפיפות הגז בכלי א' קטנה מצפיפות הגז בכלי ב'.

ד. מספר מולי אטומי הפחמן (C) בכלי א' שווה לזה שבכלי ב'.

20) גז ארסין, AsH_3, נמצא במיכל שנפחו 500 מ"ל. הלחץ במיכל שווה ל-300 טור והטמפרטורה בו היא $223K$. כתוצאה מהחימום, הגז שבמיכל עובר פירוק, ותוצרי הפירוק הם $As_{(s)}$ וגז מימן. הלחץ בתום הפירוק שווה ל-408 טור, והטמפרטורה לאחר הפירוק שווה ל-$223K$.
חשבו את אחוז הארסין שהתפרק.

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

תשובות סופיות

1) ד

2) א

3) א

4) ד

5) ב

6) ירידה של פי 2.

7) $5.23\cdot10^{14}$ אטומים.

8) א. 26 גרם\מול. ב. תרד.

9) $NH_3 < N_2 < NO$

10) א. 44 גרם\מול. ב. 2.7 גרם\ליטר.

11) 122.88 מ״ל.

12) $P(CO_2)=0.55\,atm;\ P(N_2)=0.83\,atm;\ P(H_2O)=1.11\,atm$

13) א. 0.49 אטמ׳. ב. שווה.

14) א. C_2ClF_5 ב. C_2ClF_5

15) 4 ליטר.

16) 1.29 אטמ׳.

17) א. CH_2O ב. C_2H_4O

18) א

19) ד

20) 67.27%

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

תנועה מולקולרית – דיפוזיה ואפוזיה

שאלות

1) לאיזה מבין הגזים הבאים (בהנחה של התנהגות אידיאלית) תהיה המהירות המולקולרית הממוצעת הנמוכה ביותר?

א. גז Cl_2 ב-$0°C$.

ב. גז CF_4 ב-$100°C$.

ג. גז HCl ב-$-10°C$.

ד. גז NH_3 ב-$25°C$.

2) פחמימן, שנוסחתו האמפירית היא C_2H_3, עבר באפוזיה דרך פקק נקבובי בזמן של 349 שניות. למספר שווה של חלקיקי Ar נדרשו 210 שניות כדי לעבור באפוזיה דרך הפקק, באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.
מהן המסה המולרית והנוסחה המולקולרית של הפחמימן?

3) 2.36 גרם זרחן (P_4) בערו בכלור (Cl_2), ותוצר התגובה היה 10.5 גרם זרחן כלורי. קצב האפוזיה של אדי התוצר היה ארוך פי 1.77 מזה של כמות שווה של CO_2, באותם תנאי לחץ וטמפרטורה.
מהן המסה המולרית והנוסחה המולקולרית של הזרחן הכלורי?

4) סטודנטית קיבלה דגימה גזית של חומר לא ידוע, והשתמשה במתקן אפוזיה כדי למדוד את המסה המולרית שלו. כאשר הכניסה למתקן CH_4, מצאה ש-0.956 גרם עברו באפוזיה במשך 2.5 שעות בטמפרטורת החדר.
בתנאים זהים התרחשה אפוזיה של 2.292 גרם של החומר הלא ידוע.
מהי המסה המולרית של החומר הלא ידוע?

5) מיכל קשיח בנפח 5 ליטר מכיל 24.5 גרם של N_2 גזי ו-28 גרם של O_2 גזי.

א. חשבו את הלחץ הכולל של תערובת הגזים שבמיכל ב-$298\,K$.

ב. אם נוצר במיכל חריר קטנטן וחלק מתערובת הגזים יוצא דרך חריר זה, האם היחס בין המולים של N_2 ו-O_2 במיכל יעלה/ירד/לא ישתנה?

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

6) שלושה מְכָלִים, שכל אחד מהם מכיל גז אחר, נמצאים ב-$25°C$ ומחוברים ביניהם. יש להניח שהטמפרטורה לא משתנה ונפח הצינורות זניח.
בטבלה הבאה נתונים על כל אחד מהמכלים:

מיכל	מיכל 1	מיכל 2	מיכל 3
סוג הגז	Ar	N_2	O_2
לחץ בכלי	$2.71atm$	$0.908atm$	$1.46atm$
נפח הכלי	5 ליטר	2 ליטר	3 ליטר

א. מהו הלחץ הסופי שישרור במערכת לאחר פתיחת השסתומים שמחברים בין המכלים?

ב. מהו הלחץ החלקי של כל אחד משלושת הגזים לאחר פתיחת השסתומים?

