

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשע"ז, 2017
מספר השאלון: 037282
קובץ: תשובות סופיות

כימיה

שיווי משקל, פולימרים וכימיה פיזיקלית

הוראות

משך הבחינה: שתיים.

מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

פרק ראשון - $33\frac{1}{3}$ נקודות; פרק שני - $33\frac{1}{3}$ נקודות; פרק שלישי - $33\frac{1}{3}$ נקודות; סה"כ - 100 נקודות.
ענה על שלוש שאלות - שאלה אחת מכל אחד מן הפרקים: פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה (ענה על אחת מן השאלות 1-2); פרק שני - פולימרים (ענה על אחת מן השאלות 3-4); פרק שלישי - כימיה פיזיקלית: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה (ענה על אחת מן השאלות 5-6).
חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי). נספח: נוסחאות ונתונים בכימיה.

הוראות מיוחדות: אין.

שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

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

- i. הלחץ ירד בכל אחד מן הכלים: מספר מולי הגז במערכת קטן במהלך התגובה.
- ii. האנטרופיה של המערכת ירדה: מ-4 מול גז נוצרים 2 מול גז – פחות חלקיקים נעים בחופשיות, פחות מצבים מיקרוסקופיים אפשריים.
- iii. האנטרופיה של הסביבה עלתה: התגובה אקסותרמית ($\Delta H_1^0 < 0$), חום נפלט לסביבה, $\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = -\frac{\Delta H_1^0}{T} > 0$.
- iv. $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 < 0$ ו- $\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = -\frac{\Delta H_1^0}{T} > 0$ קטן ככל ש- T גבוהה יותר; בטמפרטורה גבוהה העלייה באנטרופיית הסביבה קטנה מן הירידה באנטרופיית המערכת, $\Delta S_{\text{קום}}^0 < 0$, והתגובה אינה ספונטנית.
- i. $[\text{CH}_4] = [\text{H}_2\text{O}] = 0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
- ii. $K_c = 9.4 \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{-2}$; $K_c = \frac{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^3}$ (ובדיוק 9.375)
- i. גרף II מתאים לכלי A: ערך K_c המחושב לפי גרף II ($3.2 \cdot 10^3$) גדול מערכו לפי גרף I (9.4).
- ii. בכלי B.
- ד. נמוך מן הריכוז הקודם ($0.30 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$): התגובה אקסותרמית, העלאת הטמפרטורה מקטינה את K_c ומסיטה את שיווי המשקל שמאלה.

שאלה 2

- א. $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 > 0$ (מ-1.5 מול גז ל-3 מול גז) וגם $\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = -\frac{\Delta H_1^0}{T} > 0$ (תגובה אקסותרמית), ולכן $\Delta S_{\text{קום}}^0 > 0$ בכל טמפרטורה.
- i. $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 = +176.8 \frac{\text{J}}{\text{K}}$
- ii. $\Delta H_2^0 = +4.96 \cdot 10^4 \text{ J} = +49.6 \text{ kJ}$
- i. $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 = -42.4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$: מספר מולי הגז אינו משתנה ($2 \rightarrow 2$), ולכן השינוי באנטרופיה קטן.
- ii. $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 \approx -42.4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ בשתי הטמפרטורות; $\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = -\frac{\Delta H_3^0}{T} > 0$ קטן כשהטמפרטורה עולה: ב-500 K $\approx +82.4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ (גובר), ב-1100 K $\approx +37.5 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ (אינו גובר).
- i. ההיגד אינו נכון: K_c של תגובה נתונה תלוי רק בטמפרטורה; הכלים הוחזקו באותה טמפרטורה, ולכן K_c זהה בשניהם.
- ii. ההיגד אינו נכון: תגובה (3) הפיכה; בכלי III מתרחשת התגובה ההפוכה ונוצרים CO ו- H_2O עד שהמערכת מגיעה לשיווי משקל.

