

כימיה כללית 2



תוכן העניינים

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

כימיה כללית 2

פרק 1 - קשרים כימיים וסוגי החומרים

תוכן העניינים

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

קשר יוני

שאלות

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

0.98, 1.42, 2.02, 9.30, 10.2, 12.1, ...

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

א. MO_2

ב. M_2O_3

ג. M_3O_2

ד. M_2O

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

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

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:

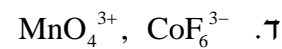
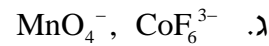
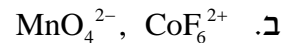
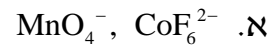
א. $MgO > KCl > RbBr > RbI$

ב. $MgO > RbI > KCl > RbBr$

ג. $RbBr > RbI > MgO > KCl$

ד. $KCl > RbBr > RbI > MgO$

5) נתונות שתי תרכובות יוניות שנוסחתן היא: a) $\text{Na}(\text{MnO}_4)$, b) $\text{Ca}_3(\text{CoF}_6)_2$. סמנו את התשובה הנכונה המתייחסת למטען היונים המוקפים בסוגריים:



6) נתונה התרכובת היונית AB_3 .

ידוע שהרדיוס האטומי של A הוא 0.97\AA , ואילו הרדיוס היוני שלו הוא 1.12\AA .
הרדיוס האטומי של B הוא 0.89\AA והרדיוס היוני שלו 0.75\AA .

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.

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

7) נתונה הטבלה הבאה:

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

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

א. 2050 ו-640.

ב. 1050 ו-640.

ג. 2050 ו-850.

ד. 1050 ו-850.

8) מהי הקביעה הלא 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.

תשובות סופיות

- (1) ב
- (2) ב
- (3) ג
- (4) א
- (5) ג
- (6) א. 3- ב. Na-B; 1-Na; 2-Si; 3-Al
- (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. $Ca_3(PO_4)_2$

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?

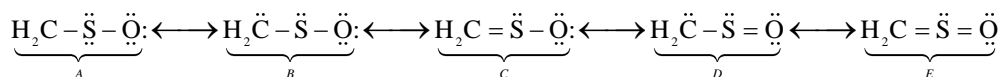
4) נתונים הצורנים PSCl_3 ו- SCl_5^+ .

א. הציגו להם את מבנה לואיס היציב ביותר.

ב. קבעו את ההכלאה של האטום המרכזי בכל אחד מהצורנים.

ג. מהי הצורה הגיאומטרית של כל צורן?

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



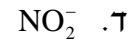
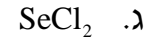
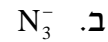
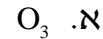
כמו כן נתונים ערכי אלקטרושליליות:

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.

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



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 האלקטרוניים באורביטלים המולקולריים, והשוו את החלקיקים הנ"ל לפי יציבותם.
 ב. האם אפשרי קיומם של חלקיקים אלה בתנאים תקינים? במידה ולא, האם ניתן להכינם בתנאים מיוחדים?

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

הערה: היעזרו במערך האלקטרוניים באורביטלים המולקולריים.

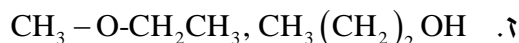
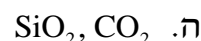
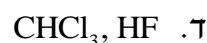
תשובות סופיות

- (1) ראו סרטון באתר.
- (2) ראו סרטון באתר.
- (3) $SP^3: ICl_2^+$, זוויתי, קוטבי; $SP_2: C_2F_4$, משולש מישורי, לא קוטבי;
 $NOCl: SP^2$, זוויתי, קוטבי; $SP^3: SnH_4$, טטרהדר, לא קוטבי;
 $PCl_3: SP^3$, פירמידה משולשת, קוטבי; $SP^3d: I_3^-$, קווי, לא קוטבי;
 $ICl_5: SP^3d^2$, פירמידה מרובעת, קוטבי.
- (4) $SP^3d: SCl_5^+$, דו-פירמידה משולשת; $SP^3: PSCl_3$, טטרהדר.
- (5) א. $E > C = A > D > B$. ב. SP^2 , משולש מישורי וזוויתי.
- (6) א. $120^\circ >$ ב. 180° ג. $180^\circ >$ ד. $120^\circ >$
- (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. דיאמגנטי – CF^+ ו- CF^- – פאראמגנטיים.
- (9) א. $He_2 < He_2^+ < H_2$ ב. He_2 קיים רק במצב מעורר.
- (10) C_2

סוגי הקשרים הכימיים בין חלקיקים

שאלות

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



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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ נמוכה מזו של $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

3) אילו מהמולקולות הבאות נוטות ליצור קשרי מימן:



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_3OH ו- CH_3NH_2 נמסים היטב במים.

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 בערך, כיוון שלשתי התרכובות מולקולות הדומות במבנה ובגודל ענן האלקטרונים.

6) בין אילו מולקולות לא יכולים להתפתח קשרי מימן:

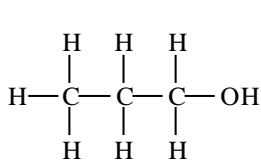
- א. כאשר מכניסים די מתיל אתר, $\text{O}(\text{CH}_3)_2$, לתוך מים.
- ב. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $\text{N}(\text{CH}_3)_3$, לתוך אתנול, CH_3OH .
- ג. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $\text{N}(\text{CH}_3)_3$, לתוך די מתיל אתר, $\text{O}(\text{CH}_3)_2$.
- ד. כאשר מכניסים טרי מתיל אמין, $\text{N}(\text{CH}_3)_3$, לתוך מים.

