

"כימיה"אדה"

האולימפיאדה הארצית בכימיה לתלמידי כיתות י"א-י"ב

בבתי ספר תיכוניים

שלב ג' (22.04.2010)

חלק א': כימיה כללית ואי-אורגנית

שאלה 1

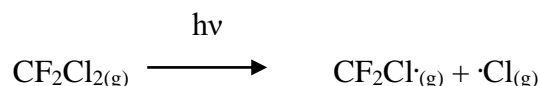
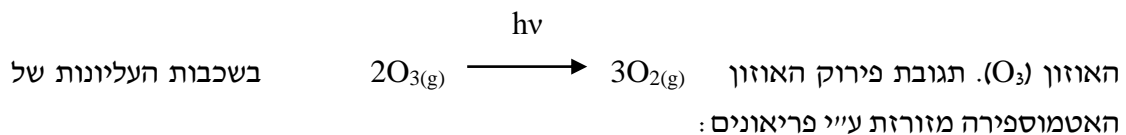
קבעי מספרים קוונטיים (n, l, m_l) ל-אורביטל: **א.** $1s$ **ב.** $2p$ **ג.** $3d$
 (n- מספר קוונטי ראשי, l - מספר קוונטי אורביטל, m - מספר קוונטי מגנטי).

שאלה 2

היסוד ה-118 נתגלה בשנת 2005. אחרי התנגשות בין גרעין ^{48}Ca (calcium-48) וגרעין מטרה ^{249}Cf (californium-249) נצפו 3 דעיכות α שהחלו מהיסוד ה-118, בעל מסה 294.
2.1 כתוב את המשוואות המאוזנות של תגובת הסינתזה ודעיכת ה- α של היסוד ה-118.
2.2 לאיזו קבוצה בטבלה המחזורית שייך היסוד ה-118? כתוב את הקונפיגורציה האלקטרונית שלו תוך שימוש בגז אציל ובאורביטלי spdf.
2.3 חשבי בעוד כמה שנים יישארו 0.3 גרם מתוך 2.0 גרם Ra, אם זמן מחצית-החיים שלו שווה ל-1620 שנים. $(m = m_0 \times 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}})$, כאשר: m_0 - היא מסת הדגם הרדיואקטיבי בנקודת זמן התחלתית, m - מסת הדגם לקראת נקודת זמן מסוימת, t - הזמן, $T_{1/2}$ - זמן מחצית החיים).

שאלה 3

3.1 מדענים גילו שכלורו-פלוואורו-מתאנים (פריאונים; תרכובות בעלות נוסחה כללית $(\text{CF}_x\text{Cl}_{4-x}; x = 1,2,3)$, המשמשים במיכלי ריסוס ובמתקני קירור, מפרקים את שכבת האוזון בסטרטוספירה. בהשפעת קרינת השמש, הפריאונים מתפרקים. אור באורכי גל שבין 190-225 nm מפרק את קשרי C-Cl ומתקבלים אטומי כלור חופשיים שמגיבים במהירות עם



3.1 רשום/י את משוואת הפוטוליזה (פירוק בעזרת אור) של האוזון בנוכחות CF_2Cl_2 .

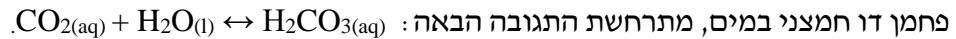
3.2 אנרגיית הפירוק (דיסוציאציה) של הקשר C-Cl היא בערך 210 kJ/mol. קבעי את אורך הגל המכסימלי של הפוטון שמסוגל לגרום לפירוק הקשר C-Cl.

