

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ו, 2026
מספר השאלון: 037282
קובץ: תשובות סופיות

כימיה

שיווי משקל, פולימרים וכימיה פיזיקלית

הוראות

משך הבחינה: שתיים.

מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם שש שאלות (פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה: שאלות 1-2; פרק שני - פולימרים: שאלות 3-4; פרק שלישי - כימיה פיזיקלית - מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה: שאלות 5-6).

יש לענות על **שלוש** שאלות לבחירתכם - $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות. לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות. בכל שאלה שנבחרה יש לענות לפי ההנחיות: על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו (סעיפי בחירה).

חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי). (2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
הוראות מיוחדות: אין.

שימו לב (בפרקים הראשון והשלישי): הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של יחידות.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

תשובות סופיות

פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה

שאלה 1

- א.i. $\Delta S_{(1)}^\circ = -190 \text{ J/K}$ (מערכת)
- א.ii. האנטרופיה של המערכת קטנה, כי מספר מולי הגז יורד מ-3 ל-0 (התוצר נוזל).
- ב.i. $\Delta S_{(1)}^\circ = +196 \text{ J/K}$ (סביבה)
- ב.ii. הסימן חיובי - האנטרופיה של הסביבה גדלה, כי התגובה אקסותרמית ($\Delta H < 0$) והחום עובר לסביבה.
- ג. כן. ΔS° (יקום) $= +6 \text{ J/K} > 0$, ולכן התגובה ספונטנית ב- 1000 K .
- ד. $K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = 24.5 \text{ M}^{-1}$
- ה. הלחץ הכולל יורד - מספר מולי הגז קטן מ-3 ל-2.
- ו. בתגובה (2) משתחררת אנרגייה קטנה יותר - בתגובה (1) משתחררת בנוסף האנרגייה של עיבוי SO_3 מגז לנוזל.

שאלה 2

- א.i. $\Delta S_{(1)}^\circ = +20.9 \text{ J/K}$ (מערכת)
- א.ii. כל החומרים גזים, ומספר מולי הגז במגיבים (2) שווה למספרם בתוצרים (2).
- ב. כן - התגובה ספונטנית בכל טמפרטורה: ΔS° (מערכת) > 0 וגם ΔS° (סביבה)
- $$. = -\frac{\Delta H^\circ}{T} > 0$$
- ג.i. לא. מנת התגובה $Q = 4$, קטנה מאוד מ- $K_c = 2.18 \times 10^6$.
- ג.ii. יעלה - $Q < K_c$, ולכן התגובה הישירה מהירה מההפוכה עד להגעה לשיווי משקל.
- ד. קצב התגובה הישירה יגדל - יותר התנגשויות (פוריות) בין מולקולות H_2 ל- Br_2 ביחידת זמן.
- ה. ריכוז HBr בשיווי משקל יהיה גבוה יותר (לעומת 730°C) - התגובה אקסותרמית, ובטמפרטורה נמוכה K_c גדול יותר.
- ו. ריכוז HBr לא ישתנה - זרז מגדיל באותה מידה את קצב התגובה הישירה ואת קצב התגובה ההפוכה.

פרק שני - פולימרים

שאלה 3

א.i. שלושת הפולימרים - פוליפרופילן, פוליסטירן ואקרילן - הוכנו בפלמור סיפוח.

א.ii. PP: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$; PS: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C}_6\text{H}_5$; אקרילן: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN}$

ב.a. נכון.

ב.b. לא נכון.

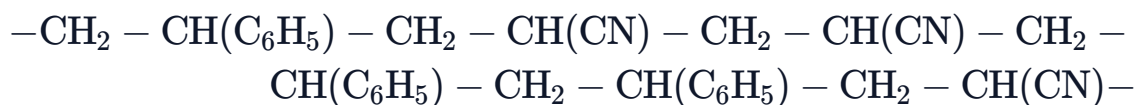
ג.i. לפוליסטירן קבוצה צדדית גדולה ונוקשה (טבעת בנזן) המגבילה את סיבוב השרשרת ותנועתה, וגם משיכות ואן דר ואלס חזקות יותר בין השרשרות.

ג.ii. באקרילן קבוצות $-\text{CN}$ קוטביות יוצרות משיכות דו-קוטב-דו-קוטב חזקות בין השרשרות; בפוליפרופילן (לא קוטבי) יש רק כוחות ואן דר ואלס.

ד. לפוליסטירן - טבעות הבנזן הגדולות מרחיקות את השרשרות זו מזו ומפריעות לאריזה מסודרת; אחוז הגבישיות נמוך והרווחים בין השרשרות גדולים, ולכן הגז עובר בקלות רבה יותר.

