



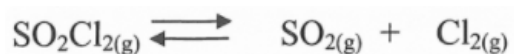
הצעה לפתרון בחינת הבגרות בכימיה
מועד קיץ תשפ"א 2021

סמל שאלון
30%

הפתרון נכתב על ידי
שושי רשי ודניאל פרץ
מצוות מורי רשת החינוך אנקורי

המורים שפתרו את הבחינה מחכים לכם פה

www.ankori.co.il/ask



א. i.

$$K_C = \frac{[\text{Cl}_2(\text{g})][\text{SO}_2(\text{g})]}{[\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})]}$$

ii. $T=648 \text{ K}$, $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ מול 1, $V = 1\text{L}$.

$C = 1\text{M}$ בהתחלה, ובשיווי משקל $C = 0.809\text{M}$, כלומר הגיב $1 - 0.809 = 0.191 \text{ mol}$

(כי הנפח 1 ליטר וקבוע אז המול כמו הריכוז).

לפי היחס בתגובה נוצרו 0.191 מול מכל אחד מהתוצרים

$$k_c = \frac{(0.191)(0.191)}{(0.809)} = 0.045 \text{ כך ש-}$$

iii. הלחץ בכלי עלה כי מספר מולי הגז גדל. מכל מול חומר גז נקבל 2 מולים.

ב.

i. לאחר הוספת $\text{Cl}_2(\text{g})$ המערכת יצאה משיווי משקל כי כעת יש יותר תוצרים ביחס למגיבים.

ii. בעקבות הוספת $\text{Cl}_2(\text{g})$ קצב התגובה ההפוכה עלה כי כעת מנת הריכוזים Q גדולה

מערך K_C מאחר ויש יותר תוצרים ביחס למגיבים. יותר תוצרים יתפרקו חזרה למגיבים

עד ש- Q יהיה שווה שוב ל- K_C . (ניתן להסביר גם לפי מודל ההתנגשויות)

iii. בעקבות הוספת $\text{Cl}_2(\text{g})$ ריכוז $\text{SO}_2(\text{g})$ ירד.

ראינו שהתגובה ההפוכה תתגבר (סעיף קודם) מה שאומר ש- $\text{SO}_2(\text{g})$ יגיב

לתת $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g})$ כך שריכוז $\text{SO}_2(\text{g})$ קטן בעקבות ההוספה.

ג. בכדי לדעת מה מצב המערכת, נחשב את Q ביחס ל- K_c . נשים לב שהכלי באותה

טמפרטורה (648K) כך ש- K_c זהה בשני הכלים.

$$C = \frac{0.09}{2} = 0.045 \text{ m} \quad \text{ריכוז החומרים יהיה: } C = 0.045 \text{ m}$$

$$Q = \frac{(0.045)(0.045)}{(0.045)} = 0.045$$

זהו בדיוק ערך K_c . $K_c = Q$, כלומר המערכת בשיווי משקל והלחץ בכלי לא השתנה לאחר הוספת החומרים כי ריכוזי החומרים לא משתנים.

$$\Delta S^\circ > 0 \quad \Delta H_1^\circ > 0 \quad \text{ד.}$$

מערכת

i. אנטרופיית הסביבה יורדת. $\Delta H_1^\circ > 0$ כלומר התגובה אנדותרמית.

אנרגיה עוברת מהסביבה למערכת. האנרגיה בסביבה קטנה ולכן מספר המצבים

המיקרוסקופיים בסביבה קטן ואנטרופיית הסביבה יורדת.

ii. הביטוי לשינוי האנטרופיה בסביבה הוא

$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = -\frac{\Delta H^\circ}{T}$$

אנו יודעים את הטמפרטורה אבל לא את ערך ΔH לתגובה ולכן לא ניתן לחשב את

השינוי באנטרופיית הסביבה.

ה. התגובה אינה ספונטנית ב 648K כך ש- $\Delta S^\circ_{\text{יקום}} < 0$

$$\Delta S^\circ < 0, \Delta S^\circ > 0$$

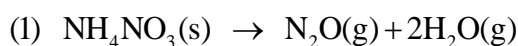
סביבה מערכת
(-) (+)

$$\Delta S^\circ = \Delta S^\circ_{\text{סביבה}} + \Delta S^\circ_{\text{מערכת}}$$

כדי ש- ΔS° יצא קטן מ- 0 צריך ש- $\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}$ יהיה גדול בערך מוחלט מ- $\Delta S^\circ_{\text{מערכת}}$.

