

"כימיאדה"

האולימפיאדה הארצית בכימיה

לתלמידי כיתות י"א-י"ב

בבתי ספר תיכוניים

שלב הגמר

14.05.2008

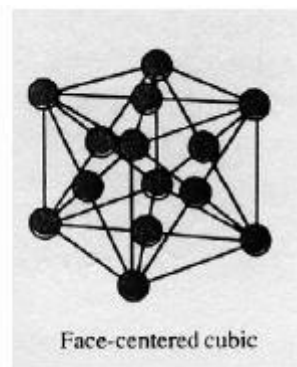
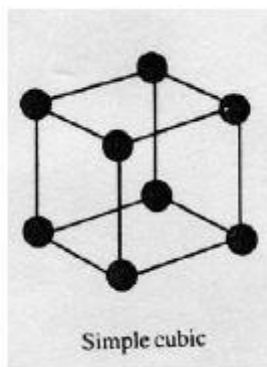
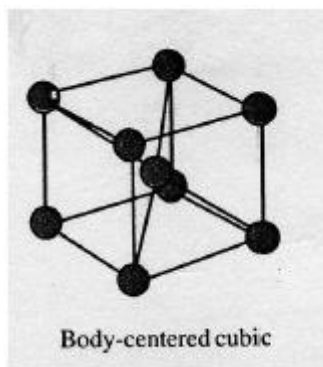
חלק א'

כימיה כללית ואי-אורגאנית.

סריגים גבישיים.

שאלה 1

לחומרים מוצקים יש 3 סוגים של תאים אלמנטריים קוביים: קובי פשוט (simple cubic), קובי body centered וקובי face centered. ראה/י איור 1.



1.1 כמה אטומים שכנים (הקרובים ביותר) יש לאטום בכול אחד מהמבניים הללו?

1.2 יעלות האריזה (f_v) נקבעת באופן הבא:

נפח התא האלמנטרי / הנפח התפוס ע"י ספירות בתא אלמנטרי = f_v

מהו ערך של f_v עבור כל אריזה?

1.3 לכסף יש מבנה קובי face-centered. רדיוס האטום של כסף שווה ל-144 pm. חשבו/י את צפיפות הכסף.

1.4 פעמים רבות משתמשים בדיפרקציית רנטגן לקביעת מבנה הגבישים. בניסוי מסויים התקיימה דיפרקציה של קרנות רנטגן בגביש LiF ($d=201\text{pm}$) ונרשמה דיפרקציה של דרג ראשון בזווית (θ) 34.68° . חשבו/י את אורך הגל (λ) של הקרנת רנטגן. השתמשו/י בחוק Bragg: $\lambda = 2d \sin(\theta)$

כימיה של הלוגנים.

שאלה 2

הלוגנים (F, Cl, Br, I, At) – יסודות בעלי חשיבות רבה בהתפתחות של כימיה כמדע. כמו כן, נגזרותיהם משמשות בכל תחומי החיים של בני אדם: רפואה, תרופות, חומרי ניקוי, ייצור טקסטיל ונייר, צילום, חומרי נפץ וכו'. חקר תרכובות אלה מהווה עניין מיוחד.

2.1 ציין/י את הקוטביות של החלקיקים הבאים: ICl_2^+ , C_2F_4 , PCl_3 , I_3^- , SCl_2 .

2.2.i. למולקולת ClO_2 יש מבנה שבו אטום של כלור נמצא בין אטומי חמצן. הוכח נסיונית כי לכל הקשרים של Cl – O יש אורך זהה. הציע/י שלוש צורות יזונטיביות של ClO_2 .

2.2.ii. תאר/י את מבנה הערכיות של התרכובות שבהן לא מתקיים חוק אוקטט: SF_6 , BCl_3 , OF_2 , CF_4 , PCl_5 .

2.2.iii. זרחן וכלור יוצרים תרכובת PCl_5 . האם החנקן יכול ליצור NCl_5 ? הסבר/י.