ג. חשבו את המהירות הממוצעת של כל אחד משלושת הגזים.

ד. חשבו את האנרגיה הקינטית של כל אחד משלושת הגזים.

7) קצב האפוזיה של אמוניה דרך פתח קטן במתקן זכוכית הוא $3.5\cdot10^{-4}$ מול בזמן של 15.0 דקות ובטמפרטורה של $200°C$.
חשבו את מספר מולי התרכובת שיעברו דרך אותו הפתח בזמן של 25.0 דקות ובטמפרטורה של $200°C$.

תשובות סופיות

1) א

2) 110.5 גרם\מול, C_8H_{12}.

3) 138 גרם\מול, PCl_3.

4) 92 גרם\מול.

5) א. 8.55 אטמ'. ב. ירד.

6) א. 1.97 אטמ'. ב. $O_2:0.179\ atm;\ N_2:0.074\ atm;\ Ar:0.554\ atm$

ג. $O_2:481.83\frac{m}{s},\ N_2:1.515\frac{m}{s},\ Ar:430.96\frac{m}{s}$

ד. $O_2:668.62j,\ N_2:274.88j,\ Ar:2.0.43kJ$

7) $0.000583\ mol$

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

כימיה אנליטית

פרק 4 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

1. חומצות ובסיסים 27

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 $1.2M$, 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 אנליטית

פרק 5 - חמצון-חיזור

תוכן העניינים

1. תגובת חמצון-חיזור - מושגי יסוד 33
2. יישום של תהליכי חִמְזוּר - תאים חשמליים 37

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: $E^0\left(Mg^{2+}/Mg\right) = -2.36\,V,\ E^0\left(Cu^{2+}/Cu\right) = 0.34\,V$,
$E^0\left(Zn^{2+}/Zn\right) = -0.76\,V,\ E^0\left(Fe^{2+}/Fe\right) = -0.44\,V,\ E^0\left(Ag^{+}/Ag\right) = 0.8\,V$.

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

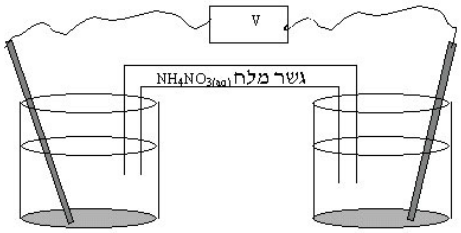
ב. $\varepsilon^0_{\mathrm{Cd^{+2}(1.0M)/Cd}}=-0.40\,\mathrm{V}$

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 $1.45\,V$:

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

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 אנליטית

פרק 6 - שיווי משקל כימי

תוכן העניינים

1. שיווי משקל כימי 45

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 $550\,K$.

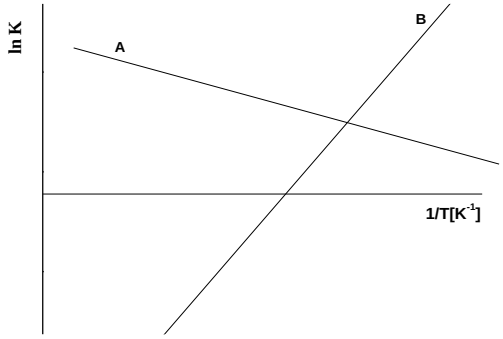
ב. אם נבצע את התגובה בטמפרטורה של $400\,K$ (כאשר כל מרכיבי המערכת במצב גזי), האם אחוז הפירוק של PCl_5 יהיה קטן, גדול יותר או שווה לזה שחושב בסעיף א.2? נתון גם שבעת התהליך הישיר הכלי מתחמם. נמקו **ללא** חישובים.

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 lnK 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?

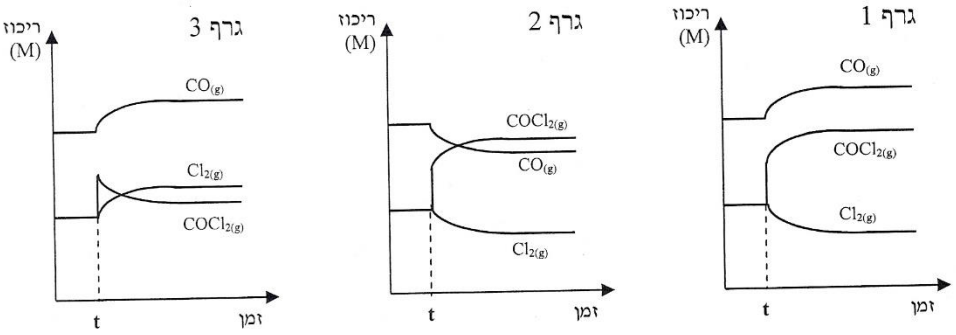
ג. המערכת חוממה במצב שיווי משקל ל-$50°C$. כעבור זמן-מה המערכת חזרה לשיווי המשקל שבו הריכוז של C שווה ל-$0.1M$. חשבו את קבוע שיווי המשקל החדש.