7) איזו קביעה מהבאות אינה נכונה:

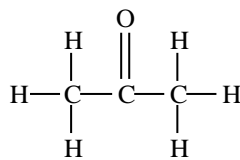
- א. נקודת היתוך של Na גבוהה מזו של Mg.
- ב. נקודת היתוך של MgS גבוהה מזו של SO_2 .
- ג. נקודת הרתיחה של SO_3 גבוהה מזו של O_3 .
- ד. נקודת הרתיחה של SO_3 נמוכה מזו של H_2SO_3 .

8) נתונים שלושת החומרים: A, B ו-C בעלי מסה מולרית דומה.

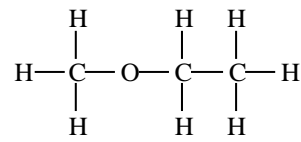
אילו היגדים נכונים עבור חומרים אלה?



A



B



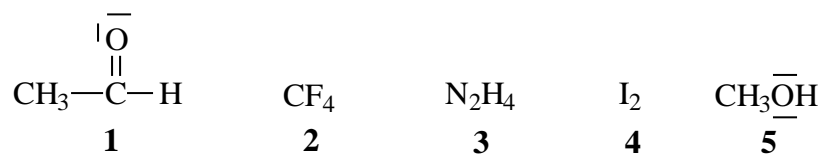
C

- 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 בין לבין עצמן.

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

	Cl ₂	CINO	N ₂	CCl ₄	
א.	267	350	77	239	
ב.	239	267	77	350	
ג.	239	350	77	267	
ד.	77	267	239	350	

10) נתונים חמישה חומרים:



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 ביין לבין עצמן.
 ה. מולקולות של חומר 3 יוצרות קשרי מימן ביין לבין עצמן.

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

מוליכות במצב נוזל	מוליכות במצב מוצק	מסיסות ב-CHCl ₃	מסיסות ב-CS ₂	מסיסות במים	החומר
+	-	-	-	+	A
+	+	-	-	+	B
-	-	מוגבלת	+	-	C
-	-	-	-	+	D
-	-	+	מוגבלת	מוגבלת	E
+	-	-	-	-	F
+	+	-	-	-	G

- א. זהו את החומרים מתוך הרשימה הבאה:
 HCN, C₂H₄, AgCl, Cu, N₂H₄, SiO₂, NaCl, K
 ב. סדרו את החומרים המולקולריים לפי נקודת הרתיחה עולה. נמקו.
 ג. הסבירו את העובדות הבאות:
 1. Tb(NH₃) < Tb(N₂H₄) < Tb(P₄) (כאשר Tb היא טמפרטורת הרתיחה).
 2. G מוליך זרם חשמלי במצב מוצק ונוזל ו-A מוליך במצב נוזל בלבד.

תשובות סופיות

- (1) א. NH_3 ב. KCl ג. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ד. CHCl_3
- ה. SiO_2 ו. I_2 ז. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{OH}$
- (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. $\text{A: NaCl; B: K; C: C}_2\text{H}_4; \text{D: N}_2\text{H}_4; \text{E: HCN; F: AgCl; G: Cu}$
ב. $\text{C}_2\text{H}_4 < \text{HCN} < \text{N}_2\text{H}_4$
ג. 1. חוזק קשרי לונדון וקשרי מימן.
2. נוכחות אלקטרונים חופשיים בחומר מתכתי, ונוכחות יונים חופשיים בנוזל יוני.

כימיה כללית 2

פרק 2 - תרמוכימיה

תוכן העניינים

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

קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת השינויים בסביבה

שאלות

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

$$C_p = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$$

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- $0^{\circ}C$ למים במצב גזי בטמפרטורה של $100^{\circ}C$?

$$c = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}; \Delta H_m^{\circ} = 6.06 \frac{kJ}{mol}; \Delta H_b^{\circ} = 40.7 \frac{kJ}{mol}$$

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- $1.5^{\circ}C$. חשבו את שינוי האנתלפיה ΔH , לתגובת השיקוע.

$$c = 4.2 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$$

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

$$24.4 \frac{J}{Kmol}$$

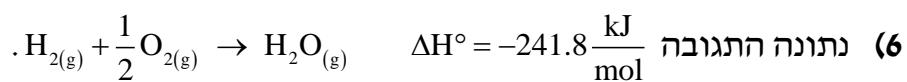
כמה חום נדרש, על מנת להעלות את הטמפרטורה של 120 גרם נחושת מ- 300 K ל- 340 K ?

א. $\sim 1844 \text{ J}$

ב. $\sim 117.1 \text{ kJ}$

ג. $\sim 976 \text{ J}$

ד. $\sim 2929 \text{ J}$



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

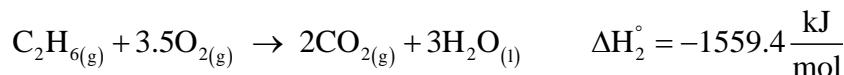
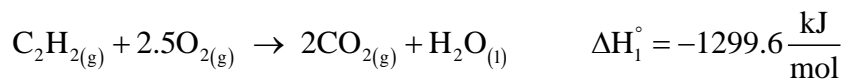
תשובות סופיות

- (1) $-1446.48 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
 (2) 2395.06 גרם.
 (3) $-63 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
 (4) $5.2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
 (5) א
 (6) א

קביעת ערך שינוי האנתלפיה בעזרת חוק הס

שאלות

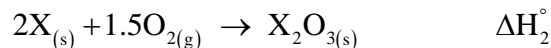
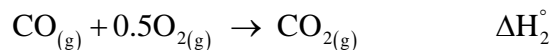
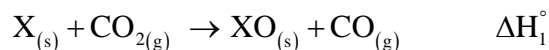
(1) נתונות התגובות הבאות :



חשבו את חום התגובה $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$.