↓

שינוי האנטרופיה בסביבה גדול משינוי האנטרופיה של המערכת



$$\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} = 447 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

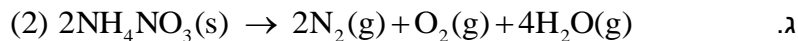
- א. i. לא נכון. ΔH° אינו מדד לשינוי במצבים המיקרוסקופיים. ΔS° הוא הממד.
 ii. לא נכון. השינוי באנטרופיה באה לידי ביטוי במספר המצבים המיקרוסקופיים.
 פיזור החלקיקים הוא דווקא ביטוי ל- ΔH (אנרגיה).

$$\Delta S^\circ = \Delta S^\circ - \Delta S^\circ_{\text{מגיבים תוצרים מערכת}}$$

נסמן ב- x את $S^\circ_{\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})}$: (הערכים נתונים בגוף השאלה)

$$\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} = 2 \cdot 189 + 220 - x = 447$$

$$x = 151 \rightarrow S^\circ_{\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})} = 151 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$



$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = 792 \frac{\text{J}}{\text{K}}, \text{ טמפרטורת חדר.}$$

- i. התגובה אקזותרמית. אנטרופיית הסביבה גדלה - אנרגיה עוברת מהמערכת לסביבה ומספר המצבים המיקרוסקופיים בסביבה גדל.
 ii.

$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = -\frac{\Delta H^\circ}{T}$$

$$792 = \frac{-\Delta H^\circ}{298}$$

$$\Delta H^\circ = -236,016 \text{ J}$$

$$\Delta H^\circ = -236 \text{ KJ}$$

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ(2)} = 4 \cdot 189 + 205 + 2 \cdot 191 - 2 \cdot 151 \quad \text{.iii}$$

נתונים מצורפים
סעיף ב

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ(2)} = 1041 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

iv. תגובה 2 ספונטנית בטמפרטורת החדר מאחר ו- $\Delta S_{\text{יקום}}^{\circ} > 0$.

כלומר, אנטרופיית היקום גדלה בתהליך. זה קורה מאחר והשינוי באנטרופיית המערכת הוא חיובי ובערך גדול מאשר השינוי השלילי באנטרופיית הסביבה כך שבסך התהליך אנטרופיית היקום גדלה. (ניתן להראות בחישוב)

$$\Delta H_{(2)}^{\circ} = \Delta H_{\text{תוצרים}}^{\circ} - \Delta H_{\text{מגיבים}}^{\circ} \quad \text{.ד}$$

$$-236 = 4 \cdot (-242) + 0 + 2 \cdot 0 - 2x$$

$\Delta H_{f(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))}^{\circ}$
 ΔH_f°
 $\Delta H_{f(\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}))}^{\circ}$

של יסודות

$$-236 = -986 - 2x$$

$$2x = 732$$

$$x = 366 \rightarrow \Delta H_{f(\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}))}^{\circ} = 366 \text{ kJ}$$

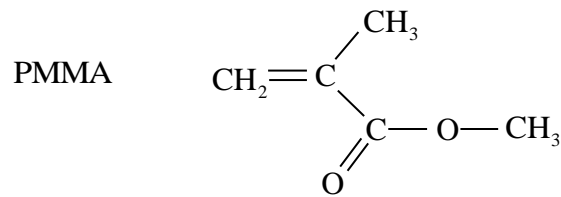
ה. גרף 1.

$\Delta H_2 < 0$ (חשבנו) כלומר נפלטת אנרגיה בתגובה (2).

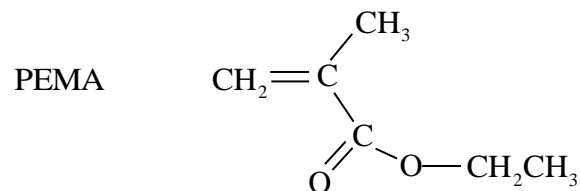
בנוסף, בתהליך עיבוי נפלטת אנרגיה גם. זהו תהליך אקזותרמי.

גרף 2 מציג את תגובה (2) כתהליך אנדותרמי.

3. א.



i.



ii. הפולימרים התקבלו בסיפוח. בחוט השדרה יש רק אטומי פחמן. פלמור בדחיסה הוא פלמור ע"י קבוצות פונקציונליות ובחוט השדרה יהיו אטומים שאינם פחמן (O או N).

ב.

