

"כימיה"אדה

האולימפיאדה הארצית לתלמידי כיתות יא' - יב'

בבתי-ספר תיכוניים

שלב הגמר, 23.03.2011

חלק א': כימיה כללית ואי-אורגניתשאלה 1קבעי/י האם האנרגיה נוצרת או נצרכת כאשר \bar{e} (אלקטרון) באטום של מימן עובר1.1 ממצב שבו $n=2$ למצב שבו $n=1$ 1.2 ממצב שבו $n=2$ למצב שבו $n=4$ 1.3 ינון של \bar{e} ממצב שבו $n=2$

(n - מספר קוונטי ראשי)

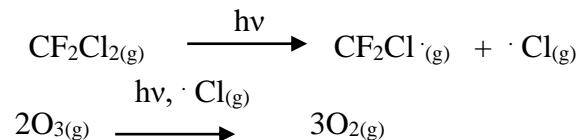
שאלה 2: PCl_5 במצב מוצק מופיע כסריג יוני שמורכב מיוני PCl_4^+ ו- PCl_6^-

2.1 ציירי/י מבני לואיס של יונים אלה ואת הצורות הגיאומטריות שלהם.

2.2 איזה סוג של היברידיזציה משמש את אטום הזרחן (P) בכל אחד מהיונים האלה ליצירת קשרים עם אטומי כלור?

2.3 מדוע PCl_5 קיים במצב מוצק בצורה של תרכובת יונית, ובמצב גזי בצורה של מולקולות נייטרליות?שאלה 3

מדענים גילו שכלורו-פלוואורו-מתאנים (פריאונים): תרכובות בעלות נוסחה כללית (CF_xCl_{4-x}) ; $x=1,2,3$, המשמשים במיכלי ריסוס ובמתקני קירור, מפרקים את שכבת האוזון בסטרטוספירה. בהשפעת קרינת השמש, הפריאונים מתפרקים. אור באורכי גל שבין 190-225nm מפרק את קשרי C-Cl ומתקבלים אטומי כלור חופשיים, המגיבים במהירות עם האוזון (O_3). תגובת פירוק האוזון בשכבות העליונות של האטמוספירה מזורזת ע"י פריאונים:



3.1 אנרגיית השפעול עבור תגובת פירוק האוזון (O_3) ללא זרז הינה 75.24 kJ/mol (E_1), ועם זרז כלור ($Cl\cdot$) הינה 50.14 kJ/mol (E_2). פי כמה תעלה מהירות התגובה עם זרז, אם התגובה מתרחשת בטמפרטורה של 25°C ?

Arrhenius equation $k = A \cdot e^{-E_a / RT}$ – פקטור תדירות, T – טמפרטורה $^{\circ}K$, R – קבוע הגזים $R=8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, E_a – אנרגיית האקטיבציה לתהליך, האנרגיה הדרושה להתרחשות הריאקציה, $e = 2.718$.

3.2 אם קבוע המהירות של התגובה הראשונה (ללא זרז), k_1 , גדול מקבוע המהירות של התגובה השנייה (עם זרז כלור), k_2 , איזה מהיחסים בין אנרגיות השפעול של תגובות אלה הוא הנכון?

א. $E_1 > E_2$ ב. $E_1 < E_2$ ג. $E_1 = E_2$ ד. לא ניתן לומר

שאלה 4

מדגימה של ^{90}Sr 1.000 גרם יישארו בעוד שנתיים 0.953 גרם ^{90}Sr .

4.1 קבעי את זמן מחצית החיים של ^{90}Sr .

4.2 חשבי כמה ^{90}Sr יישארו בעוד 5 שנים.

השתמש/י בחוק ההתפרקות הרדיואקטיבית, האומר כי מספר הגרעינים הרדיואקטיביים יורד בצורה אקספוננציאלית עם הזמן, והירידה נשלטת על ידי קבוע הרדיואקטיביות.

$$N_t = N_0 \exp(-\lambda t); \quad \lambda = 0.693 / t_{1/2}; \quad 0.693/t_{1/2} = 2.30/t \log N_0/N_t \quad t = 3.32 t_{1/2} \log N_0/N_t$$

N_0 – מספר האטומים הרדיואקטיביים בתחילת הפירוק, N_t – מספר האטומים הרדיואקטיביים בזמן t , λ – קבוע ההתפרקות (דעיכה), t – הזמן, $t_{1/2}$ – זמן מחצית החיים.

שאלה 5

חומצה גופרתית, H_2SO_4 , היא מחמצן חזק מאוד ולכן היא אחד החומרים הנפוצים ובעלי השימושים הרבים ביותר בתעשייה הכימית. חומצה גופרתית מייצרים מגופרית, חמצן ומים, בתהליך של כמה שלבים. ראשיתו של תהליך זה בשריפת הגופרית לקבלת דו-תחמוצת הגופרית, SO_2 ($\text{S}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{2(g)}$), אותה מחמצנים לתלת תחמוצת הגופרית, SO_3 , בנוכחות תחמוצת וונדיום (V), V_2O_5 , $(2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3)$.