פרק שני - פולימרים

שאלה 3

- א. שרשרת I (מסועפת) - הסתעפויות מונעות מן השרשרות להתקרב ולהיארז בצפיפות.
- ב.i. בין שרשרות הפוליאטילן הלא קוטביות פועלים רק כוחות ואן דר ואלס חלשים, והשרשרות גמישות (קשרים יחידים C-C, ללא קבוצות צד) - מקטעי השרשרות מתחילים לנוע כבר בטמפרטורה נמוכה.
- ב.ii. ב-LDPE השרשרות מסועפות - הן רחוקות זו מזו, שטח המגע ביניהן קטן וכוחות ואן דר ואלס חלשים יותר, ויש יותר נפח פנוי לתנועת המקטעים.
- ב.iii. גבוה מ- 110°C : שרשרות לינאריות נארזות בצפיפות - אחוז גבישיות גבוה וכוחות ואן דר ואלס חזקים יותר באזורים הגבישיים.
- ג. באזורים האמורפיים השרשרות מסודרות באקראי ורחוקות יחסית זו מזו - יש ביניהן רווחים שדרכם עוברות מולקולות הגז; באזורים הגבישיים השרשרות ארוזות בצפיפות ובסדר - אין רווחים למעבר מולקולות הגז.
- ד. PVA אינו חוסם לחות (סופג מים ואף מתמוסס בהם): קבוצות ה- OH^- הרבות יוצרות קשרי מימן עם מולקולות מים.
- ה.i.
$$\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \\ \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \end{array}$$
 (כל רצף אקראי של 6 יחידות: $-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ ו- $-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) -$).
- ה.ii. השרשרות לינאריות (ללא הסתעפויות) וקבוצות הצד (OH) קטנות - השרשרות יכולות להתקרב ולהסתדר במקביל; קשרי מימן בין קבוצות OH בשרשרות שכנות מחזיקים אותן במבנה מסודר.
- ה.iii. יותר יחידות PVA - יותר קבוצות OH - יותר קשרי מימן בין השרשרות; הכוחות בין השרשרות חזקים יותר ונדרשת אנרגייה רבה יותר (טמפרטורה גבוהה יותר) כדי שמקטעי השרשרות יתחילו לנוע.

שאלה 4

א. המאפיינים (1), (3), (6) .

ב.i. שלושת הפולימרים הוכנו בפלמור דחיסה: הם פוליאמידים - ביחידה החוזרת יש קשרי אמיד $-\text{NH}-\text{CO}-$ בעמוד השדרה.

ב.ii. קוולר: $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ (עמדות 1,4) ו- $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ (עמדות 1,4); נומקס: אותם מונומרים בעמדות 1,3; ניילון 6,6: $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ ו- $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$.

ג.i. בעמוד השדרה של קוולר טבעות בנזן קשיחות ושטוחות (בעמדות 1,4) - השרשרות ישרות וקשיחות, מסתדרות במקביל ונארזות בצפיפות; יש גבישיות גבוהה וכוחות חזקים בין השרשרות (קשרי מימן וכוחות ואן דר ואלס בין הטבעות השטוחות). בניילון 6,6 רצפי CH_2 גמישים.

ג.ii. בנומקס הטבעות מחוברות בעמדות 1,3 - השרשרת מזוותת ואינה ישרה, ולכן השרשרות נארזות פחות בצפיפות ובפחות סדר; אחוז הגבישיות וכוחות המשיכה בין השרשרות קטנים יותר.

ג.iii. T_g מאפיינת את האזורים האמורפיים; קוולר כמעט כולו גבישי (שרשרות קשיחות, ישרות ומסודרות), כמעט אין בו אזורים אמורפיים ולכן אין בו מעבר זגוגי שאפשר למדוד.

ד.i. חומר II (אתיל אמין): יש לו קבוצת אמין, $-\text{NH}_2$, שיכולה להגיב עם קבוצה קרבוקסילית של החומצה הדו-קרבוקסילית וליצור קשר אמיד.

ד.ii. קצרות יותר: לחומר II קבוצה פעילה אחת בלבד; כשהוא נקשר לקצה שרשרת, הקצה נחסם והשרשרת אינה יכולה להמשיך לגדול.