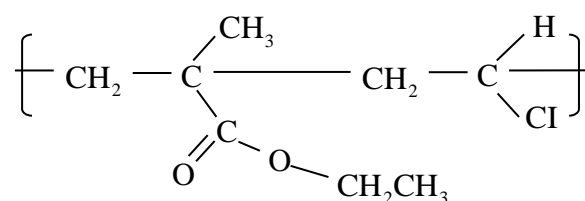
i. ב- PMMA המרחק הממוצע בין קצות השרשרות גדול יותר כי הפולימר מכיל קבוצות צד גדולות יותר מאשר PVC. ל- PMMA יהיו יותר הפרעות לפיתול אקראי ויתקבלו שרשרות ישרות יותר וארוכות יותר

ii. ל- PMMA קבוצות צד גדולות שימנעו מהשרשרות להתקרב ולהצמד זו לזו וליצור קשרים בינמולקולריים חזקים ביניהם. מתקבל חומר עם אחוז גבישיות נמוך.

ג.

ל- PEMA קבוצת צד גדולה יותר מאשר ל- PMMA, קבוצות הצד הגדולות ירחיקו את השרשרות זו מזו ותהיה להם מידה רבה יותר של פיתול אקראי. לעומת זאת, ל- PMMA יהיו יותר הפרעות לפיתול אקראי ולכן Tg גבוהה יותר. (הפרעות לפיתול אקראי מעלות את Tg).

ד.



ה.

i. Tg של PVC גמיש נמוכה מ- 80° כי הקשרים הבינמולקולריים חלשים יותר מאחר

ומולקולות המרכז חודרות ביניהן ומרחיקות אותן זו מזו.

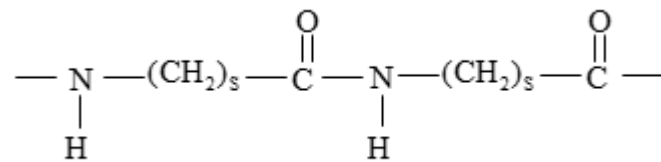
ii. Tg של PVC גמיש נמוכה מטמפרטורת החדר ולכן אפשר לעבד אותו בטמפרטורת החדר.

מתחת ל- Tg הפולימר קשיח ושבייר. מעל Tg הוא רך וניתן לעיבוד.

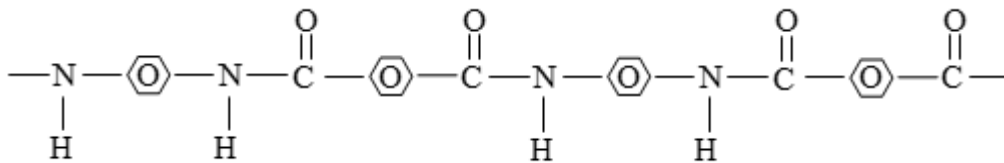
כלומר, כאן כבר עבדנו את Tg ולכן ניתן לעבד את החומר.

4.

i. א.



ii.



iii. PET ← דחיסה

PP ← סיפוח

ב.

i. A - ניילון 6,6

B - קוולר

C - PP

D - PET

ii. לפולימר C ישנה קבוצת צד CH_3 ושרשרת המכילה אטומי פחמן בלבד.

בין שרשרות פולימר C יוצרו קשרי ואן דר ואלס בלבד. לעומת זאת, לפולימר A – ניילון 6,6 יש יכולת ליצור קשרי מימן בין השרשרות. ידרש לחמם לטמפרטורה גבוהה יותר בכדי לנתק את קשרי המימן בניילון 6,6 ולהתיך את החומר.

ג. כאשר מותחים את הפולימר, השרשרות מסתדרות בכיוון ציר האורך של הסיב. השרשרות נצמדות זו לזו ונוצרים ביניהם קשרים בינמולקולריים חזקים. מתקבל סיב חזק ויציב.

ד. בקוולר יש טבעות בנזן קשיחות וקשרים אמידיים קשיחים על חוט השדרה. השרשרות ישרות וכמעט לא מתפתלות. בנוסף, יש קשרי מימן בין השרשרות. השרשרות נצמדות זו לזו כי הן ישרות ולא מפותלות וקשרי המימן מחזיקים אותן חזק ביחד. מתקבל חומר בעל אחוז גמישות גבוה.

