



הצעה לפתרון בחינת הבגרות בכימיה

מועד קיץ תשע"ח 2018

סמל שאלון

30% – 037282

הפתרון נכתב על ידי

ד"ר עומר חורש

מצוות מורי רשת החינוך אנקורי

המורים שפתרו את הבחינה מחכים לכם פה

www.ankori.co.il/ask

פרק ראשון – שיווי משקל כימי ואנטרופיה

שאלה 1

א. לפי קצב היעלמות הצבע החום של החומר חנקן דו חמצני.

ב.

i במהלך התגובה יש ירידה באנטרופיה של המערכת כי יש ירידה במספר מולי הגז. יותר חלקיקי גז (הנעים בשלושת אופני התנועה) משמעם יותר אפשרויות לפיזור החלקיקים והאנרגיה במרחב. אנטרופיה היא מדד לפיזור החלקיקים ולפיזור האנרגיה הקיים בחומר, הבא ילדי ביטוי במספר המצבים המיקרוסקופיים האפשריים של המערכת (מבחינת מהירות החלקיקים ומיקומם במרחב). ככל שמספר המצבים המיקרוסקופיים גדול יותר, האנטרופיה גדולה יותר, לכן ירידה במספר מולי הגז פירושה ירידה באנטרופיה של המערכת.

ii האנטרופיה של הסביבה עולה.

iii השינוי באנטרופיה של הסביבה גדול מהשינוי באנטרופיה של המערכת. נימוק:

$$\Delta S_{\text{יקום}} = \Delta S_{\text{מערכת}} + \Delta S_{\text{סביבה}}$$

מכיוון התגובה ספונטנית השינוי באנטרופיה של היקום הוא חיובי. מכיוון שקבענו שהשינוי באנטרופיית המערכת הוא שלילי, הרי השינוי באנטרופיית הסביבה צריך להיות חיובי גדול יותר, כדי שיתקבל ערך חיובי לשינוי באנטרופיית היקום.

ג. בכלי II בתגובה הגיעה למצב שיווי משקל מהר יותר משום שהטמפרטורה בו גבוהה יותר. ככל שהטמפרטורה יותר גבוהה המולקולות נעות מהר יותר, ומתקיימות יותר התנגשויות פוריות, המובילות ליצירת תוצרים, ביחידת זמן. כמו כן, ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, ליותר מולקולות במדגם יש אנרגיה לפחות בסף אנרגיית השפעול והן יכולות ליצור יותר תצמידים משופעלים שיובילו ליצירת תוצרים.

ד. i הערך 0.025 מתאים לטמפרטורה של 500K ואילו הערך 170 מתאים לטמפרטורה של 298K.

הסבר: התגובה הישירה היא אקסותרמית, לכן ההפוכה לה היא אנדותרמית. בחימום, תועדף התגובה האנדותרמית, שתביא על פי עקרון לה שטלייה, להקטנת ההפרעה למערכת, כלומר לקירור. בחימום התגובה תיטה לכיוון המגיבים ולכן קבוע שיווי המשקל יקטן (יגדל ערך המכנה ויקטן ערך המונה בביטוי).

ii בכלי II שהוחזק בטמפרטורה גבוהה יותר ריכוז $N_2O_{4(g)}$ קטן יותר. כפי שהוסבר בסעיף ד, בחימום תועדף התגובה ההפוכה (לכיוון המגיבים) ולכן ריכוז התוצר, $N_2O_{4(g)}$ יקטן.

$$K_c = [\text{N}_2\text{O}_{4(g)}] / [\text{NO}_{2(g)}]^2$$

נסמן ב- X את ריכוז $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ ונציב (הפח הכלי הוא 1 ליטר ולכן מספר המולים שווה לריכוז)

$$X / (0.03)^2 = 170$$

$$X = 0.153 \text{ M}$$

ה. הריכוז של $\text{NO}_{2(g)}$ יהיה גדול יותר. ננמק לפי עקרון לה שטלייה. הוספת $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ גרמה לעליית ריכוזו בכלי, לכן תועדף התגובה שתביא לתיקון ההפרעה, כלומר שתגרום להורדת ריכוזו של $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$. לכן תועדף התגובה ההפוכה שתביא לעלייה בריכוז $\text{NO}_{2(g)}$.

