

"כימיאדה" - האולימפיאדה הארצית בכימיה

לתלמידי כיתות י"א ו-י"ב בבתי ספר תיכוניים

שלב הגמר

22.04.2009

חלק א'

כימיה כללית ואי-אורגנית

שאלה 1

1.1 קבעי מספרים קוונטיים (n, l, m_l) לאורביטלים הבאים:

א. $1s$ ב. $2p$ ג. $3d$

(n - מספר קוונטי ראשי, l - מספר קוונטי אורביטלי, m - מספר קוונטי מגנטי)

1.2 חשבי תדירות של קו ספקטרום המימן האטומי שתואמת את מעבר האלקטרון ממצב $n=4$

למצב $n=2$. השתמשו בערך תדירות הקו לחישוב אורך גל הקרינה.

$$\Delta E = h\nu = hc/\lambda, \quad h(\text{Planck's constant}) = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{sec}, \quad c(\text{speed of light}) = 3 \cdot 10^8 \text{m}\cdot\text{s}^{-1},$$

λ - אורך גל, ΔE - הפרש אנרגיה בין שתי רמות; משוואת רידברג (R_H - קבוע רידברג):

$$\Delta E = R_H(1/n_i^2 - 1/n_f^2), \quad i = \text{initial}, \quad f = \text{final}; \quad R_H = 2.18 \cdot 10^{-18} \text{J}$$

שאלה 2

ריכוז של מיקרו חלקיקים של $\text{He}(g)$ ($M_{\text{He}} = 4.003 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}$) שווה $1.2 \cdot 10^{18} \text{cm}^{-3}$ בנפח 15.0L

ובטמפרטורה $2.5 \cdot 10^6 \text{K}$. קבעי מסה ולחץ של $\text{He}(g)$.

$$(n = P/(k_B T [m^{-3}] = P/k_B T \cdot 10^6) [cm^{-3}])$$

(N/V = ריכוז חלקיקים, P - לחץ ב-Pa, T - טמפרטורה ב-K, $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23}$ (קבוע בולצמן)).

שאלה 3

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

תערובת $\text{Cl}_2(g)$ ו- $\text{H}_2(g)$ נוצר $\text{HCl}(g)$. בהקרנת התערובת שנמצאת בכלי שנפחו 10L ע"י מנורת

כספית ($\lambda = 253.6 \text{nm}$) בעוצמה של 10W נוצרים 65mmol HCl כשמשך ההקרנה הוא 2.5s . תוך

כדי כך התערובת הגזית סופגת 2% של אנרגיית האור.

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

3.1 חשבי את אורך גל האור, שבו ניתן לצפות לדיסוציאציה של Cl_2 באור.

3.2 קבעי ניצולת קוונטית של התגובה הפוטוכימית להיווצרות $\text{HCl}(g)$. (ניצולת קוונטית של

תגובה היא היחס בין מספר המולקולות שנוצרו לבין מספר קוונטים של אור שנספגו).

3.3 הסברי את המנגנון של תגובת היווצרות $\text{HCl}(g)$.

שאלה 4

נקבע בעזרת ניסויים שליון $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ יש תכונות פארא מגנטיות, וליון $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ תכונות דיאמגנטיות ($\mu = 0$). בעזרת השיטה של קשרי ערכיות, הסברי/י מהי ההיברדיזציה של אורביטלים אטומיים הנוצרת בעת היווצרות היונים, ותארי/י את המבנה שלהם בעזרת דיאגראמת אכלוס האלקטרונים בכל אחד.

