

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 7
מספר השאלון: 037282
שם התלמיד/ה: _____

כימיה

שיווי משקל, פולימרים וכימיה פיזיקלית

הוראות

מבנה המתכונת: שש שאלות, שתיים מכל פרק (שיווי משקל ואנטרופיה; פולימרים; כימיה פיזיקלית). יש לענות על 3 שאלות כלשהן, $\frac{1}{3}$ נקודות לכל שאלה. משך: שתיים.

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

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון – שיווי משקל כימי ואנטרופיה

1. (33% נקודות)

ענה על הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.

חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_2(g)$, הוא גז חום הנפלט, בין השאר, ממנועי כלי רכב. מולקולות NO_2 מתחברות בזוגות ויוצרות דו-חנקן ארבע-חמצני, $\text{N}_2\text{O}_4(g)$, גז חסר צבע, על פי תגובה (1).



לכלי A, שנפחו 2 ליטר, הכניסו 0.60 מול $\text{NO}_2(g)$. הכלי הוחזק בטמפרטורה קבועה של 298 K.

לאחר זמן-מה הגיעה המערכת למצב של שיווי משקל, שהריכוז של $\text{NO}_2(g)$ בו היה 0.030 M.

א. (i) רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל, K_c , של תגובה (1).

(ii) חשב את הערך של קבוע שיווי המשקל של תגובה (1) בטמפרטורה של 298 K. פרט את

חישוביך.

(iii) קבע אם במהלך התגובה, עד שהושג מצב של שיווי משקל, הלחץ בכלי עלה, ירד או לא

השתנה. נמק.

ב. למערכת בכלי A הנמצאת במצב של שיווי משקל הוסיפו 0.10 מול $\text{NO}_2(g)$ (הנפח

והטמפרטורה לא השתנו).

(i) קבע אם מייד לאחר הוספת $\text{NO}_2(g)$, המערכת נמצאת במצב של שיווי משקל. נמק.

(ii) קבע אם בעקבות הוספת $\text{NO}_2(g)$, קצב התגובה הישירה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

(iii) קבע אם בעקבות הוספת $\text{NO}_2(g)$, הריכוז של $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ עלה, ירד או לא השתנה.

נמק.

ג. לכלי B, שנפחו 1 ליטר, הכניסו 0.020 מול $\text{NO}_2(g)$ ו- 0.10 מול $\text{N}_2\text{O}_4(g)$.

הכלי הוחזק בטמפרטורה קבועה של 298 K.

קבע אם הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה ב- 10 הדקות הראשונות לאחר הכנסת החומרים.

נמק.

ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.
לפניך שני נתונים הנוגעים לתגובה (1):

$$\Delta H_{(1)}^0 = -57.2 \text{ kJ} \quad \Delta S_{(1)}^0 \text{ מערכת} < 0$$

עבור תגובה (1) בטמפרטורה של 298 K :

- (i) קבע אם במהלך התגובה, האנטרופיה של הסביבה עולה או יורדת. נמק.
- (ii) קבע אם אפשר לחשב את השינוי באנטרופיה של הסביבה בתגובה (1) על פי הנתונים בשאלה. אם כן - חשב אותו. נמק.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.
לפניך שני נתונים הנוגעים לתגובה (1):

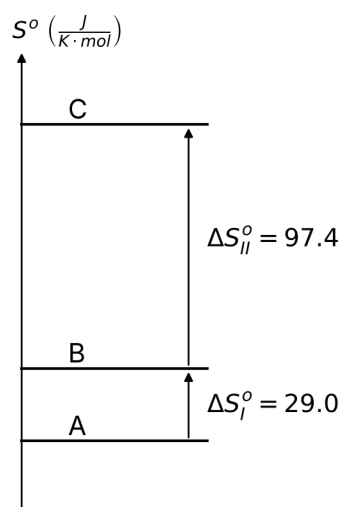
$$\Delta H_{(1)}^0 < 0 \quad \Delta S_{(1)}^0 \text{ מערכת} < 0$$

תגובה (1) ספונטנית בטמפרטורה של 298 K .
קבע עבור תגובה (1) אם בטמפרטורה של 298 K השינוי באנטרופיה של הסביבה גדול בערכו המוחלט מן השינוי באנטרופיה של המערכת או קטן ממנו. נמק.