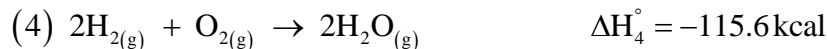
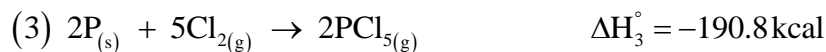
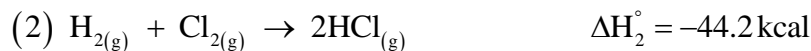
(2) פתחו ביטוי עבור ΔH לתגובה $2\text{XO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{X}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$

כאשר נתונים התהליכים הבאים :



(3) חשבו את אנתלפיית התגובה $\text{PCl}_5(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{POCl}_3(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g})$

כאשר נתונים התהליכים הבאים :



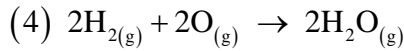
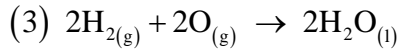
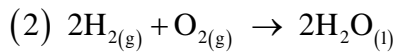
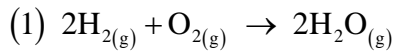
(4) חשבו את האנתלפיה של התגובה $2\text{MgO}(\text{s}) + \text{Si}(\text{s}) \rightarrow \text{SiO}_2(\text{s}) + \text{Mg}(\text{s})$

כאשר נתון :

$$\Delta H_f^\circ(\text{SiO}_2(\text{s})) = -20.33 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

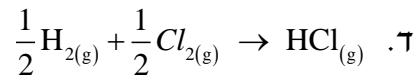
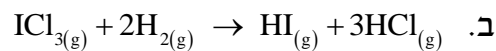
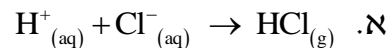
$$\Delta H_f^\circ(\text{MgO}(\text{s})) = -182.22 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$$

5 נתונים התהליכים אַקְסוֹתֶרְמִיים הבאים :



איזה תהליך הוא האַקְסוֹתֶרְמִי ביותר? נמקו.

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



7 במהלך מטבוליזם (תגובה עם חמצן) של גלוקוז ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$) נוצרים $\text{CO}_{2(g)}$

ו- $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, 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 :

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}) = -1273.3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

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

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -285.8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

א. 212 גרם.

ב. 510 גרם.

ג. 302.4 גרם.

ד. 728 גרם.



- א. מהי כמות האנרגיה המשתחררת, כאשר 0.256 מול של $\text{NF}_{3(g)}$ נוצרים מהיסודות הנייל בלחץ של אטמוספירה אחת ובטמפרטורה של 289 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

$$\Delta H_c^\circ(\text{CH}_3\text{COCH}_{3(l)}) = -1821.4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_c^\circ(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}_{(l)}) = -1816.7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

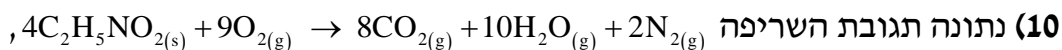
שינוי האנתלפייה (ΔH_c°) עבור התהליך $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}_{(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_{3(l)}$, שווה ל:

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



וידוע כי חום השריפה של גליצין ($C_2H_5NO_2$) הוא $\Delta H_c^0 = -973.49 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$.
חשבו את אנתלפיית ההיווצרות של גליצין, כאשר נתון:

Substance	$\Delta H_f^0, \text{kJ mol}^{-1}$
$CO_2(g)$	-393.5
$H_2O(l)$	-285.8

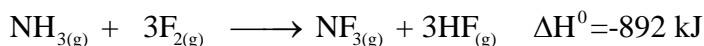
א. $-990 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ב. $-1258 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ג. $-528 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

ד. אף תשובה אינה נכונה.

11 נתונות שתי תגובות:



א. 1. חשבו את ΔH^0 עבור התגובה $2NH_3(g) + 3F_2(g) \rightarrow N_2(g) + 6HF(g)$

2. מהו $\Delta H_f^0(NF_3(g))$?

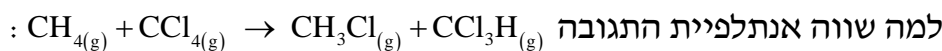
3. נתון כי $\Delta H_f^0(HF(g)) = -271 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$, חשבו את $\Delta H_f^0(NH_3(g))$.

ב. נתונות אנתלפיות הקשר:

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

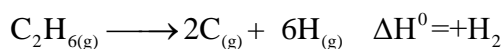
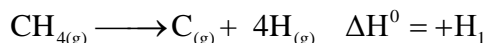
חשבו את אנתלפיית הקשר הממוצעת בין חנקן לפלואור ב- $NF_3(g)$.

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



- א. 0
 ב. +74
 ג. -74
 ד. +850

(13) נתון :



והניחו שאנתלפיית הקשר $C-H$ במולקולת מתאן ($\text{CH}_4(\text{g})$) שווה לזו שבמולקולת אתאן ($\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$).

לפי נתוני השאלה, אנתלפיית הקשר $C-C$ במולקולת C_2H_6

שווה (ביחידות $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$) 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 (CH_3OCH_3) אקסותרמי יותר מתהליך

השריפה של אתנול גזי ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), 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.