שאלה 5

זמן מחצית החיים של האיזוטופ הרדיואקטיבי של הפחמן C-14 הוא 5,715 שנים. הפירוק מלווה בקרינת β . הפחמן C-14 נוצר באטמוספירה כתוצאה מתגובה של ניוטרונים חופשיים (שנוצרו בהשפעת קרינת החלל) עם אטומי חנקן. כמרכיב של CO_2 , איזוטופ זה מגיע לאורגניזמים חיים, ולאחר מכן מתווסף להרכב החומרים האורגניים. עקב חילוף החומרים הקבוע כמות הפחמן C-14 נשארת קבועה לאורך חיי האורגניזם. לאחר מוות האורגניזם הפחמן מפסיק להגיע, וכמות הפחמן C-14 מתחילה לרדת כתוצאה מפירוק רדיואקטיבי. קביעת גיל הממצאים המאובנים ממוצא אורגני בעזרת הפחמן C-14 מבוססת על ההנחה, כי כמות הפחמן C-14 באטמוספירה הייתה קבועה לאורך אלפי שנים.

5.1 רשום/י את המשוואות של התגובות הגרעיניות הבאות:

(i) תגובה של אטום החנקן-14 עם ניוטרון.

(ii) פירוק הפחמן-14 (אחד מתוצרי התגובה הוא אלקטרון).

5.2 חשבי/י את קבוע מהירות הפירוק של הפחמן-14 (ביחידות $1/h$). לצורך חישוב הנח/י כי שנה אחת=8766 שעות.

5.3 בחוף ים המלח מצאו מגילה עתיקה. מדדו את דגימת הפחמן שלה במשך 20 שעות וקיבלו 14000 פירוקי- β של פחמן-14 לגרם אחד של פחמן. דגימת הפחמן של אורגניזם חי נותנת 18400 פירוקים במשך 20 שעות.

חשבי/י לפני כמה שנים חיו הכבשים, שמעורם יצרו את המגילה. השתמשו/י בנוסחה:

$$k \cdot t = \ln N_0 / N_t ; N = N_0 \cdot e^{-kt}; e \approx 2.718. \quad k = \ln 2 / \tau; \ln 2 = 0.6931;$$

$$t = -1 / k \ln (N / N_0) = - \tau / \ln 2 \cdot \ln (N / N_0)$$

N_0 – הוא מספר האטומים הרדיואקטיביים בתחילת הפירוק, N – הוא מספרם בזמן t ,

κ – הוא קבוע ההתפרקות (דעיכה); זמן מחצית החיים, τ , מוגדר כזמן שעובר עד שנותרים מחצית

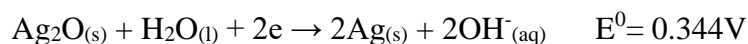
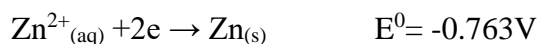
$$N(\tau) = 1/2 N_0; \tau = \ln 2 / \kappa \approx 0.6931 / \kappa$$

חלק ב'

אלקטרוכימיה וכימיה פיסיקלית

שאלה 1

תא חשמלי הוא מנגנון שבו העברת אלקטרונים (e) מתרחשת בדרך חיצונית, ולא בין מגיבים. הסוללה מכילה אבץ ותחמוצת כסף (Zn – Ag₂O) שמשמשים במכשירי שמיעה ובשעונים חשמליים. מתרחשות חצאי התגובות הבאות:



1.1 ציין/י איזה חומר עובר חמצון ואיזה עובר חיזור בתא החשמלי הנתון בזמן פעילותו.

1.2 לאיזו אלקטרודה יש מטען חיובי, ולאיזו מטען שלילי?

1.3 קבע/י את E⁰ של התא החשמלי הנתון בתנאים סטנדרטיים:

(טמפרטורה - 0°C; 273.15K; לחץ - 1atm; 1.013·10⁵Pa).

שאלה 2

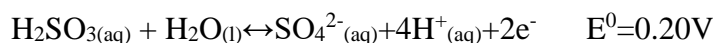
קבע/י האם אפשרית תגובת דיספרופורציונציה: $3\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow 2\text{HNO}_{3(\text{aq})} + \text{NO}_{(\text{g})}$

טבלת נתונים

חומר	NO _{2(g)}	H ₂ O _(l)	HNO _{3(aq)}	NO _(g)
ΔG ⁰ ₂₉₈ (kJ/mol)	51.84	-237.5	-110.66	86.69

שאלה 3

חשבי/י את פוטנציאל החמצון - חיזור (E) של התהליך $\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_3^{2-}$ אם התמיסה מכילה 2.9mol/l H^+ , $0.001\text{mol/l SO}_4^{2-}$, $0.05\text{mol/l SO}_3^{2-}$.