2. (1/33 נקודות)

אמוניה, NH_3 , משמשת בעיקר לייצור דשנים, ובשנים האחרונות היא נבחנת גם כדלק שבשרפתו אינו נפלט פחמן דו-חמצני.

א. הגרף שלפניך מתאר שינויים באנטרופיה מולרית תקנית, ΔS^0 , של אמוניה במצבי צבירה שונים:



(i) האותיות A , B , C מייצגות אמוניה במצבי צבירה שונים (מוצק, נוזל, גז).

קבע איזה מצב צבירה מייצגת כל אחת מן האותיות A , B ו- C .

(ii) הסבר מדוע ערכו של ΔS_I^0 קטן מערכו של ΔS_{II}^0 .

(iii) חשב את שינוי האנטרופיה של המערכת במעבר של אמוניה ממצב מוצק ישירות למצב גז (המראה).

פרט את חישוביך, והסבר את הסימן (פלוס או מינוס) של הערך שחישבת.

ב.

דליפה של אמוניה גזית לאוויר מתגלה במהירות בזכות ריחה החרף.

במעבדה ערכו ניסוי: לקחו כלי סגור ובו מחיצה. בצד אחד של הכלי הכניסו אמוניה גזית ובצד האחר הכניסו חנקן גזי, $N_{2(g)}$, באותה טמפרטורה ובאותו לחץ.

הסירו את המחיצה. בתנאי הניסוי שני הגזים אינם מגיבים זה עם זה, והם התערבבו.

(i) במהלך הערבוב של שני הגזים האנטרופיה של המערכת עולה.

לפניך שני היגדים a-b.

קבע איזה מן ההיגדים נכון, והסבר מדוע פסלת את ההיגד האחר.

a. בתום הערבוב מספר המולים של מולקולות הגז בכלי גדול יותר ממספרם בתחילת הניסוי.

b. בתום הערבוב כל אחד משני הגזים מפוזר בכל נפח הכלי, ולכן פיזור החלקיקים גדול יותר מאשר בתחילת הניסוי.

(ii) בערבוב של שני הגזים כמעט אין פליטה או קליטה של חום ($\Delta H^0 \approx 0$). קבע אם תהליך הערבוב ספונטני. נמק.

ג. בתנאים מתאימים אמוניה נשרפת. לפניך שתי תגובות של אמוניה עם חמצן:



בטבלה שלפניך נתונים ערכים של אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 , של חלק מן החומרים המשתתפים בתגובות (1) ו-(2):

NO _(g)	H ₂ O _(g)	N _{2(g)}	O _{2(g)}	החומר
211	189	192	205	אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 ($\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$)

חשב את האנטרופיה המולרית התקנית, S^0 , של $\text{NH}_{3(g)}$. פרט את חישוביך.

ד. (i) קבע אם במהלך תגובה (2) יש עלייה או ירידה באנטרופיה של המערכת. נמק ללא חישוב.

(ii) חשב את השינוי של אנטרופיית המערכת בתגובה (2). פרט את חישוביך.

(iii) קבע אם תגובה (2) ספונטנית בטמפרטורה 1100 K. פרט את חישוביך, ונמק.

פרק שני – פולימרים

3. (33% נקודות)

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

בטבלה שלפניכם מוצגים שלושה מונומרים:

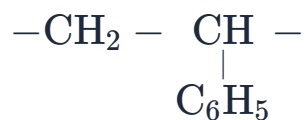
מספר המונומר	נוסחת מבנה של המונומר	סימון הפולימר הנוצר מהמונומר הנתון
I	$\text{HO} - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$	A
II	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_3$ (ויניל אצטט; הקבוצה $-\text{O} - \text{CO} - \text{CH}_3$ קשורה לאטום הפחמן השני של הקשר הכפול)	B
III	$\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$	C (פולימר דחיסה); D (פולימר סיפוח)

(בנוסחאות, $-\text{CO}-$ מייצג קבוצת קרבוניל $\text{C} = \text{O}$).