שאלה 2

i .א

$$\Delta S^0 = \sum S^0_{\text{תוצרים}} - \sum S^0_{\text{מגיבים}} = [(4 \times 189) + (4 \times 214)] - [(5 \times 205) + 2X] = 59$$

$$59 = [756 + 856] - [1025 + 2X]$$

$$X = 264 \text{ J/K}$$

ii

$$\Delta H^0 = \sum H^0_{\text{תוצרים}} - \sum H^0_{\text{מגיבים}} = [(-242 \times 4) + (-394 \times 4)] - [(-166 \times 2)] = -2212 \text{ kJ}$$

ב. i חלה עלייה באנטרופיה של הסביבה משום שהתגובה היא אקסותרמית, חלה עלייה בכמות האנרגיה בסביבה (או להסביר לפי הביטוי המתמטי).

ii במהלך התגובה יש עלייה באנטרופיה של המערכת כי יש עלייה במספר מולי הגז. יותר חלקיקי גז (הנעים בשלושת אופני התנועה) משמעם יותר אפשרויות לפיזור החלקיקים והאנרגיה במרחב. אנטרופיה היא מדד לפיזור החלקיקים ולפיזור האנרגיה הקיים בחומר, הבא ילדי ביטוי במספר המצבים המיקרוסקופיים האפשריים של המערכת (מבחינת מהירות החלקיקים ומיקומם במרחב). ככל שמספר המצבים המיקרוסקופיים גדול יותר, האנטרופיה גדולה יותר, לכן עלייה במספר מולי הגז פירושה עלייה באנטרופיה של המערכת.

iii. התגובה היא ספונטנית בטמפרטורת החדר משום שהשינוי באנטרופיית היקום הוא חיובי.

$$\Delta S_{\text{יקום}} = \Delta S_{\text{מערכת}} + \Delta S_{\text{סביבה}}$$

מכיוון שגם ערך השינוי באנטרופיית המערכת הוא חיובי וגם השינוי באנטרופיית הסביבה הוא חיובי, הרי שהשינוי באנטרופיית היקום הוא גם חיובי (גדול מאפס).

ג. i האנטרופיה המולקולרית התקנית של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$ קטנה יותר (ושל החומר במצב גזי גדולה יותר). לחומר במצב נוזל אנטרופיה קטנה יותר. במצב גז, לעומת נוזל, המולקולות נעות מהר יותר וביותר אופני תנועה, תנודה, סיבוב ומעתק בגז לעומת תנודה וסיבוב בנוזל. כך גדל מספר האפשרויות של פיזור החלקיקים והאנרגיה במרחב. אנטרופיה היא מדד לפיזור החלקיקים ולפיזור האנרגיה הקיים בחומר, הבא לידי ביטוי במספר המצבים המיקרוסקופיים האפשריים של המערכת (מבחינת מהירות החלקיקים ומיקומם במרחב). ככל שמספר המצבים המיקרוסקופיים גדול יותר, האנטרופיה גדולה יותר, לכן במצב גז גדולה מאשר של אותו חומר באותה כמות במצב נוזל.

ii לא. כדי שהתגובה תהיה ספונטנית צריך להתקיים:

$$\Delta S_{\text{יקום}} = \Delta S_{\text{מערכת}} + \Delta S_{\text{סביבה}} > 0$$

מכיוון שקבענו ש- $\Delta S_{\text{מערכת}}$ יורד, כלומר שלילי, הרי שהביטוי ל- $\Delta S_{\text{סביבה}}$ חייב להיות חיובי גדול יותר על מנת שהתגובה תהיה ספונטנית. מכיוון שגודל ביטוי זה תלוי בטמפרטורה, לא בכל טמפרטורה גודלו יעלה על השינוי באנטרופיית המערכת.

ד. i נחשב לפי:

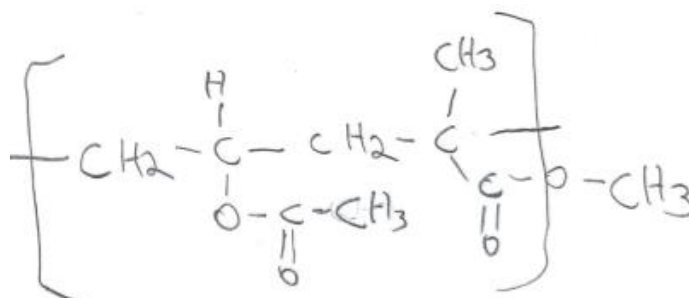
$$\Delta S_{\text{סביבה}} = -\Delta H / T = -(-2160 \times 1000 / 280) = 7714.3 \text{ J/K}$$

ii -A מתאים למגיבים של תגובה 1, B מתאים למגיבים של תגובה 3.