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.

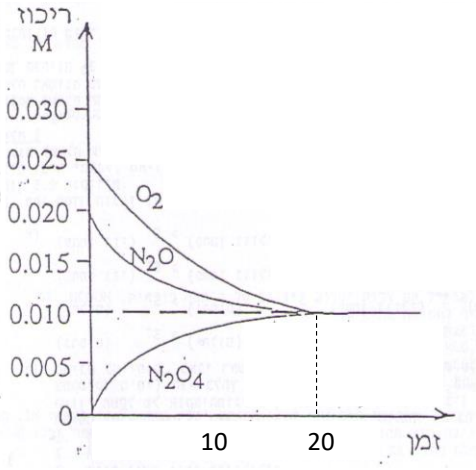
ב. גרף 2.

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.

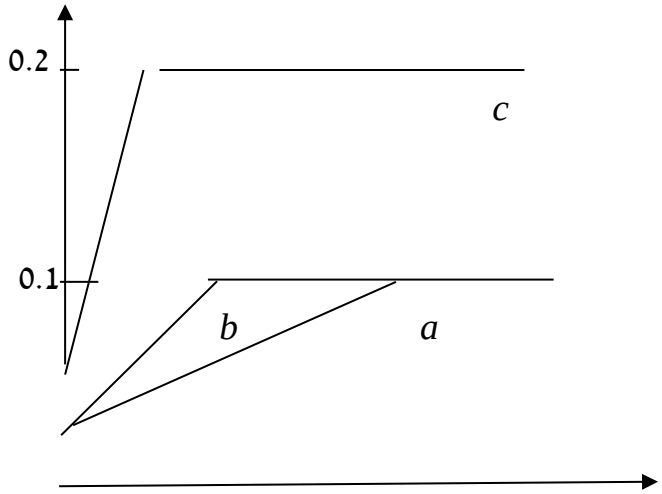
ג. האם הלחץ הכללי במערכת מרגע הכנסת החומרים ועד השגת שיווי המשקל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמקו.

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 אנליטית

פרק 7 - שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני 55

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 אנליטית

פרק 8 - מצבי הצבירה של החומר והמעברים ביניהם

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בין הפאזות 59

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 ©

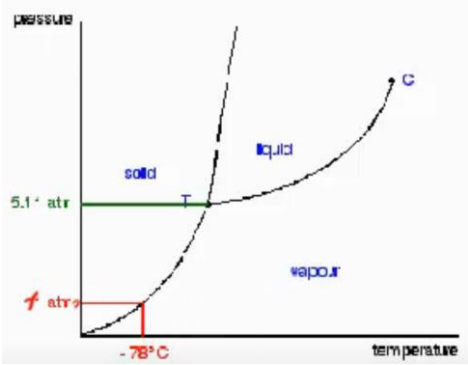
12) להלן דיאגרמת פאזות של פחמן דו-חמצני. ענו על הסעיפים הבאים לפיה:

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 $-114^\circ C$?

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

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

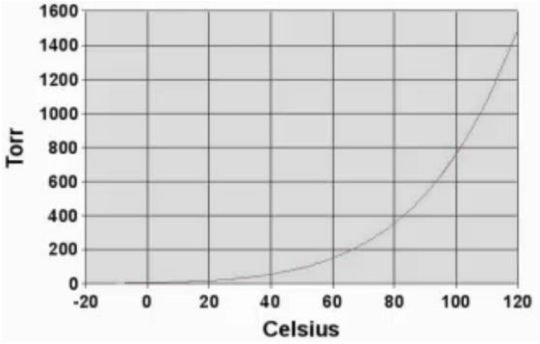


13) היעזרו באיור הבא וקבעו:

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: 31.16g.

3) 100.189°C

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

5) ירידה של 0.02 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°C

9) א. 58.9 torr ב. 2823.3 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°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 ©

כימיה אנליטית

פרק 9 - תרמודינמיקה

תוכן העניינים

1. תרמודינמיקה 63

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 $\Delta U,\ W,\ q$.

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. $K_c=K_p=0.57$ 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 ©