תשובות סופיות

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

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

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

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

(5) ג

(6) ד

(7) ג

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

(9) ג

(10) ג

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

(12) א

(13) ד

(14) ג

כימיה כללית 2

פרק 3 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

1. חומצות ובסיסים 20

חומצות ובסיסים

שאלות

- חשבו את ה- pH וה- pOH של התמיסות המימיות בשאלה 1 (חומצה חזקה) ושאלה 2 (בסיס חזק):
- 5 מ"ל של תמיסת $\text{HClO}_{4(aq)}$ בריכוז $3.5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ לאחר מיהול ל- 25 ml.
 - 10.9 מ"ג של $\text{Ba}(\text{OH})_2$ הומסו ב- 10 מ"ל תמיסת KOH, בריכוז של $3.46 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.
 - חשבו את ה- pH ואת אחוז הפרוטונציה של תמיסת $(\text{CH}_3)_3 \text{N}_{(aq)}$ בריכוז של 0.35 M, כאשר נתון $\text{pK}_b((\text{CH}_3)_3 \text{N}) = 4.19$.
 - ערך ה- pH של תמיסת $\text{HClO}_{2(aq)}$ בריכוז של 0.1 M הוא 1.2. מהו ערך ה- pK_a של החומצה?
 - מצאו את הריכוז ההתחלתי של תמיסת הידרזין (NH_2NH_2) בעלת $\text{pH} = 10.2$, כאשר נתון $\text{K}_b(\text{NH}_2\text{NH}_2) = 1.7 \cdot 10^{-6}$.
 - שיעור הדה-פרוטונציה של חומצה בנוזאית $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})$ הוא 2.4%, בעלת ריכוז של 0.11 M. חשבו את ה- pH ואת ה- K_a שלה.
 - דגימה של 150 מ"ל תמיסת $\text{NaCH}_3\text{CO}_{2(aq)}$, 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 $\text{K}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$?
 - התרופה אמפטמין $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_2)$, שקבוע הבסיסיות שלה הוא $\text{K}_b = 7.8 \cdot 10^{-4}$, משווקת בד"כ כמלח מימן ברומי $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NH}_3^+\text{Br}^-)$. 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).

- 9** חשבו את ה-pH של תמיסת H_2SO_4 בריכוז 0.15 M , כאשר נתון כי $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.2 \cdot 10^{-2}$.
- 10** חשבו את ה-pH של תמיסת H_2TeO_4 בריכוז $1.1 \cdot 10^{-3}\text{ M}$, כאשר נתון כי $K_{a1} = 2.1 \cdot 10^{-8}$, $K_{a2} = 6.5 \cdot 10^{-12}$.
- 11** חשבו את הריכוזים של הצורנים OH^- , H_3O^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , H_2CO_3 שנמצאים בתמיסה של $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ בריכוז של 0.0456 M , כאשר נתון כי $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.3 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5.6 \cdot 10^{-11}$.
- 12** חשבו את ה-pH של התמיסה שמתקבלת מערבוב של 30 מ"ל תמיסת $\text{HCN}(\text{aq})$, בריכוז של 0.05 M , עם 70 מ"ל תמיסת NaCN בריכוז של 0.03 M , כאשר נתון $K_a(\text{HCN}) = 4.9 \cdot 10^{-10}$.
- 13** נתונה תמיסה שמכילה $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ בריכוז של 0.15 M , ו- $\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{aq})$ בריכוז של 0.1 M , כאשר נפח התמיסה הוא 100 מ"ל.
 א. מהו ה-pH של התמיסה?
 ב. מהו השינוי ב-pH, הנובע מהוספת 80 מ"ל של $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.01 M , לתמיסה שבסעיף א, כאשר נתון כי $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2.1 \cdot 10^{-13}$, $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7.6 \cdot 10^{-3}$, $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6.2 \cdot 10^{-8}$.
- 14** 4.25 גרם חומצה חלשה חד-פרוטית (HA) הומסו במים.
 בטיטור של התמיסה עם $\text{NaOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.35 M , נדרשו 52 מ"ל כדי להגיע לנקודה האקוויולנטית. 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 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ בריכוז של 0.1 M , עם KOH ב- 0.1 M .
 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- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

16 אילו חומרים יש לערבב על מנת לקבל תמיסת בופר?

- 0.15 מול של KOH עם 0.08 מול של HCl בכלי שנפחו 1 ליטר.
- 0.15 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOH בכלי שנפחו 1 ליטר.
- 0.08 מול של KOH עם 0.15 מול של HCOOK בכלי שנפחו 1 ליטר.
- 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 $\text{pH} = 12.0$.

תמיסה B, שנפחה 0.6 ליטר, היא תמיסת HCl בעלת $\text{pH} = 1.00$.

מהו המשפט הנכון:

- שתי התמיסות מכילות את אותו מספר מולים של מומס.
- ריכוז יוני ה- Cl^- בתמיסה B גדול פי 10 מריכוז יוני ה- Na^+ בתמיסה A.
- כתוצאה מערבוב של שתי התמיסות תתקבל תמיסה בעלת $\text{pH} > 7$.
- בערבוב נפחים שווים של שתי התמיסות, תתקבל תמיסה בעלת $\text{pH} = 7$.

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 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 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.

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 $K_a(\text{HOCl}) = 2.9 \cdot 10^{-8}$, $K_a(\text{HOBr}) = 2.4 \cdot 10^{-9}$.

- 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.

חומצה	ריכוז מולרי, M	pH
X	0.012	3.84
Y	0.024	3.84
Z	0.012	1.92

מהו הסדר הנכון של חוזק החומצות:

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

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 $K_a(HX) = 1.2 \cdot 10^{-4}$ וכי $K_a(HY) = 1.4 \cdot 10^{-6}$. 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.

תשובות סופיות

$$\text{pH} = 4.15, \text{pOH} = 9.85 \quad (1)$$

$$\text{pH} = 12.68, \text{pOH} = 1.32 \quad (2)$$

$$\text{pH} = 11.68, \alpha = 1.36\% \quad (3)$$

$$0.97 \quad (4)$$

$$0.015 \text{ M} \quad (5)$$

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

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

$$5.86 \quad (8)$$

$$0.8 \quad (9)$$

$$5.32 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} [\text{H}_2\text{CO}_3] &= 2.3 \cdot 10^{-8} \text{ M}, & [\text{OH}^-] &= [\text{HCO}_3^-] = 0.0028 \text{ M} \\ [\text{CO}_3^{2-}] &= 0.0427 \text{ M}, & [\text{H}_3\text{O}^+] &= 3.6 \cdot 10^{-12} \text{ M} \end{aligned} \quad (11)$$

$$9.46 \quad (12)$$

$$7.44 \text{ ב.} \quad 7.386 \text{ א.} \quad (13)$$

$$3.82 \text{ ב.} \quad 233 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ א.} \quad (14)$$

$$8.72 \text{ ג.} \quad 25 \text{ מ"ל.} \quad 4.56 \text{ א.} \quad (15)$$

$$\text{ד} \quad (16)$$

$$\text{ג} \quad (17)$$

$$\text{ד} \quad (18)$$

$$\text{ב} \quad (19)$$

$$\text{ד} \quad (20)$$

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

$$\text{ב} \quad (22)$$

$$\text{א} \quad (23)$$

$$\text{ד} \quad (24)$$

כימיה כללית 2

פרק 4 - שיווי משקל כימי

תוכן העניינים

1. שיווי משקל כימי.....26

שיווי משקל כימי

שאלות

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



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

מהו ערכו של קבוע שיווי המשקל K_c ?