2.3 נקבע בעזרת ניסויים שליון $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ יש תכונות דיאמגנטיות, וליון $[\text{CoF}_6]^{3-}$ תכונות פאראמגנטיות. בעזרת השיטה של קשרי ערכיות הסבר/י איזה סוג היברידיזציה של אורביטלים אטומיים נוצר בעת היווצרות היונים ותאר/י את המבנה שלהם. דיאגראמת אכלוס האלקטרונים בכול אחד.

2.4 דיסוציאציה של $\text{Cl}_2(\text{g})$ (באור) היא תהליך אנדותרמי ($\Delta H = 243.6 \text{ kJ / mol}$).

בהפעלת האור על תערובת $\text{Cl}_2(\text{g})$ ו $\text{H}_2(\text{g})$ נוצר $\text{HCl}(\text{g})$.

בהקרנת התערובת שנמצאת בכלי שנפחו 10 l ע"י מנורת כספית בעוצמה של 10 W נוצרים 65 mmol HCl כשמשך ההקרנה הוא 2.5 s. תוך כדי כך תערובת גזית סופגת 2% של אנרגיית האור.

(Energy of a photon: $E = h \cdot c \cdot \lambda^{-1}$; $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

i. חשב/י את אורך גל האור, שבו ניתן לצפות לדיסוציאציית Cl_2 באור.

ii. קבע/י ניצולת קוונטית של תגובה פוטוכימית בהיווצרות $\text{HCl}(\text{g})$. (ניצולת קוונטית של תגובה היא היחס בין מספר המולקולות שנוצרו לבין מספר קוונטים של אור שנספגו).

iii. הסבר/י המנגנון של תגובת היווצרות $\text{HCl}(\text{g})$.

2.5 קבוע שיווי- המשקל לתגובה ($\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$) $K_c = 70$ בטמפרטורה 600°C .

i. חשב/י כמה יוד (באחוזים מכמות התחלתית) יגיב בעת קיום שיווי המשקל אם ערבבו את החומרים המקוריים ביחס מולי $\text{H}_2:\text{I}_2$ השווה ל-1:1.

ii. כמה מול של $\text{H}_2(\text{g})$ יש לערבב עם מול אחד של $\text{I}_2(\text{g})$ כדי ש-99% של יוד יהפכו ל-HI בטמפרטורת 600°C .

2.6 ניתן לקבוע ריכוז יונים של Cl^- בתמיסה אם משקעים אותם בעזרת התמיסה AgNO_3 (כתוצאה נוצר משקע). אם לא נזהרים, המשקע מתפרק באור במהירות עם היווצרות כסף וכלור חופשי. בתמיסה מימית כלור (תגובת הדיספרופורציונציה) יוצר יון כלורייט ($\text{chlorate} - \text{ClO}_3^-$) ויוני Cl^- . יוני Cl^- שוב יוצרים משקע עם עודף AgNO_3 ויוני וכלורייט ClO_3^- נשארים בתמיסה.

i. רשום/י את המשוואות היוניות של כל התגובות.

ii. ביצעו גילוי גרווימטרי של Cl^- בעודף Ag^+ . חשבו/י את הסטייה של הגילוי אם ידוע כי 12% (לפי משקל) של המשקע התפרק באור.