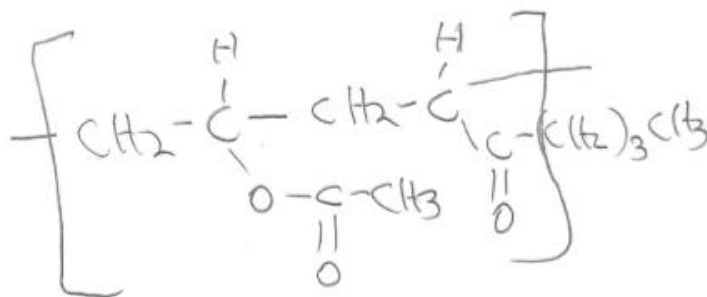
פרק שני – פולימרים

שאלה 3

א. i קטע מייצג לקופולימר A (אפשר גם ללא סוגריים):



ii קטע מייצג לקופולימר B (אפשר גם ללא סוגריים):



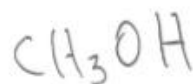
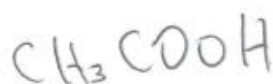
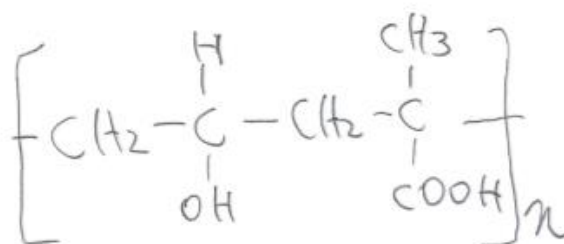
iii שני הפולימרים, A ו-B, מתקבלים בשיטת סיפוח.

ב. i. במולקולות המים ובמולקולות הגליצרול יש אטומי מימן חשופים מאלקטרוניים אשר יכולים ליצור קשרי מימן עם אטומי חמצן בקבוצות הצד של הפולימר.

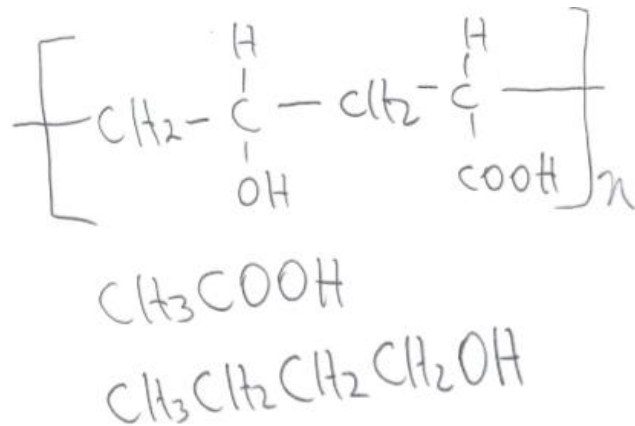
ii בגליצרול יש יותר אטומי מימן חשופים מאלקטרוניים היכולים ליצור קשרי מימן, ובנוסף הוא יכול ליצור אינטראקציות ואן דר ואלס עם שרשראות הפולימר, לכן נוצרים קשרים חזקים יותר בינו לבין שרשרות הפולימר והוא פחות נדיף.

ג. בקופילמר A קבוצות צד קטנות יותר, לעומת קופולימר B, לכן מתאפשרת אריזה צפופה יותר של שרשרות הפולימר, הן צפופות יותר. לפיכך, לגזים כגון החמצן שבאוויר יותר קשה לחדור (לפעפע) דרכן ולהגיב עם הברזל ליצירת חלודה.

ד. i. תוצרי ההידרוליזה של קופולימר A:



ii תוצרי ההידרוליזה של קופולימר B :



ה. סיבה 1 : בתוצר ההידרוליזה קבוצות צד פחות נפחיות, המאפשרות אריזה צפופה יותר של השרשראות, לפיכך חוזק הקשרים ביניהן עולה ועולה T_m .

סיבה 2 : בין השרשראות של תוצר ההידרוליזה יכולים להיווצר קשרי מימן, שהם חזקים יותר מאינטראקציות ואן דר ולס (בלבד) שיכולות להיווצר בין שרשרות הקופולימר, לפיכך חוזק הקשרים ביניהן עולה, ועולה T_m .

שאלה 4

א. אחוז גבישיות גבוה, שרשראות ארוכות ללא קבוצות צדדיות גדולות, קטעים קשיחים בעמוד השדרה.