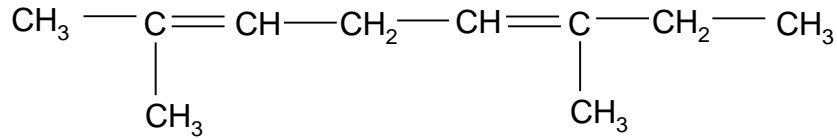
את SO_3 ניתן להמיס במים, וכך לקבל את החומצה, $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. המסה ישירה של SO_3 במים אינה מעשית בשל האקסותרמיות הגבוהה של התגובה, שגורמת להיווצרות אדי חומצה במקום נוזל. במקום המסה ישירה, סופחים את SO_3 על H_2SO_4 ומתקבל חומר הנקרא oleum ($\text{SO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$), שאותו ממיסים במים.

5.1 קבעי את הרכב של oleum (אחוז משקלי של $\text{SO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$), אם ידוע שבתערובת 33% (משקלי) של גופרית.

5.2 חשבי את מסת תמיסת oleum בריכוז 30% (30 גרם SO_3 בתוך 70 גרם H_2SO_4) שצריך להוסיף ל-131 גרם תמיסה של 40% חומצה גופרתית (במים) כדי לקבל תמיסת oleum בריכוז משקלי של 5% (5 גרם SO_3 בתוך 95 גרם H_2SO_4).

חלק ב': כימיה אורגניתשאלה 1

רשום/י את האיזומרים המבניים (ציס וטרנס) של התרכובת:

שאלה 2

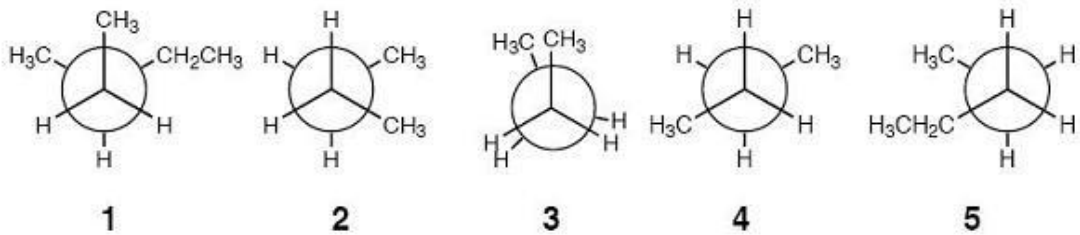
תרכובת A בעלת הנוסחה $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{NO}_2$ מכילה טבעת בנגיית ומרכז כיראלי אחד. רשום/י את נוסחת המבנה של התרכובת A. סמך/י בכוכבית את המרכז הכיראלי וצייר/י את נוסחת המבנה המרחבי של האנטיומר (צורת R) של תרכובת זו.

שאלה 3

צייר/י מבנים רזונטיביים לתרכובת:

שאלה 4

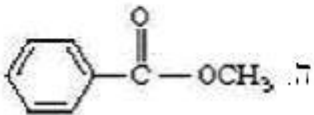
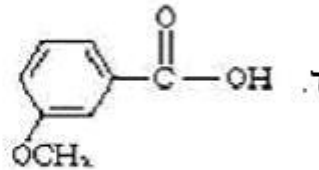
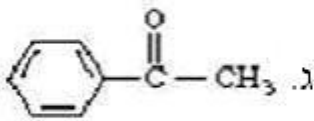
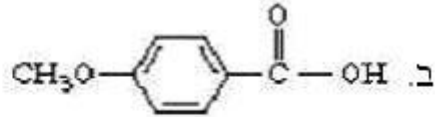
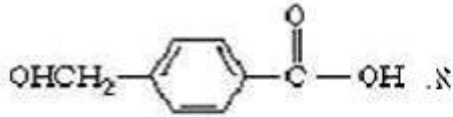
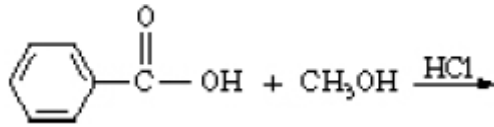
אילו מנוסחאות ניומן הבאות אינן קונפורמציות gauche?