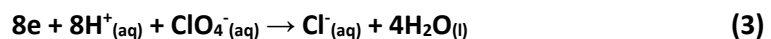
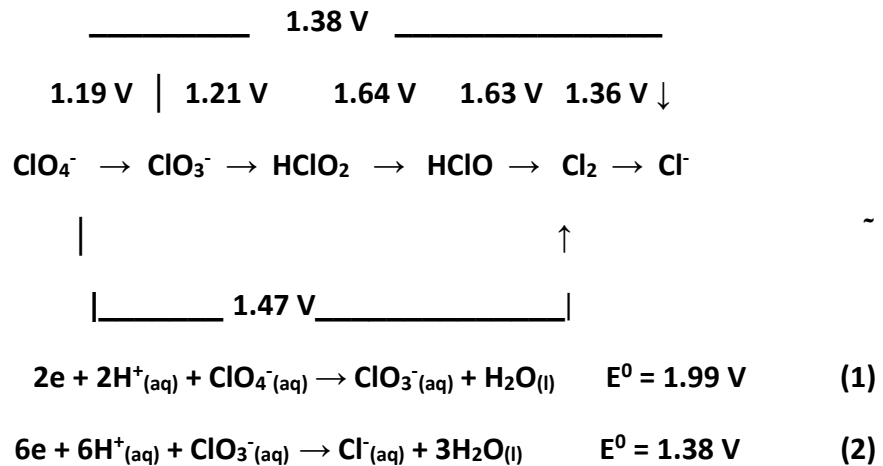
2.7 למציאת $K_{sp} \text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ ביצעו טיטרציה יודו מטריית בסביבה חומצית. לטטרציה של 20.0 ml תמיסה מימית רוויה $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ (ב- 25°C) השתמשו ב-0.1M ב-30.0 ml של תמיסת $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

i. רשום /י ואזן/י את משוואת התגובות של טטרציה יודו מטריית (דיסוציאציה $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}^{2+} + \text{IO}_3^- + \text{I}^- \rightarrow \text{CuI} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{I}_2(\text{s}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$).

ii. חשבו/י ריכוז מולרי של יוני Cu^{2+} בתמיסה המקורית.

iii. חשבו/י $K_{sp} \text{Cu}(\text{IO}_3)_2$.

2.8 חשבו/י פוטנציאל סטנדרטי (E^0) של חיזור ClO_4^- ל- Cl^- , השתמשו/י בפוטנציאלי חיזור של ClO_4^- ל- ClO_3^- ו- ClO_3^- ל- Cl^- . לצורך חישוב השתמשו/י בתרשים (דיאגרמות לאטימר) להלן: פוטנציאלי חיזור סטנדרטיים של תרכובות כלור בתמיסה חמוצה. Latimer diagrams.



קבוע פרדי- F ; פוטנציאל סטנדרטי - E^0 ; שינוי אנרגייה חופשית - ΔG ; $\Delta G = -nFE^0$;
 (כמות מול של אלקטרונים שעברו תגובת חמצון-חיזור - n). $F=96485 \text{ C mol}^{-1}$

חלק ב'.

כימיה אנליטית.

חישוב pH.

שאלה 1

i. חשבי/ את ה-pH בתמיסה $1.0 \cdot 10^{-4} \text{M NaOH}$.

ii. חשבי/ את ה-pH בתמיסה $1.0 \cdot 10^{-4} \text{M C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ($K_a = 1.3 \cdot 10^{-10}$)

(התחשבי/ באוטופרוטוליזה (דיסוציאציה) של H_2O).

iii. ל-0.6 ליטר תמיסת NH_4Cl בריכוז 0.10M הוסיפו 0.4 ליטר תמיסת NaOH בריכוז 0.10M . מהו ה-pH של התמיסה שהתקבלה? ($K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \cdot 10^{-5}$)

באפר.

שאלה 2

ליטר אחד של תמיסת באפר עם $\text{pH} = 4.74$ מכיל 0.100 מול של $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ו-0.100 מול של $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$. חשבי/ את ה-pH של תמיסה זו אחרי הוספת 0.020 מול של NaOH . (הניחי/ כי הנפח המלא של התמיסה נשאר שווה ל-1 ליטר).

$$(\text{pH} = \text{pK}_a + \lg \text{base} / \text{acid})$$

שאלה 3

האם יכול להיווצר משקע...?