תדירות הקרינה ν - $(E=h\nu, h(\text{Planck constant}) = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s})$

Energy of photon $E=h\cdot c\cdot\lambda^{-1}$; $c(\text{speed of light}) = 3.00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $N_A=6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

שאלה 4

תרכובות בעלות קשרים כפולים יכולות להתנהג בדומה לחומצות לואיס. למשל: כאשר ממיסים



4.1 ציירי את נוסחאות המבנה של מים (H_2O) ופחמן דו חמצני (CO_2). הצעי מנגנון לתגובת

חומצה-בסיס לפי לואיס בין CO_2 ל- H_2O , שכתוצאה ממנה נוצרת תמיסה חומצית של חומצה פחמתית.

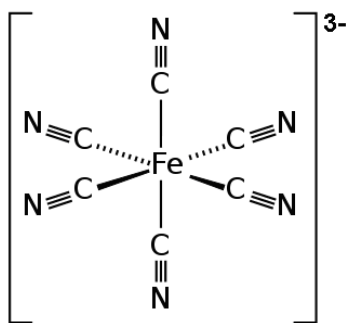
4.2 קבעי מהי ההיברידיזציה של אטום הפחמן (C) בתרכובת CO_2 וביון CO_3^{2-} .

4.3 כמה קשרי σ (סיגמא) וכמה קשרי π (פאי) ישנם ב- CO_2 וב- CO_3^{2-} ?

4.4 ציירי מבנים רזונטיביים ליון CO_3^{2-} .

שאלה 5

לפניך מבנה של יון-קומפלקסי $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$:



5.1 תאי שם ליון הקומפלקסי, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$.

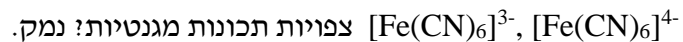
5.2 קבעי את מספר הקואורדינציה של הברזל ביון



5.3 מהי דרגת החמצון של הברזל בקומפלקס $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$?

כמה אלקטרונים בלתי מזווגים יש לו?

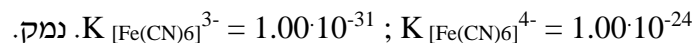
5.4 לאיזה מהקומפלקסים הבאים:



5.5 עבור אטום הברזל, תארי את הקישור בקומפלקס $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ לפי תאוריית הקישור

הוולנטי (Valence Bond) וקבעי איזה אורביטלים משתתפים בהיברידיזציה.

5.6 איזה מהיונים הקומפלקסים יציב יותר, אם ידוע כי



5.7 לפניך תגובה המתרחשת בין אבקת ברזל לציקלופנטאדיאן (נוסחה מולקולרית: C_5H_6)



i. און את המשוואה הנ"ל, וקבעי את נוסחת הקומפלקס האורגני שיתקבל.

ii. ציירי את נוסחת המבנה של הקומפלקס. נמק.

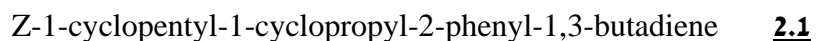
חלק ב': כימיה אורגנית**שאלה 1**

רשום/י את האיזומרים המבניים (ציס וטרנס) של החומצה הקרבוקסילית $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$. ידוע

שהחומצה מגיבה עם מימן (זרז Pt).

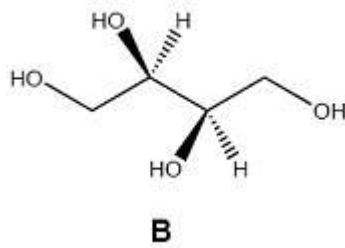
שאלה 2

כתובי את נוסחאות המבנה עבור התרכובות:



E-2-phenyl-2-butene 2.2 $\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{HCO}_2\text{H}$: "שיטת פישר" לסטריאו-איזומרים 2.3 $\text{CH}_3\text{CHBrCBr}(\text{CH}_3)\text{COOH}$: נוסחת-ניומן (אחת) לתרכובת: 2.4שאלה 3

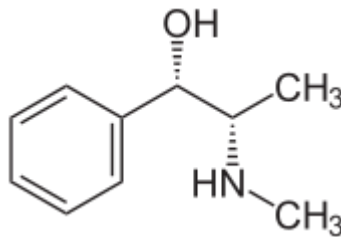
תן/י שם (S, R) לתרכובת (B):

שאלה 4

סמן/י בכוכבית את אטומי הפחמן האסימטריים של גלוקוז ($\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{COH}$). על סמך המספר שלהם, נבא/י את מספר הסטריאו-איזומרים של הגלוקוז. כלול/י את ההגלוקוז במספר זה.