(משוואת נרנסט: $E = E^0 + 0.059/n \log c_{\text{ox}} / c_{\text{red}}$, n - מספר אלקטרונים, c_{ox}, c_{red} - ריכוזים)

שאלה 4

חשבי/י את הפוטנציאל של אלקטרודת כסף בתמיסה רוויה של AgCl של $(K_{\text{sp}} = 1.8 \cdot 10^{-10})$.



E⁰ - פוטנציאל סטנדרטי של חמצון-חיזור, n - מספר אלקטרונים

(ריכוז) a - פעילות יונים.

שאלה 5

אנרגיית השפעול עבור תגובת פירוק אוזון (O_3) ללא זרז שווה ל- 75.24 kJ/mol (E_1), ועם זרז Cl_2 (E_2) 50.14 kJ/mol .

5.1 פי כמה תעלה מהירות התגובה עם זרז, אם התגובה מתרחשת בטמפרטורה של 25°C ?

(Arrhenius equation $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$, A - פקטור תדירות, T - טמפרטורה K , R - קבוע הגזים

$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, אנרגיית האקטיבציה לתהליך, $e = 2.718$).

5.2 הסברי את תלות קבוע מהירות התגובה באנרגיית השפעול.

5.3 אם קבוע המהירות של תגובה אחת, k_1 , גדול מקבוע המהירות של תגובה שנייה, k_2 , אז איזה

מהיחסים בין אנרגיות השפעול של תגובות אלה הוא נכון?

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

שאלה 6

תנונה תגובת ההיווצרות של אדי מים: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

6.1 חשבי את ΔG° של התגובה ב- 1000°K אם ידוע כי אנטלפיית התגובה היא

$\Delta H^\circ_{1000} = 35040 \text{ J/mol}$ ושינוי האנטרופיה $\Delta S^\circ_{1000} = 32.11 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

6.2 חשבי את הערכים של קבוע שיווי-המשקל (חלק ממספר המולים K_x , K_c , K_p) עבור תגובה זו

ב- 1000°K .

6.3 קבעי את ההרכב (באחוזים) של תערובת גזים בשיווי משקל ב- 1000°K , אם ידוע שההרכב

ההתחלתי היה 35% (לפי נפח) של H_2 , 45% של CO ו-20% של H_2O .

6.4 חשבי את אנטלפיית התגובה (ΔH°_{1400}) אם ידועים אנטלפיית התגובה ΔH°_{1000} (ראה י

לעיל) וקיבולי החום הסולריים של הגזים C_p° עבור תחום הטמפרטורות $1000 - 1400 \text{ K}$.

טבלת נתונים:

חומר	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
C_p ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$42.31 + 10.09 \cdot 10^{-3} T$	$27.40 + 3.2 \cdot 10^{-3} T$	$28.34 + 4.14 \cdot 10^{-3} T$	$30.09 + 10.7 \cdot 10^{-3} T$

$$\int_a^b (C_1 + C_2 x) dx = C_1 (b - a) + 0.5 C_2 (b^2 - a^2)$$

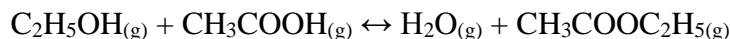
נזכיר כי:

לאיזו מסקנה לגבי סטיית שיווי המשקל בתערובת הנתונה עם עליית הטמפרטורה את/ה יכול/ה

להגיע? (העזר במשוואת van't Hoff בתנאים איזובריים: $-d \ln K_p / dT = \Delta H / RT^2$)

שאלה 7

בטבלה שלפניך נתונים ערכים של קבועי שיווי – משקל וטמפרטורות של התגובה הבאה :



423 K (T ₁)	573 K (T ₂)	טמפרטורה
30.0 (K ₁)	9 (K ₂)	קבוע שיווי - משקל

חשבי את קבוע שיווי – המשקל של התגובה בטמפרטורה של 473 K.