יערבבו תמיסת $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ בעלת נפח 0.100 ליטר וריכוז $3.0 \cdot 10^{-3} \text{M}$ עם תמיסת Na_2SO_4 בעלת נפח 0.400 ליטר וריכוז $5.0 \cdot 10^{-3} \text{M}$.

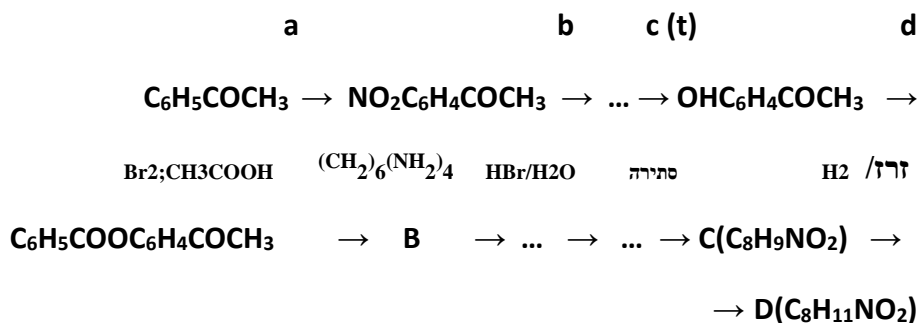
i. רשום/י את משוואת התגובה.

ii. חשבי/ את המכפלה היונית (מכפלת הריכוזים היוניים) Q, השווה/י את התוצאה עם K_{sp} וקבע/י האם ייתכן השיקוע של PbSO_4 . ($K_{sp}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \cdot 10^{-8}$)

חלק ג'
כימיה אורגנית.

שאלה 1

$C_6H_5COCH_3$ (אצטופנון) - הוא החומר הראשוני עבור סינתיזה של תרכובת פיזיולוגית פעילה D ($C_8H_{11}NO_2$) לפי התרשים:



- i. רשום/י את הנוסחאות המבניות של התרכובות B, C, D
- ii. באילו חומרים השתמשו בשלבים a, b, c, d?
- iii. רשום/י את נוסחאות התרכובות שנוצרות בתגובה של חומר C:
 - עם חומצת $HCl_{aq}(10\%)$.
 - עם תמיסת $NaOH_{aq}(10\%)$.
- iv. סמן/י בכוכבית בנוסחה של תרכובת D את המרכז הכירלי וצייר/י את נוסחת המבנה המרחבי של אננטיומר (צורת R) של תרכובת זו.

שאלה 2

לחומצה קרבוקסילית A ($C_5H_8O_2$) יש שני איזומרים גיאומטרים: איזומר-ציס A_1 ואיזומר-טרנס A_2 . בתגובה עם מימן ($H_{2(g)}$), (זרז Pt) מכל סטריאו-איזומר נוצרת חומצה קרבוקסילית רצמית B שיכולה להתפרק לאננטיומרים B_1 ו- B_2 .

מאיזומרים A_1 או A_2 בתגובה עם כמות אקווימולרית של Br_2 בתמיסה CCl_4 (בטמפרטורת $20^\circ C$ בחושך) ניתן לקבל את החומר C:

- i. רשום/י משוואות מבניות של סטראואיזומרים של החומצה A ($C_5H_8O_2$).
- ii. רשום/י את משוואת התגובה עם מימן ($H_{2(g)}$) של החומצה A. ציין/י את שמו של התוצר B.
- iii. כמה אטומים אסימטריים של פחמן נמצאים במולקולת החומצה B? תאר/י את כל האפשרויות באמצעות פישר.
- iv. רשום/י את משוואת הסינתזה של החומר C. ציין/י בה את האטומים הסימטריים של פחמן. כמה איזומרים אופטיים יכולים להיות בתרכובת הנתונה?
- v. תאר/י נוסחאות פישר ונוסחת ניומן עבור כל הסטריאו-איזומרים של התרכובת B. ציין/י אילו מהם הם אננטיומרים ואילו הם דיאסטריאו-איזומרים?

-5-