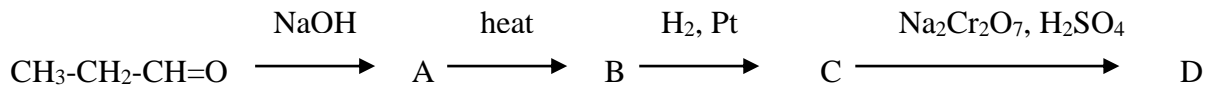
א. 1 ב. 2,5 ג. 3 ד. 4 ה. 3,4

שאלה 5

מהו התוצר האורגני של התגובה הבאה:

**שאלה 6**

רשום/י את משוואות התגובות וקבע/י נוסחאות המבנה של התרכובות (A, B, C, D) בתזרים הבא:

**שאלה 7**

חשבי/י את ה-pH בתמיסת $1.0 \times 10^{-4} \text{M}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ($K_a = 1.1 \times 10^{-10}$).
(התחשבי/י באוטופרוטוליזה של מים, והשתמש בנוסחה $[\text{H}^+]^2 = K_{\text{aHA}} \cdot \text{CHA} + K_w$ לחישוב הסופי).

שאלה 8

בחימום תערובת של 1.6 מול ברום (Br_2) עם עודף בוטאן (C_4H_{10}) נוצרו שני חומרים: 1-ברומו בוטאן ו-2-ברומו בוטאן, ונספגו 16.8 kJ. בחימום אותה כמות של התערובת המקורית לטמפרטורה גבוהה יותר, נספגו 17.2 kJ. בשני המקרים הברום הגיב במלואו. ידוע כי בהיווצרות 1-ברומו בוטאן מהחומרים במצבם היסודי נוצרים 4.0 kJ/mol פחות מאשר בהיווצרות 2-ברומו בוטאן.
ניתן להניח כי חום התגובות לא תלוי בטמפרטורה.

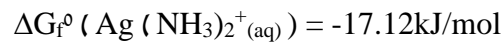
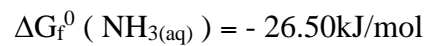
8.1 רשום/י את משוואות התגובות וחשבי/י את חומי התגובות (ΔH^0) להיווצרות שתי הנגזרות $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$.

8.2 קבעי את הניצולת של 1-ברומו בוטאן בטמפרטורה הגבוהה יותר, אם בטמפרטורה הנמוכה יותר היא הייתה 37.5%.

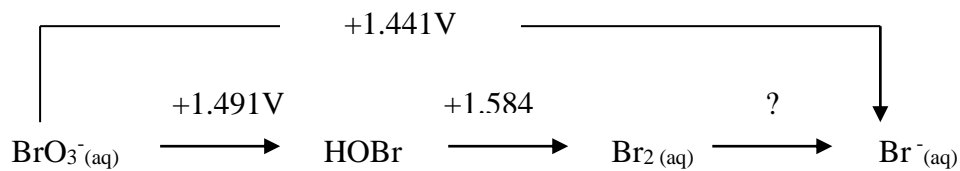
חלק ג': כימיה פיסיקלית

שאלה 1

נתונים:

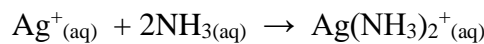


Latimer diagram:



1.1 קבעי את $\Delta G_f^0 (\text{Ag}^+_{(\text{aq})})$.

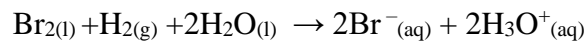
1.2 חשבי את קבוע שיווי המשקל (K_f) של התגובה הבאה בטמפרטורה של 25°C :



1.3 חשבי את ערכו של K_{sp} עבור $\text{AgBr}_{(\text{s})}$ בטמפרטורה של 25°C .

1.4 חשבי את מסיסות ה- AgBr בתמיסה מימית של 0.100M NH_3 בטמפרטורה של 25°C .

1.5 תא גלואני בנוי עם אלקטרודות מימן סטנדרטית בתור האנודה. תגובת התא הכללית היא:



מוסיפים יוני כסף עד ש- AgBr שוקע על הקתודה, ו- $[\text{Ag}^+]$ מגיע ל- 0.0600M . מתח התא

הנמדד בשלב זה הוא 1.721V .

חשב את ΔE^0 עבור התא הגלואני.

1.6 חשבי את המסיסות של $\text{Br}_2_{(\text{aq})}$ במים בטמפרטורה של 25°C . השתמשו בפרטנציאלי חיזור

של $\text{BrO}_3^-_{(\text{aq})}$ ל- $\text{HOBr}_{(\text{aq})}$ ו- $\text{Br}_2_{(\text{aq})}$ ל- $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$ (מדיאגראמת לאטימר). השתמש בנוסחה

$$E = E^0 + 0.0592/n \log a; \quad a = [\text{ion out of cell}/\text{ion inside cell}]$$

a - פעילות יונים

$$\Delta G = -nFE^0; \quad F = 96484.6 \text{ J} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ΔG - שינוי אנרגיית חופשית, E^0 - פוטנציאל סטנדרטי, F - קבוע פראדי, n - מספר אלקטרונים, \bar{e}

$$\Delta G^0 = -RT \cdot \ln K; \quad R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad T = 25^\circ \text{C} = 298.15 \text{ K};$$

$$E = E^0 - 0.0592/n \cdot \log[\text{red}]/[\text{ox}] : \text{ משוואת נרנסט}$$