א. ממונומרים I, II ו-III אפשר לקבל ארבעה פולימרים: A, B, C, D.

רשמו נוסחת מבנה ליחידה החוזרת של כל אחד מארבעת הפולימרים: A, B, C, D.

- ב. ביצוע ניסוי: הכניסו לכל אחת משתי מבחנות (1) ו-(2) כמויות שוות של מונומר II. למבחנה (1) הוסיפו 0.4 גרם יזם רדיקלי, ולמבחנה (2) הוסיפו 0.1 גרם של אותו יזם. חיממו את שתי המבחנות לאותה טמפרטורה. בכל אחת משתי המבחנות נוצר פולימר B.
- (i) קבעו אם מספר שרשרות הפולימר שהתקבלו במבחנה (2) גדול ממספר שרשרות הפולימר שהתקבלו במבחנה (1), קטן ממנו או שווה לו. **נמקו.**
- (ii) המסה המולרית הממוצעת של הפולימר שנוצר במבחנה (1) היא 35,000 גרם למול. קבעו אם המסה המולרית הממוצעת של הפולימר שנוצר במבחנה (2) גדולה מ- 35,000 גרם למול, קטנה מ- 35,000 גרם למול או שווה ל- 35,000 גרם למול. **נמקו.**
- (iii) קבעו לאיזה פולימר דרגת הפלמור הממוצעת (המספר הממוצע של יחידות חוזרות בשרשרת) גדולה יותר: לפולימר שנוצר במבחנה (1) או לפולימר שנוצר במבחנה (2).
- (iv) המרחק הממוצע בין קצות השרשרת של הפולימר, שנוצר במבחנה (2), קטן מאורך השרשרת הפרושה המכילה אותו מספר של יחידות חוזרות. הסבירו מדוע.
- ג. פולימרים A ו-C מתפרקים למונומרים בתהליך הידרוליזה. ציינו את החומרים והתנאים הדרושים לביצוע תהליך ההידרוליזה.
- ד. פולימר B עובר הידרוליזה, אך לא מתפרק למונומרים. תוצר ההידרוליזה הוא פולימר E.
- (i) הסבירו מדוע פולימר B לא מתפרק למונומרים בתהליך ההידרוליזה.
- (ii) רשמו את נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של פולימר E.
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו** על סעיף ו. פולימר B הוא פולימר אמורפי - אחוז הגבישיות שלו נמוך. הסבירו מדוע אחוז הגבישיות של פולימר B הוא נמוך.
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו** על סעיף ה. נתונה נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של פולימר F:



- (הקבוצה $\text{—C}_6\text{H}_5$ היא טבעת בנזן.)
- הטמפרטורה הזגוגית, Tg, של פולימר F גבוהה בהרבה מ-Tg של פולימר B. הסבירו עובדה זו.

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.
בטבלה מוצגים נתונים של ארבעה פולימרים, (1)-(4), שאורך השרשרות הממוצע שלהם דומה.

	שם הפולימר	נוסחת המבנה של היחידה החוזרת	T_g ($^{\circ}\text{C}$)	T_m ($^{\circ}\text{C}$)
(1)	ניילון 6	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CO}-$	50	220
(2)	ניילון 12	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{CO}-$	40	178
(3)	פוליווינילידן פלואוריד (PVDF)	$-\text{CH}_2 - \text{CF}_2-$	-40	175
(4)	פולי-(N-ויניל קרבזול) (PVK)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{R})-$	200	-

(בפולימר (4), R היא קבוצה צדדית גדולה, מישורית וקשיחה - קבוצת קרבזול: שלוש טבעות מאוחות, שתי טבעות בנזן וביניהן טבעת בת חמישה אטומים המכילה אטום חנקן. הקבוצה קשורה לשרשרת דרך אטום החנקן.)