ה. פוליסטירן בטמפרטורת החדר נמצא מתחת ל- $T_g (100^\circ\text{C})$ - במצב זגוגי, קשיח ושביר; פוליפרופילן נמצא מעל ה- $T_g (-8^\circ\text{C})$ - השרשרות באזורים האמורפיים ניידות, והחומר גמיש ובולע את המכה.

ו. למשל:



שאלה 4

- א. i. שלושת הפולימרים - ניילון 6,10, ניילון 6 וקיאנה - הוכנו בפלמור דחיסה (פוליאמידים).
 ii. ניילון 6,10: $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$ ו- $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_8 - \text{COOH}$; ניילון 6:
 $\text{H}_2\text{N} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH}_2$; קיאנה: $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$
 $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$

ב. i. לא נכון.

ii. נכון.

ג. i. בניילון 6 יש קבוצת אמיד על כל 5 קבוצות CH_2 , ובניילון 6,10 - על כל 7 בממוצע; לכן בניילון 6 יותר קשרי מימן בין השרשרות ליחידת אורך.

ii. בעמוד השדרה של קיאנה יש טבעות בנזן - מקטעים קשיחים המגבילים את תנועת השרשרת וגורמים לסידור צפוף; גם ענן האלקטרונים הגדול מגביר את כוחות ואן דר ואלס.

ד. בסוג הנוסף מקטע $(\text{CH}_2)_{10}$ ארוך יותר: השרשרת גמישה יותר (חלק קטן יותר של מקטעים קשיחים) וצפיפות קבוצות האמיד - וקשרי המימן - קטנה יותר.

ה. 1. לא מאפיין.

2. מאפיין.

3. לא מאפיין.

4. מאפיין.

5. מאפיין.

ו. מתחת ל- T_g השרשרות באזורים האמורפיים "קפואות" - רק תנודות במקום; מעל T_g (עד T_m) מקטעי שרשרות יכולים להסתובב ולנוע זה ביחס לזה, ולכן הפולימר רך וגמיש.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית - מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

שאלה 5

א. 766 nm - נראה, אדום; 404 nm - נראה, סגול; 345 nm - לא נראה, תחום העל-סגול (UV).

ב.i. 766 nm : 1.62 eV ; 404 nm : 3.07 eV ; 345 nm : 3.59 eV

ב.ii. $\nu = 3.92 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ (Hz)

ג. $\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ - שני אלקטרונים בכל אחת מהרמות 1s, 2s, 3s, בכל אחד משלושת אורביטלי 2p ו-3p, ואלקטרון אחד ב-4s.

ד.i. מבנה c. הפס העליון, המאוכלס חלקית, הוא הפס של אלקטרוני הערכיות (4s): חלקו המאוכלס (המקווקו) - חבורת הערכיות, וחלקו הריק שמעליו - חבורת ההולכה (ללא פער אנרגיה ביניהם).
 ד.ii. בפס המאוכלס חלקית יש, ממש מעל הרמות המאוכלסות, רמות ריקות (חבורת ההולכה) ללא פער אנרגיה; אלקטרונים עוברים אליהן בקלות ונעים בסריג תחת מתח חשמלי.

ה.i. נכון.

ה.ii. לא נכון.

ו. היגד II.

שאלה 6

א.i. אפשרות b - אלקטרון עבר מאורביטל 3s לאורביטל 3p שרמת האנרגיה שלו גבוהה יותר, אף שאורביטל 3s לא היה מלא.

א.ii. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

ב. $\lambda = 2.88 \times 10^{-7} \text{ m} = 288 \text{ nm}$

ג.i. לא. בהיערכות הנתונה 13 אלקטרונים, ואילו ב- C_2^+ יש 11 אלקטרונים (זו היערכות של C_2^-).

ג.ii. C_2 - סדר הקשר בו 2, ב- C_2^+ - 1.5.

ד. ל-N אטומי פחמן 4N אלקטרוני ערכיות; הם ממלאים בדיוק את שני הפסים התחתונים (2N רמות, 4N אלקטרונים), הפס העליון (2N) ריק, ופער האנרגיה 5.4 eV גדול - יהלום מבדד.

ה. למשל: (1) בקשר σ החפיפה היא חזיתית על הציר שבין הגרעינים, ובקשר π החפיפה צדדית - צפיפות האלקטרונים מעל הציר ומתחתיו; (2) קשר σ חזק יותר (חפיפה גדולה יותר) מקשר π .

ו. כל אטום 2 C: אלקטרונים ב-2s ושני אלקטרונים בשני אורביטלי 2p נפרדים (ספינים מקבילים). מולקולה: $\sigma_{2p}^2 ; \sigma_{2s}^{*2} \pi_{2p}^2 \pi_{2p}^2$ ואורביטלי האנטי-קושר העליונים ריקים.

כל הברריות בכימיה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/chemistry