שאלה 5

5.1 ציין/י אילו אטומי פחמן בתרכובת הבאה הם כיראליים:



(1) Pseudoephedrine

Pseudoephedrine(1) + $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(98\%) \rightarrow \text{Methcathinone}(2) + ? + ?$ 5.2

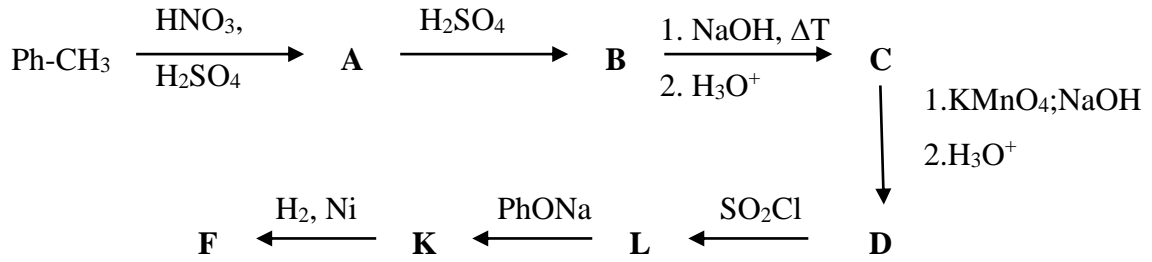
i. רשום/י את הנוסחאות המולקולריות של התרכובות (1), (2).

ii. אזור/י את התגובה לעיל בעזרת שני חצאי תגובות.

iii. קבע/י מהו החומר המחמצן ומהו החומר המחזור.

שאלה 6 $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{NO}_2)\text{CO}_2\text{Ph}$: 4-amino-2-hydroxybenzoic acid (phenyl-aminosalicylate)משמש כתרופה לטיפול בשחפת (Tuberculosis). $\text{Ph}-\text{CH}_3$ (Toluene) הוא החומר הראשוני עבור

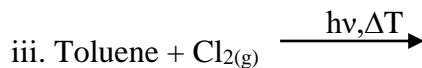
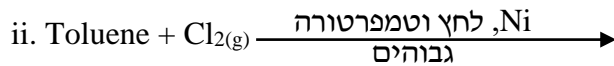
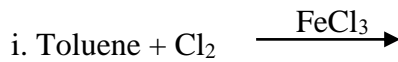
סינתזה של התרכובת F (4-amino-2-hydroxybenzoic acid), לפי התרשים הבא:



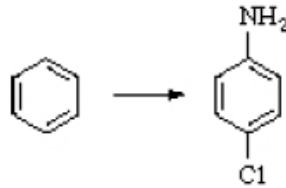
6.1 רשום/י את נוסחאות המבנה של התרכובות: **A, B, C, D, L, K, F**.

6.2 תן/י שמות לתרכובות: **L, D, B**.

6.3 רשום/י משוואות בעזרת נוסחאות המבנה של כל אחד מהחומרים הנתונים, והסבר/י את מנגנוני התגובות הבאות:



6.4



מהי הדרך הטובה ביותר לבצע את הטרנספורמציה המתוארת לעיל?