א. $1.1 \cdot 10^{-3}$

ב. 889

ג. 0.13

ד. 480

2) נתונה ריאקציה בשיווי משקל: $\text{CO}_{2(g)} + \text{C}_{(s)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{(g)}$ $\Delta H^0 = 173 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

בחרו את הפעולה שתביא לעלייה בכמות הגז CO_2 בשיווי משקל:

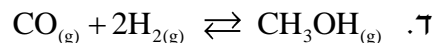
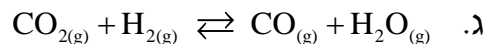
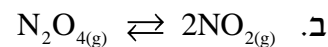
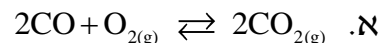
א. דחיסת המערכת והורדת הטמפרטורה.

ב. הוספת פחמן מוצק תוך כדי חימום.

ג. הורדת הלחץ תוך כדי הגדלת הנפח.

ד. הוספה של $\text{Ne}_{(g)}$ והעלאת הלחץ הכללי.

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



4) נתונה תגובת שיווי משקל: $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$ $\Delta H^0 = 180.8 \text{ kJ}$. 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:

- עשוי לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתארך.
- ΔH^0 עשוי לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתקצר.
- K עשוי לקטון וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתארך.
- K ו- ΔH^0 עשויים לגדול וזמן השגת שיווי המשקל עשוי להתקצר.

5) נתונה תגובת שיווי משקל $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$, 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:

- הלחץ החלקי של $SO_{3(g)}$ קטן מ-1.2 בר.
- הלחץ החלקי של $SO_{2(g)}$ גדול מ-1.2 בר.
- הלחץ החלקי של $O_{2(g)}$ גדול מ-0.6 בר.
- 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, $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$.

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- K_p 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

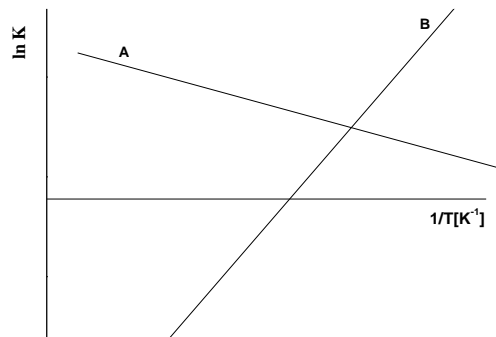
או שווה לזה שחושב בסעיף א. 2? נתון גם שבעת התהליך הישיר הכלי

מתחמם. נמקו ללא חישובים.

7) לתגובה $2A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 3C_{(g)}$ בטמפרטורת החדר $K_c = 2.5$. 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) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \quad \Delta H^0 < 0$
- 2) $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad \Delta H^0 < 0$
- 3) $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \quad \Delta H^0 > 0$

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. $A = 2, B = 1$

9) לכלי סגור, בנפח 6.0 ליטר ובטמפרטורה של 380 K, הוכנסו גז NO_2 ו- N_2O_4

גזי. הלחץ ההתחלתי של N_2O_4 שווה ל-1.30 bar ושל NO_2 , 0.08 bar .

בין הגזים מתקיימת תגובת שיווי המשקל $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$

במהלך התגובה בוצע מעקב אחר הלחץ הכללי ששרר במיכל:

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

א. האם מסה של N_2O_4 עלתה או ירדה במהלך התגובה. נמקו.

ב. חשבו את הלחצים החלקיים של N_2O_4 ושל NO_2 בזמן $t = 2 \text{ min}$.

ג. 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.

ד. 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 $2\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{B}_{(g)} + \text{C}_{(g)}$, 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)	5	10	15	20	25
Q	$1.25 \cdot 10^{-3}$	$1.77 \cdot 10^{-2}$	$1.35 \cdot 10^{-1}$	1.28	1.28

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.

11 נתונה תגובת שיווי המשקל $\text{SbCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{SbCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$, כאשר $K_c(T = 520\text{K}) = 0.025$.

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

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

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

ג. תגובת שיווי המשקל $\text{SbCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{SbCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ נחקרה בטמפרטורה של 500 K.

לתוך כלי ריק, בנפח 100 ליטר ושמוחזק בטמפרטורה של 500 K הוכנסו 2.0 מול של $\text{SbCl}_{3(g)}$, 3.0 מול של $\text{SbCl}_{5(g)}$ ו-5.0 מול של $\text{Cl}_{2(g)}$.

אחרי זמן מסוים המערכת הגיעה למצב של שיווי משקל.

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

האם תגובת פירוק של $\text{SbCl}_{5(g)}$ ל- $\text{SbCl}_{3(g)}$ ול- $\text{Cl}_{2(g)}$ היא אנדותרמית או אקסותרמית? נמקו.