- א. (i) אילו מן הפולימרים שבטבלה נוצרים בפלמור על ידי דחיסה?
(ii) רשמו נוסחאות מבנה למונומרים של כל אחד מן הפולימרים שציננתם בתת-סעיף א.i.
- ב. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פולימר (1) גבוה מערך ה- T_m של פולימר (2).
(ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פולימר (2) כמעט שווה לערך ה- T_m של פולימר (3).
- ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר (4) הוא גבוה.
(ii) פולימר (4) הוא פולימר אמורפי. הסבירו עובדה זו.
(iii) עבור פולימר (4) לא מופיע בטבלה ערך T_m . הסבירו מדוע.
- ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
פולימר (4) הוא מוצק קשיח בטמפרטורת החדר.
צינו גורם אחד התורם לקשיחותו הגבוהה של פולימר זה. הסבירו.
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ד.
נתונות נוסחאות המבנה של היחידות החוזרות של שני פולימרי סיפוח, (5) ו-(6). פולימר (6) שונה מפולימר (5) בכך ששני אטומי המימן שעל אטום החנקן בקבוצה הצדדית הוחלפו בקבוצות מתיל, $-\text{CH}_3$:
(5) פוליאקרילאמיד: $-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CONH}_2)-$
(6) פולי-(N,N-דימתילאקרילאמיד): $-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CON}(\text{CH}_3)_2)-$
ערך ה- T_g של פולימר (6) נמוך מערך ה- T_g של פולימר (5). הסבירו מדוע.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (33% נקודות)

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

אלומיניום, Al, הוא המתכת הנפוצה ביותר בקרום כדור הארץ. תרכובות אלומיניום משמשות במגוון תחומים, למשל בטיהור מים.

א. אלומיניום סולפט, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(s)$, משמש בטיהור מים. בהמסה של אלומיניום סולפט במים מתקבלת תמיסה חסרת צבע.

מקרינים את התמיסה באור כחול. קבעו אם התמיסה בולעת את האור הכחול. נמקו.

ב. אטום אלומיניום בולע קרינה אלקטרומגנטית בתדירויות רבות. לפניכם שלושה ערכים, I-III, מן התדירויות:

I. $9.70 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ II. $2.29 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ III. $7.57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

אחת מן התדירויות הנתונות היא בתחום האור הנראה, אחת בתחום האינפרא-אדום, IR, ואחת בתחום האולטרה-סגול, UV.

(i) איזו משלוש התדירויות היא בתחום IR? נמקו.

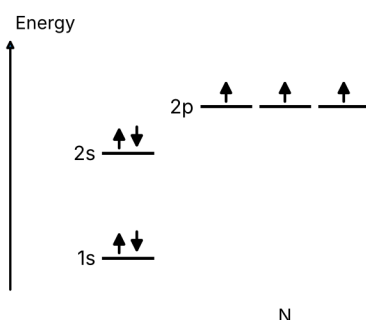
(ii) מהו צבע האור הנבלע בתחום האור הנראה? פרטו את החישובים.

(iii) חשבו את אנרגיית הפוטון של הקרינה הנבלעת בתחום UV. פרטו את החישובים.

ג. היערכות האלקטרונים באטום בור, B, היא $1s^2 2s^2 2p^1$.

רשמו את היערכות האלקטרונים באטום אלומיניום, Al.

ד. דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור אטום חנקן, N, במצב אלקטרוני יסודי:



ציירו את דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור יון אלומיניום שמטענו +1, Al^+ , במצב אלקטרוני יסודי.

הציגו את אכלוס האלקטרונים באורביטלים המתאימים.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.

(i) אלומיניום ובור, B, נמצאים באותו טור בטבלה המחזורית.

ציינו נקודת דמיון אחת והבדל אחד בין אכלוס האלקטרונים באטום אלומיניום ובין אכלוס האלקטרונים באטום בור.

(ii) ציירו את דיאגרמת רמות האנרגיה עבור מולקולת B_2 .