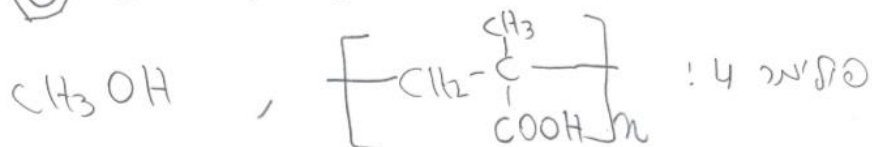
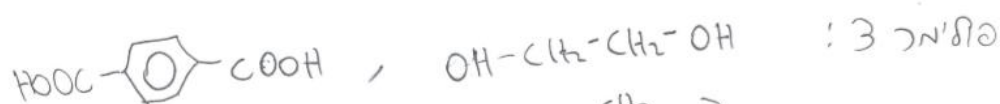
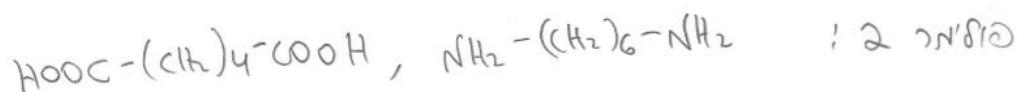
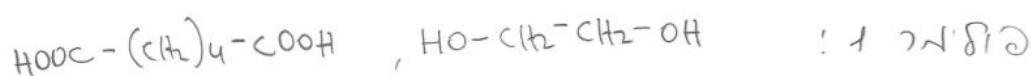
ב. i בפולימר 3 קטעים קשיחים בעמוד השדרה (טבעות בנזן), לעומת פולימר 1 שאין בו מקטעים קשיחים, לכן בפולימר 3 פחות אפשרות פיתול של שרשרות (פחות אזורים אמורפיים), T_g גבוה יותר.

ii לשניהם אחוז גבישיות דומה בשל אזורים קשיחים בעמוד השדרה של הפולימר. בפולימר 2 קשרים אמידיים ובפולימר 3 טבעות בנזן.

ג. i משום שבפולימר 5 לא נוצרים קשרי מימן בין השרשראות, לכן חופש הפיתול שלהן ויצירת אזורים אמורפיים גדול יותר, לכן T_g נמוך יותר.

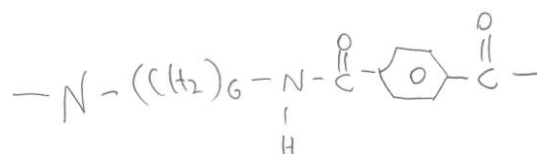
ii שתי סיבות : חסר קטעים קשיחים בעמוד השדרה, קבוצות צדדיות גדולות.

i.ד



ii בפולימר 4 לאחר ההידרוליזה נותרות שרשרות פולימר ארוכות שאינן מתפרקות על ידי מולקולות מים ואינן מתמוססות במים, לכן הוא אינו מתכלה.

ה.



פרק שלישי – כימיה פיזיקלית: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

שאלה 5

א. i נחשב את אורך הגל של הקרינה:

$$E = 1240 / \lambda \rightarrow \lambda = 1240 / 5.8 = 213 \text{ nm}$$

אורך גל זה קצר מאורכי הגל הסגול לכן מתאים לעל סגול.

ii נציב בנוסחה לקבלת התדירות:

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$213 \times 10^{-9} = (3 \times 10^8) / \nu \rightarrow \nu = 1.4 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

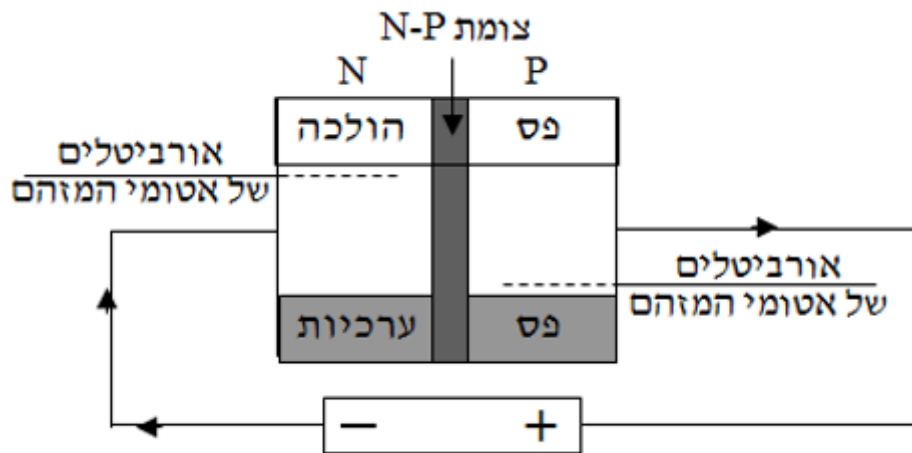
ב. i π^*_{3p} זוהי הרמה הראשונה לאחר הרמה האחרונה המאוכלסת באלקטרונים.

ii החלקיק P_2 יציב יותר משום שיש בו יותר אלקטרונים באורביטלים קושרים לעומת אנטי קושרים מאשר בחלקיק P_2^+ .