12 שני מכלים נמצאים בטמפרטורה של 450°C . בראשון, שנפחו 5 ליטר, קיים שיווי המשקל $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$. הלחצים החלקיים שנמדדו בו הם:

$$P_{\text{N}_2} = 11.85 \text{ bar}, P_{\text{H}_2} = 23.70 \text{ bar}, P_{\text{NH}_3} = 35.55 \text{ bar}$$

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

כמה גרם חנקן צריך להוסיף למיכל זה, כדי שבשיווי המשקל 60% מהמימן יהפכו לאמוניה (NH_3) 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 המתאים ביותר שמבטא את קבוע שיווי המשקל:

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

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

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

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

- 14) נתונה תגובה שהסתיימה בשיווי המשקל $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$, $\Delta H^0 < 0$. לכלי שנפחו 15 ליטר הוכנסו A ו-B בלבד. נתון שבזמן אפס הריכוז של B היה 0.20M, והריכוז של A היה 0.10M. 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 $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$
- ניסוי 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: $SO_{3(g)}: 0.6M$, $O_{2(g)}: 0.2M$, $SO_{2(g)}: 0.4M$.
- 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?
- ניסוי 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 $SO_{3(g)}: 0.3M$, $O_{2(g)}: 0.1M$, $SO_{2(g)}: 0.4M$.
- ד. האם ברגע הבדיקה המערכת נוטה ליצור תוצרים, מגיבים, או נמצאת בשיווי משקל?
- ניסוי 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?

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

$$A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)} + 3C_{(g)}$$

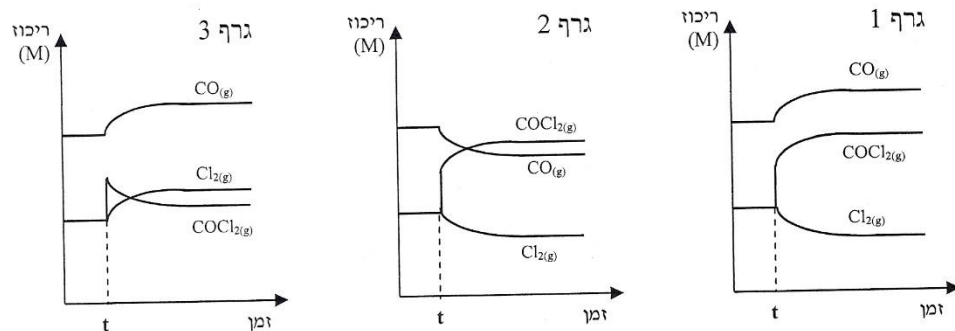
במצב זה הלחץ הכללי במערכת שווה ל-15.76 אטמ.

- חשבו את ה- K_p עבור תגובה זו בטמפרטורה הנתונה.
- חשבו את ה- K_c עבור תגובה זו בטמפרטורה הנתונה.

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

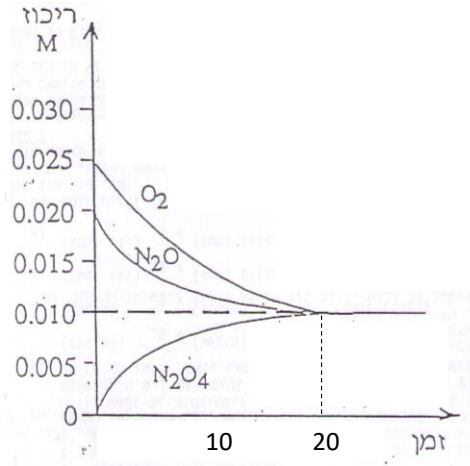
- חוקרת מכינה תמיסה של $C_{(aq)}$ 0.02M ו- $M_{(aq)}$ 0.1M. האם המערכת נמצאת בשיווי משקל? אם לא, האם ייווצרו עוד מגיבים או תוצרים?
- מהם ריכוזי ה-C וה-M בשיווי המשקל?
- המערכת חוממה במצב שיווי משקל ל-50°C. כעבור זמן-מה המערכת חזרה לשיווי המשקל שבו הריכוז של C שווה ל-0.1M. חשבו את קבוע שיווי המשקל החדש.
- האם התגובה הישירה היא אקסותרמית או אנדותרמית?

18) נתונה מערכת שנמצאת בשיווי משקל $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$. בזמן t מעלים את הריכוז של $COCl_{2(g)}$ ללא שינוי ביתר הפרמטרים. איזה מהגרפים הבאים מתאר נכון את התנהגות המערכת בעקבות ההפרעה:



- גרף 1.
- גרף 2.
- גרף 3.
- גרפים 1 ו-3.

- 19) לכלי שנפחו 5.0 ליטר, המוחזק בטמפרטורה 380 K, הוכנסו $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$ ו- $\text{O}_{2(g)}$. הגרף שלהלן מתאר את השינויים בריכוזי החומרים (ביחידות מול לליטר) ביחס לזמן (בדקות):

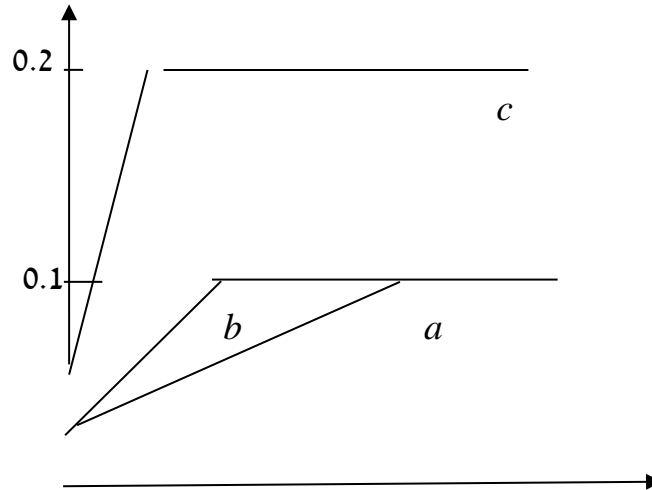


- רשמו את התגובה המתרחשת בכלי התגובה.
- חשבו את ערכו של קבוע שיווי המשקל לפי הריכוזים.
- האם הלחץ הכללי במערכת מרגע הכנסת החומרים ועד השגת שיווי המשקל יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמקו.
- ברגע מסוים חיברו למערכת זו כלי נוסף, שנפחו 5 ליטר והוא נשמר בטמפרטורה של 380 K, ובו נמצא חמצן בריכוז של 0.01 M. תארו באופן גרפי את השתנות הלחץ החלקי של החמצן ושל $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ במשך 30 דקות מרגע החיבור של הכלי הנוסף. נמקו.