- | ד. | ג. | ב. | א. |
|--|--|--|--|
| 1. Fe, HCl | 1. HCl, NaNO ₂ | 1. Cl ₂ , Fe | 1. HNO ₃ , H ₂ SO ₄ |
| 2. Cl ₂ , Fe | 2. Fe, HCl | 2. HNO ₃ , H ₂ SO ₄ | 2. Fe, HCl |
| 3. HNO ₃ , H ₂ SO ₄ | 3. HNO ₃ , H ₂ SO ₄ | 3. Fe, HCl | 3. HCl |

שאלה 7

נתונה תרכובת A שנוסחתה הכללית C_nH_{2n+2} ($n=1,2,3,\dots$). בתגובת ברומינציה של התרכובת A באור, התקבל איזומר אחד בלבד, B, שנוסחתו $C_nH_{2n+1}Br$ והצפיפות שלו ביחס לאויר הינה

$$D_{(A)} = 5.207 \quad (M_{(A)} = M_{\text{Air}} \times D_{(A)}) \quad (M_{\text{Air}} \approx 29 \text{g/mol})$$

7.1 מהן הנוסחאות המולקולריות של התרכובות A ו-B? פרטי את חישוביך.

7.2 רשום/י נוסחאות מבנה לפחמימן A ולאיומר B ($C_nH_{2n+1}Br$).

7.3 הסבר/י מדוע בתגובת ברומינציה של הפחמימן A באור התקבל איזומר אחד בלבד, B?

חלק ג': כימיה אנליטית, כימיה פיסיקלית ואלקטרוכימיה

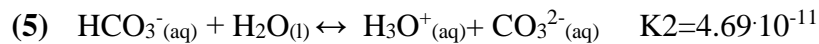
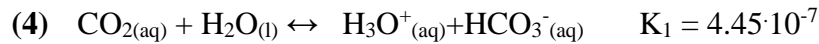
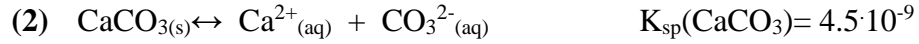
שאלה 1

הסיבה לריכוז גבוה של סידן במים טבעיים העוברים דרך שכבת גיר (CaCO_3) היא מסיסות הגיר,

בהתאם למשוואה הבאה: $(1) \text{CaCO}_3(s) + \text{CO}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \leftrightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{HCO}_3^-(aq)$

תהליך זה הינו הפיך, ומבוקר על ידי תגובות שיווי המשקל 2-5 עם קבועים מתאימים,

$:(K_{sp}(\text{CaCO}_3), K_1, K_2, K(\text{CO}_2))$



1.1 רשום/י נוסחה לחישוב קבוע שיווי המשקל (K) של תגובת מסיסות הגיר (1), וחשבי את

הערך שלו.

1.2 רשום/י נוסחה לחישוב ריכוז ה- Ca^{2+} בלחץ חלקי ידוע של CO_2 באוויר. חשבי את ריכוז ה-

Ca^{2+} (ב- mol/L) בלחץ חלקי של CO_2 $p(\text{CO}_2) = 3.66 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$.

1.3 ריכוז ה- Ca^{2+} במי נהר הוא 80mg/L. מהו הלחץ החלקי של CO_2 (ב- atm) באוויר מעל

הנהר?

1.4 איזה נפח של חומצת HCl בריכוז של 0.09132mol/L יידרש לטיטרציה של 100ml מי

הנהר?

שאלה 2

עירבבו 0.100 ליטר תמיסת $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ בריכוז $3.0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ עם 0.400 ליטר תמיסת Na_2SO_4

בריכוז $5.0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

2.1 רשום/י ואזן/י את משוואת התגובה.