ג. בחומר דיפוספן יש קשרים כפולים מצומדים (7), לכן בחומר זה פער האנרגיה בין אורביטלי HOMO לאורביטלי LUMO מצטמצם, אורך הגל שיכול לבלוע מתארך, והוא יכול לבלוע קרינה באורכי גל של האור הנראה, ולפזר קרינה בתחום אורכי הגל של האור הנראה.

ד. i. מוליך למחצה מסוג N, כי מזוהם (עבר הסממה) על ידי אטום מטור מספר 5 (אטום זרחן).

ii



ה. i. פער האנרגיה גדול יותר ב-LED ירוק. לצבע הירוק אורכי גל קצרים יותר, לכן אנרגיית הפוטון שלהם גדולה יותר (שימו לב שמדובר על פליטה ולא על בליעה ופיזור).

ii מכיוון שלא ציינו באילו יחידות לחשב, ניתן לחשב בפשטות ביחידות eV.

תחום אורכי הגל של אור צהוב הם 577-597 ננומטר. נציב בנוסחה:

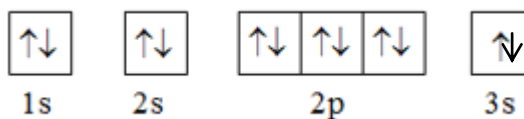
$$E = 1240 / \lambda \rightarrow$$

$$E_{577} = 1240/577 = 2.15 \text{ eV}$$

$$E_{597} = 1240/597 = 2.07 \text{ eV}$$

שאלה 6

א. i דיאגרמת אכלוס אלקטרוניים לאטום מגנזיום :



ii ההיערכות המתאימה היא iii.

פסילת היערכות I : לפיה יש רק 9 אלקטרוניים בעוד שיון מגנזיום מכיל 10 אלקטרוניים.

פסילת היערכות II : זוהי היערכות של יון מגנזיום לא מעורר (אין אלקטרון באורביטל גבוה מרמת היסוד).

ב. i אנרגיית הפוטון הקטנה ביותר שייכת לאורך הגל הארוך ביותר, 592 nm אנרגיה זו היא :

$$E = 1240 / \lambda \rightarrow$$

$$E = 1240 / 592 = 2.1 \text{ eV}$$

ii התדירות הגבוהה ביותר שייכת לאורך הגל הקצר ביותר, 279 nm. נחשב תדירות זאת :

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$279 \times 10^{-9} = (3 \times 10^8) / \nu \rightarrow \nu = 1.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

iii נעזר ב :

$$E = 1240 / \lambda \rightarrow$$

$$3.2 = 1240 / \lambda \rightarrow \lambda = 387.5 \text{ nm}$$

אורך הגל של קו הפליטה הנוסף קטן מ- 469 nm.

ג. i ספקטרום פליטה רציף מכיל את כל אורכי הגל מתחום האדום עד הסגול. ספקטרום פליטה קווי מכיל אורכי גל מסוימים בודדים.

ii בליעת פוטון מעוררת אלקטרון לרמת אנרגיה מסוימת. בפליטה באלקטרון יכול לחזור לרמה שאינה רמת הבסיס ממנו עורר. או בליעת פוטון מאופיינת בעליה ברמת האנרגיה של האטום ופליטת פוטון מאופיינת בירידה ברמת האנרגיה של האטום.

ד. i דיאגרמה III. לאטום מגנזיום 2 אלקטרונים ברמה החיצונית. לכן ל- N אטומי מגנזיום יש $2N$ אלקטרונים, היכולים להיות מאוכלסים ב- N אורביטלים (כל אורביטל מכיל שני אלקטרונים). בדיאגרמה III יאוכלסו כל האלקטרונים בפס הערכיות ולא יהיה פער אנרגיה אסור בין פס הערכיות לפס ההולכה, כך שאלקטרונים יוכלו לעבור בחופשיות בין הפסים, כמאפיין מתכת, מגנזיום, מוליך חשמל.

ii דיאגרמה II. פער האנרגיה האסור נמצא בין פס הערכיות לפס ההולכה.