ונתונים שלושה כלים a , b ו- c . נפחו של כל כלי 1 ליטר, ולכל כלי הכניסו 0.2 מול $\text{H}_2(\text{g})$ ו-0.2 מול $\text{CO}_2(\text{g})$. להלן תיאור גרפי של השתנות הריכוז של $\text{CO}(\text{g})$ עם הזמן, המתאים לכל אחת מהמערכות a , b ו- c .

ריכוז CO (M)



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.

תשובות סופיות

- (1) ב
- (2) א
- (3) ב
- (4) ג
- (5) ד
- (6) א. $P(\text{PCl}_5) = 0.15 \text{ bar}$; $P(\text{PCl}_3) = P(\text{Cl}_2) = 1.31 \text{ bar}$
 2. 89.73% 3. 11.44 ב. יגדל.
 (7) א
- (8) ב
- (9) א.1. ירדה. 2. $P(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.8 \text{ bar}$; $P(\text{NO}_2) = 1.08 \text{ bar}$
 1.ב. $P(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.54 \text{ bar}$; $P(\text{NO}_2) = 1.6 \text{ bar}$ 2. 0.21
 ג.1. אקסותרמי. 2. קצר.
 (10) ב
- (11) א. תגדל.
 ב. $C(\text{SbCl}_5) = 0.033 \text{ M}$; $C(\text{Cl}_2) = 0.047 \text{ M}$; $C(\text{SbCl}_3) = 0.017 \text{ M}$
 ג. אקסותרמי.
 (12) 8.03 גרם.
 (13) ג
- (14) ד
- (15) א. $C(\text{SO}_2) = 1 \text{ M}$; $C(\text{O}_2) = 0.5 \text{ M}$ ב. 11.25 ג. ירד
 ד. נוטה ליצור תוצרים ה. אנדותרמי.
- (16) א. 78.12 ב. $2.198 \cdot 10^{-4}$
- (17) א. מגיבים. ב. $[C] = 0.105 \text{ M}$; $[M] = 0.015 \text{ M}$
 ג. 0.2 ד. אנדותרמי.
 (18) ג
- (19) א. $3\text{O}_{2(g)} + 2\text{N}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ 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.

כימיה כללית 2

פרק 5 - שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

תוכן העניינים

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

שינוי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

שאלות

- 1) ענו על הסעיפים הבאים:
- א. המסיסות של המלח $Pb_3(PO_4)_2$ היא $1.1 \cdot 10^{-5}$ גרם ב-100 גרם מים, בטמפרטורה של $20^\circ C$.
 חשבו את ה- K_{sp} של $Pb_3(PO_4)_2$.
- ב. להלן שתי תמיסות רוויות, האחת ב- CuS והשנייה ב- Fe_2S_3 .
 באיזו מהן ריכוז ה- S^{2-} נמוך יותר?
 נתון כי $K_{sp}(Fe_2S_3) = 1.0 \cdot 10^{-88}$; $K_{sp}(CuS) = 8.0 \cdot 10^{-36}$.
- 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 0.05 M?
 נתון כי $K_{sp}(La(IO_3)_3) = 1.0 \cdot 10^{-11}$.
- 3) הוסיפו תמיסה מרוכזת של KIO_3 , במנות קטנות, לתמיסה של Ba^{2+} בריכוז 0.05 M, ו- Ag^+ ב-0.04 M.
 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 היום השני עומד לשקוע?
- 4) נתונה תמיסת מלח קשה-תמס $Ba(IO_3)_2$, כאשר ריכוז היום השלילי בתמיסה הוא $1.26 \cdot 10^{-3} M$.
 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 0.01 M.

- 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 $K_{sp}(\text{AgI}) = 8.3 \cdot 10^{-17}$; $K_{sp}(\text{AgBr}) = 5 \cdot 10^{-13}$
 $K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.8 \cdot 10^{-10}$; $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.2 \cdot 10^{-12}$
- 6) הוסיפו 0.5 ליטר של תמיסת TiNO_3 , בריכוז $2.8 \cdot 10^{-4}\text{M}$, ל- 0.5 ליטר תמיסת KI בריכוז זהה. נתון כי $K_{sp}(\text{TiI}) = 4 \cdot 10^{-8}$. האם יופיע משקע?
- 7) ריכוז יוני Ag^+ בתמיסה מסוימת הוא $4 \cdot 10^{-3}$. נתון כי $K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.8 \cdot 10^{-10}$. חשבו את הריכוז המקסימלי של יוני כלור שניתן להוסיף, עד ש- $\text{AgCl}_{(s)}$ יחל לשקוע.
- 8) נתון חומר יוני קשה-תמס CH_3COOAg ($K_{sp} = 5.2 \cdot 10^{-3}$).
 א. חשבו את מסיסותו במים. פרטו את החישובים.
 ב. נתונים החומרים $\text{AgNO}_{3(s)}$, $\text{CH}_3\text{COONa}_{(s)}$, $\text{K}_2\text{S}_{(2)}$, $\text{KNO}_{3(s)}$. התייחסו לכל אחד מהחומרים הללו, וציינו את החומר שיגרום להגדלת המסיסות של $\text{CH}_3\text{COONa}_{(s)}$. נמקו.
 נתון כי $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{S}) = 5.7 \cdot 10^{-51}$.
- 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.