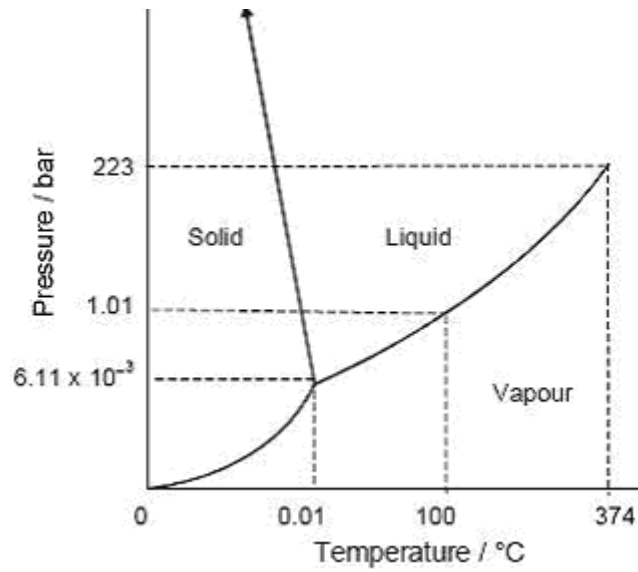
2.2 חשבי את מכפלת הריכוזים היוניים, Q, השווה/י את התוצאה לקבוע מכפלת המסיסות, K_{sp}

וקבעי האם יתרחש שיקוע של PbSO_4 . $(K_{sp}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \cdot 10^{-8})$.

שאלה 3

מים הם החומר הנפוץ ביותר על כדור הארץ.....מים הם חיים!

מים קיימים בשלוש פאזות: מוצקה (קרח), נוזלית וגזית. לפניך דיאגרמת הפאזות של מים:



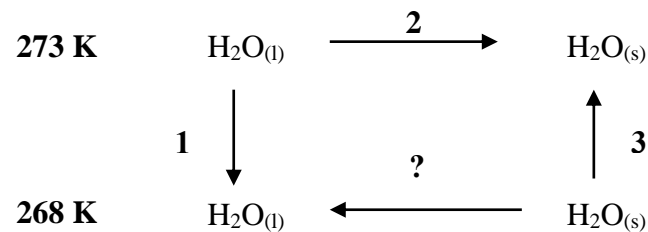
3.1 באיזה טמפרטורה ולחץ כל שלוש הפאזות של מים נמצאות בשיווי משקל?

3.2 קבעי בעזרת דיאגרמת הפאזות כיצד ירידת הלחץ משפיעה על טמפרטורת הרתיחה של המים ועל טמפרטורת ההתכה של הקרח.

3.3 חשבי את שינוי האנטרופיה בהפיכה לקרח של 1000g מים בטמפרטורה של -5°C , אם ידוע שבטמפרטורה של 0°C , $\Delta H_{\text{התכה}} = 6008 \text{ J/mol}$.

$$\left(C_{p(s)} = 34.7 \text{ J/mol} \cdot \text{K}; C_{p(l)} = 75.3 \text{ J/mol} \cdot \text{K}; \Delta S = \frac{\Delta H}{T}; \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT \right)$$

(היעזרי בתרשים הבא, של שינויי האנטרופיה בתהליך ההפיכה לקרח).



3.4 הסברי מדוע בתהליך הקפיאה הספונטאני האנטרופיה קטנה?

שאלה 4

נתון תא אלקטרוכימי המתואר בצורה סכימתית:



מדדו את מתח התא, E. בטבלה שלפניך נתונה התלות של E בטמפרטורה:

| 30 (t) | 20 | 10 (t ₀) | t, (°C) |
|--------------------------|--------|---------------------------|---------|
| 1.5566 (E _t) | 1.5675 | 1.5784 (E _{t0}) | E, (V) |

4.1 רשום/י את תגובת האנודה, הקתודה ואת תגובת התא הכוללת.

4.2 חשבו/י את מתח התא ב- 298K, E₂₉₈.

4.3 קבע/י את ΔG₂₉₈ ו-ΔH₂₉₈ של התגובה המתרחשת בתא.

$$\left(E_T = E_{T,0} + \frac{dE}{dT}(T - T_0); \frac{dE}{dT} = \frac{E_T - E_{T,0}}{T - T_0} \right); \quad (\Delta G = -nFE, \Delta G = \Delta H - T\Delta S);$$

F - קבוע פראדי; F=96484.6 J · V⁻¹ · mol⁻¹; n - מספר אלקטרונים, e⁻