ה.

i. גורם אחד - קטעים קשיחים (טבעת בנזן) בחוט השדרה

גורם שני - העדר קבוצות צד גדולות

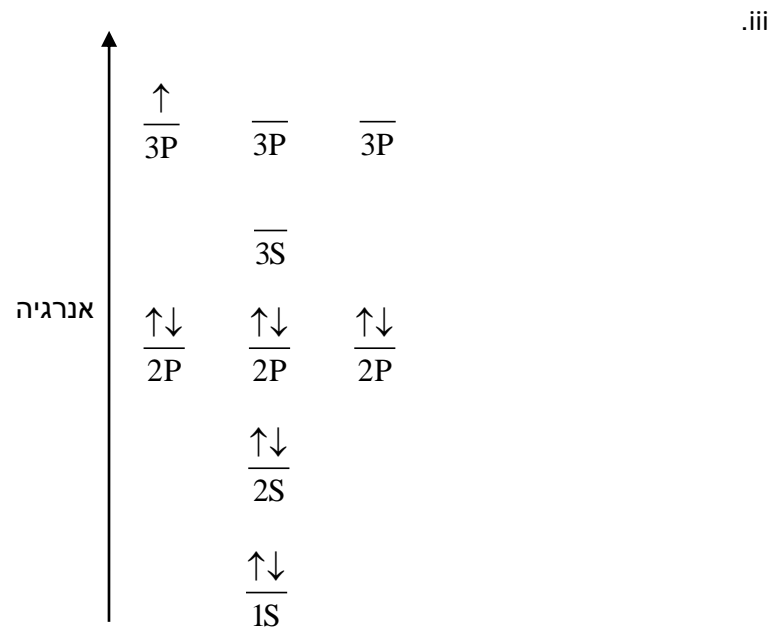
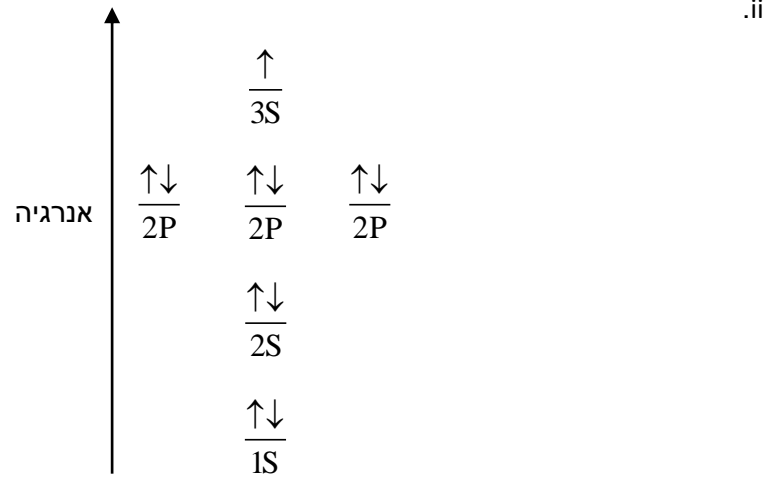
ii. למרות שיש אריזה צפופה של השרשרות, אין ביניהן קשרים חזקים מאוד כגון קשרי מימן

שיחזיקו אותן ממש צמוד ויתקבל חומר בעל אחוז גמישות גבוה מאוד (כמו קוולר).

כאן מתקבל מבנה שהוא עדין גמיש למרות שהשרשרות ארוזות בצפיפות.

i. אורך גל של 589 ננומטר מתאים לצבע הצהוב (לפי גלגל הצבעים), נורות הנתרן פולטות

אור צהוב.



ב.

i. לאורך הגל 286 יש את התדירות הגבוהה ביותר.

ככל שאורך הגל קצר יותר, תדירות האור (והאנרגיה שלו) גבוהה יותר.

ii.

| אנרגיית הפוטון הנפלטת | אורך הגל של הקרינה הנפלטת λ (nm) |
|--------------------------|--|
| $E_4 \rightarrow 1$ | 286 |
| $E_3 \rightarrow 1$ | 410 |
| $E_2 \rightarrow 1$ | 589 |
| $E_4 \rightarrow 3$ | 947 |

ככל שאורך הגל גדול יותר, האנרגיה קטנה יותר.

המעברים לפי האורך בדיאגרמה יהיו כך שהמעבר עם הפרש האנרגטי הגדול ביותר הוא

זה עם אורך הגל הקצר ביותר וכן הלאה.

למשל, $E_4 \rightarrow 1$ הוא הפרש הכי גדול ולכן יתאים לאורך הגל הכי קצר.

ג.