הציגו את אכלוס האלקטרונים באורביטלים המתאימים.

ציינו את רמת HOMO ורמת LUMO על הדיאגרמה.

ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.

(i) ציירו את דיאגרמת רמות האנרגיה עבור יון B_2^- .

(ii) קבעו איזה חלקיק יציב יותר, יון B_2^+ או יון B_2^- . נמקו.

6. (1/33 נקודות)

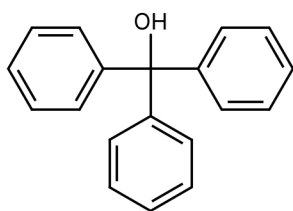
טריפניל מתנול, $(C_6H_5)_3COH$, הוא מוצק לבן (חסר צבע). כאשר ממיסים אותו בחומצה גופרתית מרוכזת מתקבלת תמיסה בצבע צהוב, המכילה את היון טריפניל מתיל, $(C_6H_5)_3C^+$.

א. (i) חשב את הטווח של תדירויות הקרינה בתחום האור הצהוב. פרט את חישוביך.

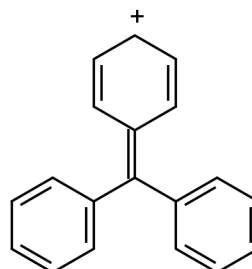
(ii) במעבדה הקרינו את התמיסה הצהובה בקרינה שהתדירות שלה היא $5.1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

קבע אם היונים $(C_6H_5)_3C^+$ בתמיסה בולעים קרינה זו. פרט את חישוביך, ונמק.

(iii) לפניך נוסחאות מבנה של שני חלקיקים, I ו-II:



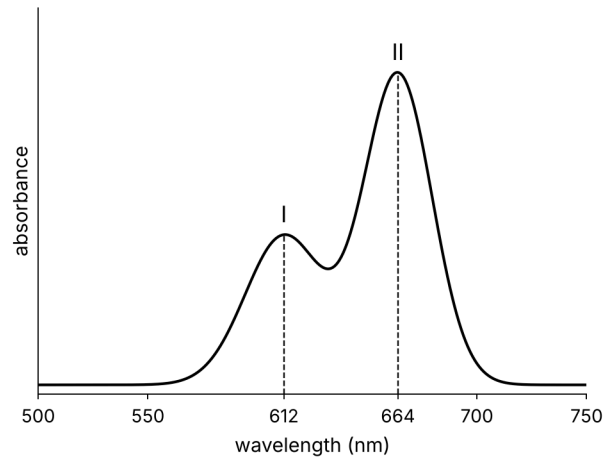
I



II

קבע איזו משתי הנוסחאות, I או II, היא הנוסחה של טריפניל מתנול (החומר חסר הצבע). נמק.

ב. לפניך קטע מספקטרום הבליעה של הצבען מתילן כחול.



קבע אם תדירות הקרינה הנבלעת באורך הגל של בליעה I גבוהה מתדירות הקרינה הנבלעת באורך הגל של בליעה II, נמוכה ממנה או שווה לה. **נמק.**

ג. יהלום הוא מבודד. האנרגייה המזערית הדרושה כדי להעביר אלקטרון מפס הערכיות לפס ההולכה ביהלום (פער האנרגייה האסור) היא 5.5 eV .

חשב את אורך הגל של פוטון שהאנרגייה שלו 5.5 eV . **פרט את חישוביך.**

ד. (i) ציין הבדל אחד בין המבנה האלקטרוני של מוליך, כמו נחושת, לבין המבנה האלקטרוני של מבודד, כמו יהלום.

(ii) לפניך תרשים של פסי האנרגייה בשלושה חומרים מוצקים, I-III.



(1) התאם לכל תרשים, I-III, את החומר המתאים: נחושת, סיליקון, יהלום.

(2) בתרשים II סומנו שלושה חלקים במספרים 1-3. התאם לכל מספר את המונח המתאים: פס ערכיות, פס ההולכה, פער אנרגייה אסור.

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