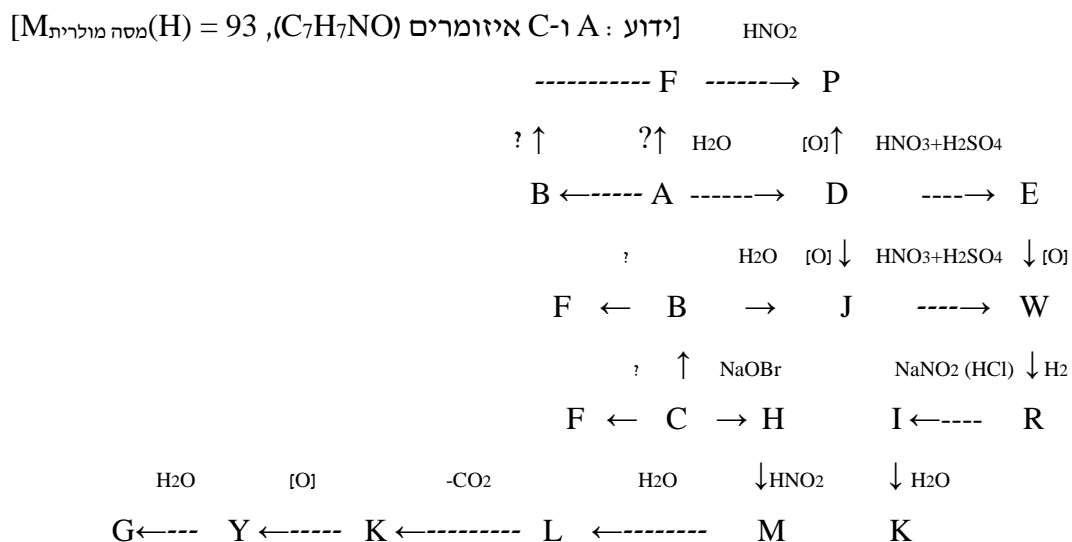
$$(\ln(K_{c2} / k_{c1}) = \Delta H^0 \Delta T / RT_2 T_1)$$

חלק ג'

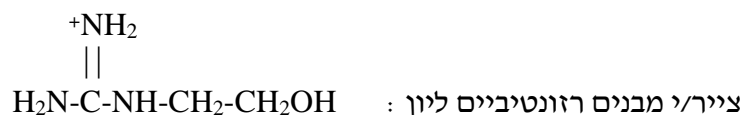
כימיה אורגנית

שאלה 1

רשום/י את משוואות התגובות וקבעי נוסחאות המבנה של התרכובות בתזרים הבא :



שאלה 2

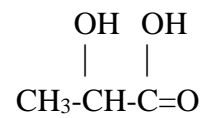


שאלה 3

כתובי את נוסחת המבנה עבור התרכובת : Z-1-bromo-1chloro-2methyl-1butene

שאלה 4

הנוסחה של חומצת חלב היא :



האם אפשריים S, R של הקונפיגורציה? אם כן, תארי אותם.

שאלה 5

באיזו צורה צריך להיות האלאנין ($\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$) בתמיסה בסיסית ובתמיסה חומצית? תארי מבנה אפשרי.

שאלה 6

גלוטטאון תלת-פפטיד נמצא בהרכב של רוב התאים. הידרוליזה חלקית שלו מביאה להיווצרות דו-פפטידים : Cys-Glu; Gly-Cys . אילו מבנים הם אפשריים עבור גלוטטאון?

בהצלחה!!!

"כימיאדה"

האולימפיאדה הארצית בכימיה
לתלמידי כיתות יא'-יב
בבתי - ספר תיכוניים

שלב גמר

יום ד' כח' אייר תשס"ט, 22.4.2009

הוראות:

1. משך המבחן 150 דקות.
2. יש לענות על כל השאלות.
3. אין להשתמש בכל חומר עזר מלבד המערכה המחזורית המצורפת ומחשבון.

בהצלחה.

© כל הזכויות שמורות