(U מסמנת כאן את התדירות, λ ב-nm - ננומטר)

$$E_3 \rightarrow 1 \quad \lambda = 410 \text{ nm} \quad .i$$

$$E = hU = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{410 \cdot 10^{-9}} \\ = 4.85 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_2 \rightarrow 1 \quad \lambda = 589 \text{ nm} \quad U = \frac{c}{\lambda} \quad .ii$$

$$U = \frac{3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} = 5.09 \cdot 10^{14} \text{ HZ}$$

.ד

$$E_4 \rightarrow 1 \quad \lambda = 286 \text{ .i}$$

$$E = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{286 \cdot 10^{-9}} = 6.95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

.זו האנרגיה שתפלט במעבר $E_4 \rightarrow 1$.

היא לא מספיקה כדי לפרק מולקולת חמצן, שם דרושה $E = 8.26 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

.ii. האנרגיה המינימלית: $8.26 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$E = hU \quad U = \frac{E}{h} = \frac{8.26 \cdot 10^{-19}}{6.63 \cdot 10^{-34}} = 1.25 \cdot 10^{19} \text{ HZ}$$

וזו התדירות המינימלית שתדרש.

i. דיאגרמה A היא של חנקן N_2 - 14 אלקטרונים.

דיאגרמה B היא של C_2 - פחמן בה יש 12 אלקטרונים.

ii. חנקן N_2 יציבה יותר כי יש יותר אלקטרונים באורביטלים קושרים שהם נמוכים יותר

אנרגטית מהאורביטלים האטומיים של שני האטומים ומייצבים את המולקולה.

ב.

i. בקשר סיגמא צפיפות האלקטרונים המקסימלית היא על הציר המחבר את הגרעינים של

האטומים שבקשר. בקשר פאי הצפיפות המקסימלית היא לא על הציר עצמו, אלא מתחת

ומעל ומהצדדים.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \quad \text{ii}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1.57 \cdot 10^{-18}} = 1.27 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$1.27 \cdot 10^{-7} \cdot 10^9 = 127 \text{ nm}$$

אורך הגל הוא 127 ננומטר. זהו אורך גל קצר מאלו של התחום הנראה - כלומר יותר אנרגטי

כך שקרינה המכילה פוטונים אלו היא בתחום האולטרה-סגול (UV).

ג.

$$U = 5.13 \cdot 10^{14} \quad \text{i}$$

$$U = \frac{c}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{c}{U} = \frac{3 \cdot 10^8}{5.13 \cdot 10^{14}} = 5.85 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 585 \text{ nm}$$

זהו אור צהוב ואם התורמוס עצמו צהוב, זה אומר שהוא בולע את הצבעים המשלימים

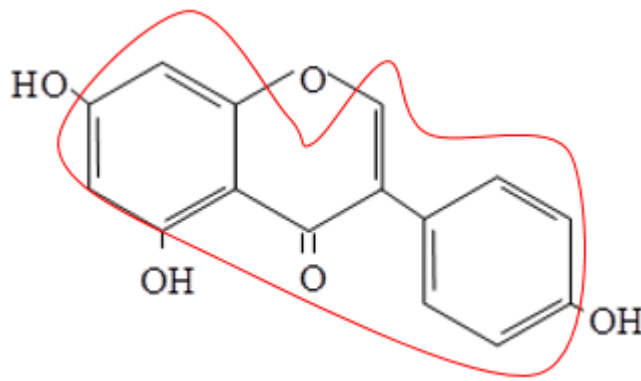
לצהוב ודווקא מחזיר את הצהוב, מה שאומר שהוא לא יבלע את הקרינה הזו.

ii. לחומר הסגול יש כרומופור ארוך יותר.

הסבר: האור הסגול הוא יותר אנרגטי מהצהוב (לסגול אורך גל קצר יותר) ולכן יתאים להפרש גדול יותר בין אורביטל ה HOMO לאורביטל ה LUMO. אם החומר בולע אור סגול הוא יחזיר את הצהוב המשלים כך שלחומר הצהוב יש הפרש HOMO ו LUMO גדול יותר. כלומר יש לו כרומופור קטן יותר. אין הרבה קשרים כפולים מצומדים ולכן ההפרש בין ה-HOMO ל-LUMO לא הצטמצם מספיק.

.ד

i. הכרומופור הוא המערכת המצומדת.



ii. $\lambda = 420 \text{ nm}$ זהו אור סגול. כלומר אם הבליעה בסגול אז הוא מחזיר צהוב לפי גלגל

הצבעים. החומר יהיה צהוב.

$$E = 3.1 \text{ eV} \text{ .iii}$$

$$3.1 \cdot (1.6 \cdot 10^{-19}) = 4.96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4.96 \cdot 10^{-19}} = 4.0 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \underline{400 \text{ nm}}$$

אורך הגל של קרינה זו שווה ל 400 ננומטר.