ד.iii. זהה: חומר II נקשר רק בקצות השרשרות ואינו חלק מן היחידה החוזרת; השרשרות בשני הכלים בנויות מאותם מונומרים.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

שאלה 5

- א. 450 nm : הלוטאין צהוב, וצבע הוא הצבע המשלים לצבע הנבלע; לפי גלגל הצבעים הצבע המשלים לצהוב הוא סגול ($390 - 455 \text{ nm}$).
- ב. i. 5 קשרי σ ו-1 קשר π .
 ii. $\Delta E = 1.16 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.
 iii. באתילן קשר כפול אחד, ללא צימוד - הפרש האנרגייה בין ה-HOMO ל-LUMO גדול, ולכן נבלעת קרינה בעלת אנרגייה גבוהה, כלומר אורך גל קצר. בלוטאין מערכת ארוכה של קשרים כפולים מצומדים - ההפרש קטן ואורך הגל ארוך.
- ג. i. תרשים ב (B_2 , C_2 , N_2). בכל אטום: $2s$ - 2 אלקטרונים, $2p$ - 3 אלקטרונים בלתי מזווגים; במולקולה: σ_{2s} - 2, σ_{2s}^* - 2, π_{2p} - 4, σ_{2p} - 2, π_{2p}^* ו- σ_{2p}^* - ריקים.
 ii. σ_{2p} - HOMO ; π_{2p}^* - LUMO .
 iii. סדר הקשר = 3 (קשר משולש).
- ד. לא: בסולנין אין מערכת של קשרים כפולים מצומדים (יש בו קשר כפול $C = C$ אחד בלבד) - הפרש HOMO-LUMO גדול, הוא בולע רק בתחום העל-סגול ואינו צבעוני.
- ה. a. נכון: 470 nm נמצא בתחום הכחול ($455 - 492 \text{ nm}$).
 b. נכון: אלקטרונים מפס ההולכה של מל"מ N עוברים בצומת לחורים בפס הערכיות של מל"מ P, ופולטים פוטון שאנרגייתו מתאימה להפרש זה.
 c. לא נכון: ה-LED מאיר בממתח קדמי - מל"מ P מחובר להדק החיובי ומל"מ N להדק השלילי.

שאלה 6

- א. UVB : אורך הגל קצר יותר, ולכן אנרגיית הפוטונים גבוהה יותר ($E = \frac{hc}{\lambda}$).
- ב.i. מסנן I בולע במידה ניכרת בכל התחום 290 – 390 nm - גם UVB וגם UVA . מסנן II בולע היטב רק UVB ומעט מ-UVA (עד כ- 340 nm), ומעל כ- 345 nm כמעט אינו בולע.
- ב.ii. צבע החומר נקבע לפי האור הנראה שהוא בולע (390 – 780 nm); הגרף מציג בליעה רק בתחום 290 – 390 nm (על-סגול), ואין בו מידע על הבליעה בתחום הנראה.
- ג. כתום: 460 nm בתחום הכחול (455 – 492 nm), והצבע המשלים לכחול בגלגל הצבעים הוא כתום.
- ד.i. $\nu = 9.6 \cdot 10^{14} \text{ sec}^{-1}$ (Hz)
- ד.ii. האנרגיה של האלקטרונים באטום כספית קוונטית - הם יכולים להימצא רק ברמות אנרגיה מוגדרות; בפליטה אלקטרון עובר מרמה גבוהה לנמוכה ונפלט פוטון שאנרגייתו שווה להפרש בין הרמות - רק אורכי גל מסוימים.
- ה.i. נורות ה-LED אינן פולטות קרינת UVB (כמו 302 , 312 , 313 nm של נורת הכספית) - אורכי הגל שלהן ארוכים יותר ואנרגיית הפוטונים נמוכה יותר, ולכן הנזק לעור קטן יותר.
- ה.ii. גדול יותר: אנרגיית הפוטון הנפלט שווה להפרש האנרגיה בין הפסים; לקרינה על-סגולה אורך גל קצר יותר מלאור נראה, ולכן אנרגיית פוטונים גבוהה יותר.

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