11 ל- $\text{AgOH}_{(s)}$ ($K_{sp} = 2.50 \cdot 10^{-16}$) הוכנסה תמיסה רוויה של $\text{AgOH}_{(aq)}$.
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.

תשובות סופיות

- (1) א. $K_{sp} = 502.48 \cdot 10^{-35}$ ב. CuS
- (2) א. 0.13 g ב. $1.328 \cdot 10^{-5} \text{ g}$
- (3) א. Ag^+ ב. $0.71 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
- (4) א. 10^{-9} ב. 10^{-5} M
- (5) AgI, ואחריו AgBr, AgCl, ואז Ag_2CrO_4 .
- (6) לא.
- (7) $> 0.45 \cdot 10^{-7} \text{ M}$
- (8) א. 0.0072 M ב. $\text{K}_2\text{S}_{(2)}$
- (9) ג
- (10) ג
- (11) 7.01
- (12) ד

כימיה כללית 2

פרק 6 - שיווי משקל בין הפאזות ותכונות קוליגטיביות

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בין הפאזות.....40

שיווי משקל בין הפאזות

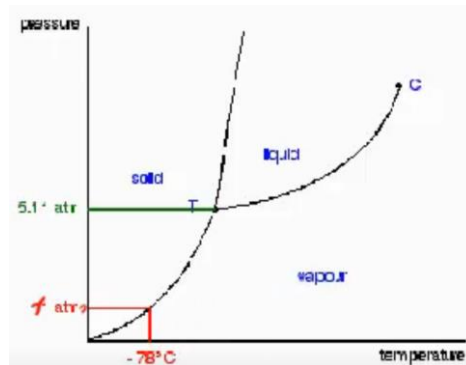
שאלות

- (1) באנליזה של טיפה מתמיסת HCl, בנפח 0.05 מ"ל, נמצאו $1.505 \cdot 10^{19}$ 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 המולליות, השבר המולי והאחוז המשקלי של האתנול בתמיסה.
 ב. חשבו את הירידה בטמפרטורת הקיפאון של התמיסה.

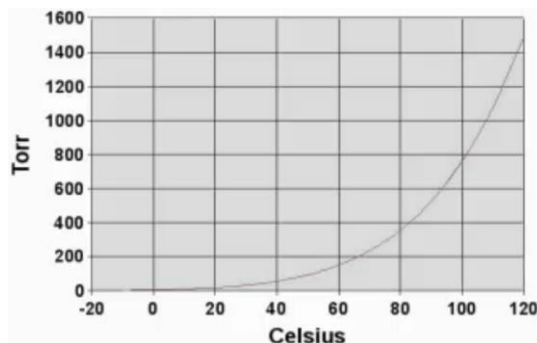
$$K_{f(water)} = 1.86 K \cdot \frac{kg}{mol}$$
- (3) חשבו את נקודת הרתיחה של תמיסה, שהוכנה על ידי ערבוב של 100 גרם של סוכרוז ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ו-500 גרם של מים.
 שימו לב כי $K_{b(water)} = 0.51 K \cdot \frac{kg}{mol}$.
- (4) המסת 3 גרם של חומר מסוים ב-100 גרם של CCl_4 , מעלה את נקודת הרתיחה של התמיסה ב- $0.6^\circ C$. נתון שעבור הממס הטהור $K_b = 5.03 K \cdot \frac{kg}{mol}$, $K_f = 3.18 K \cdot \frac{kg}{mol}$, 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 $100^\circ C$.
- (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 המולרית של התרכובת.

- 7** המסת 2.441 גרם של חומצה בנזואית (C_6H_5COOH) ב-250 גרם של בנזן (C_6H_6) מורידה את נקודת הקיפאון ב- $0.2048^\circ C$. נתון $K_{f(\text{benzene})} = 5.12 K \cdot \frac{kg}{mol}$. מהו מצבה של החומצה בבנזן?
- 8** 18.04 גרם של חומר בלתי-נדיף הומסו ב-100 גרם של מים, ב- $20^\circ C$, 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 $K_f = 1.855 K \cdot \frac{kg}{mol}$.
- 9** בכלי שנפחו 20 ליטר קיים שיווי משקל בין אדי אתנול לבין כמות קטנה של אתנול נוזלי. נתון גם כי הטמפרטורה בכלי היא $25^\circ C$, הכלי מכיל אוויר יבש והלחץ הכולל בו הוא 750 טור. ידוע כי לחץ אדי אתנול ב- $25^\circ C$ 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 $-8.435^\circ C$. 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- $0^\circ C$. 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.

- 12** להלן דיאגרמת פאזות של פחמן דו-חמצני. ענו על הסעיפים הבאים לפיה:
- מהו מצב הצבירה של פחמן דו-חמצני בתנאים סטנדרטיים?
 - מהו מצב הצבירה של פחמן דו-חמצני בתנאים של 0.75 אטמוספירות ובטמפרטורה של -114°C ?
 - פחמן דו-חמצני נמצא בלחץ של 3883.6 mm Hg ובטמפרטורה של -78°C . הציעו דרך לקבלת פחמן דו-חמצני נוזלי.
 - איזו פאזה צפופה יותר, מוצקה או נוזלית? נמקו.



- 13** היעזרו באיור הבא וקבעו:
- את טמפרטורת הרתיחה של המים, כאשר החלץ החיצוני שווה 80 kPa.
 - אנטרופיית האידוי התקנית, כאשר נתון $\Delta H_{b(\text{water})}^0 = 40700 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$.
 - האנרגיה החופשית של האידוי בטמפרטורת החדר.



תשובות סופיות

- (1) 2476
- (2) מולילות: $10 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$, שבר מולי: 0.15, אחוז משקלי: 31.16 g.
- (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. $93-95^\circ\text{C}$ ב. $\Delta S_b = 109.05 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$ ג. $8203.8 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$