

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 6
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)

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

מימן, $H_{2(g)}$, הוא חומר גלם חשוב בתעשייה, ונבחן גם כדלק "נקי".

אחת הדרכים להפקת מימן היא תגובה של פחמן חד-חמצני, $CO_{(g)}$, עם אדי מים, $H_2O_{(g)}$, על פי תגובה (1):



החוקרים ערכו ניסוי: לכלי A שנפחו 2.0 ליטר הם הכניסו 0.60 מול $CO_{(g)}$ ו-0.80 מול $H_2O_{(g)}$.

התרחשה תגובה (1). כלי A הוחזק בטמפרטורה קבועה של 900 K.

לאחר זמן מה המערכת הגיעה למצב שיווי משקל. במצב זה היו בכלי 0.40 מול $H_{2(g)}$.

א. (i) רשמו ביטוי לקבוע שיווי משקל של תגובה (1), וחשבו את ערכו בטמפרטורה 900 K.

פרטו את החישובים.

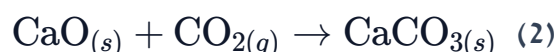
(ii) קבעו אם במהלך תגובה (1), עד להשגת מצב שיווי משקל, הלחץ בכלי עלה, ירד או לא

השתנה. נמקו.

ב. למערכת בכלי A הנמצאת במצב שיווי משקל הוסיפו החוקרים מעט סידן חמצני מוצק,



התרחשה תגובה (2):



(בתנאי הניסוי $CaO_{(s)}$ אינו מגיב עם שאר הגזים שבכלי).

התייחסו לתגובה (1) וענו על תת-הסעיפים i-iii.

(i) קבעו אם הוספת $CaO_{(s)}$ לכלי גורמת להפרה של מצב שיווי משקל.

(ii) קבעו אם בעקבות הוספת $CaO_{(s)}$ לכלי, הריכוז של $H_2O_{(g)}$ עלה, ירד או לא

השתנה. נמקו.

(iii) קבעו אם בעקבות הוספת $CaO_{(s)}$ לכלי, הקצב של התגובה ההפוכה לתגובה (1) עלה,

ירד או לא השתנה. נמקו.

ג. בטבלה שלהלן מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית של החומרים המשתתפים בתגובה (1):

החומר	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{H}_{2(g)}$
S° ** $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$	197.7	188.8	213.8	130.7

(i) היעזרו בנתונים שבטבלה וחסבו את שינוי האנטרופיה התקנית של המערכת, $\Delta S^\circ_{\text{מערכת}}$

, עבור תגובה (1) בטמפרטורה 298 K. פרטו את החישובים.

(ii) היעזרו בנתוני השאלה וחסבו את שינוי האנטרופיה התקנית של הסביבה, $\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}$,

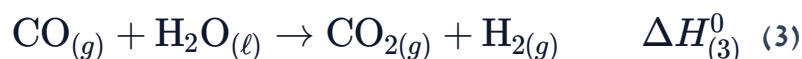
עבור תגובה (1) בטמפרטורה 298 K. פרטו את החישובים.

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

קבעו אם תגובה (1) היא ספונטנית בטמפרטורת החדר, 298 K. נמקו.

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

פחמן חד-חמצני מגיב גם עם מים במצב נוזל על פי תגובה (3):



היעזרו בנתוני השאלה וקבעו איזה משני ערכים: +3 kJ או -85 kJ מתאים להיות הערך של $\Delta H^\circ_{(3)}$. נמקו.

2. (33% נקודות)

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

בתהליכי פיצוח בעזרת מימן מפרקים פחמימנים גדולים לפחמימנים קטנים יותר. הדוגמה

הפשוטה ביותר לתהליך כזה היא התגובה של אתאן, $\text{C}_2\text{H}_{6(g)}$, עם מימן, $\text{H}_{2(g)}$, שבה מתקבל מתאן, $\text{CH}_{4(g)}$ (תגובה (1)).



בטבלה שלפניכם מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית, S° , עבור החומרים המשתתפים בתגובה (1).

החומר	מתאן $\text{CH}_{4(g)}$	מימן $\text{H}_{2(g)}$	אתאן $\text{C}_2\text{H}_{6(g)}$
S° ** $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$	186.3	130.7	229.2

א. (i) חשבו את שינוי האנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(1)}^\circ$ מערכת, בתגובה (1). פרטו את

חישוביכם.

(ii) במהלך תגובה (1) השינוי באנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(1)}^\circ$ מערכת, הוא קטן. הסבירו.

ב. קבעו אם תגובה (1) ספונטנית בטמפרטורה של 298 K ובטמפרטורה של 1000 K. נמקו את קביעתכם על סמך הסימנים של ΔS° (מערכת) ושל ΔS° (סביבה).

ג. ערכו של קבוע שיווי משקל, K_c , של תגובה (1) בטמפרטורה של 800 K הוא 8.3×10^4 . הכניסו לכלי שנפחו 2 L, בטמפרטורה זו, 1 מול אתאן, 1 מול מימן ו-2 מול מתאן. (כל החומרים במצב גז).

(i) האם המערכת נמצאת במצב שיווי משקל ברגע הכנסת החומרים? נמקו.

(ii) מה יקרה לריכוזו של המתאן בדקות הראשונות מרגע הכנסת החומרים לכלי – הוא יעלה, ירד או לא ישתנה? נמקו.

ד. מה יקרה לקצב התגובה הישירה אם יגדילו את ריכוזו של המימן? נמקו.

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

מה יקרה לריכוזו של המתאן בשיווי משקל אם יבצעו את תגובה (1) בטמפרטורה של 600 K במקום 800 K? נמקו.

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

מה יקרה לריכוזו של המתאן אם יוסיפו זרז למערכת הנמצאת בשיווי משקל? נמקו.

פרק שני – פולימרים

3. (33% נקודות)

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

כדי לצמצם את הצטברות הפסולת הפלסטית בקרקע, בחקלאות ובאריזות משתמשים יותר ויותר בפולימרים ביו-מתכלים.

בטבלה שלפניכם מופיע מידע על ארבעה פולימרים (הסימן "-" מציין שלפולימר אין טמפרטורת היתוך מוגדרת).

מס' הפולימר	שם הפולימר	נוסחת המבנה ליחידה חוזרת של הפולימר	טמפרטורה זגוגית Tg (°C)	טמפרטורת היתוך Tm (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
(1)	פולי-4-מתיל-1-פנטן (PMP)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2) -$	30	235	כלי מעבדה שקופים; קרומים חדירים לגזים
(2)	פולימתיל מתאקרילט (PMMA)	$-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3) -$ (לפחמן השני קשורות קבוצת CH_3 וקבוצת COOCH_3)	105	-	לוחות שקופים במקום זכוכית; עדשות
(3)	פולי-חומצה גליקולית (PGA)		36	225	חוטי תפירה כירורגיים נספגים
(4)	פוליבוטילן סוקצינאט (PBS)		-32	115	יריעות כיסוי לגידולים חקלאיים; אריזות

פולימר (3) יכול להתקבל מהמונומר חומצה גליקולית: $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
 פולימר (4) יכול להתקבל משני המונומרים: 1,4-בוטאן-דיאול, $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 וסוקציניט, $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$.

א. רשמו נוסחאות מבנה ליחידה חוזרת של פולימר (3) וליחידה חוזרת של פולימר (4).

ב. פולימרים ביו-מתכלים מתקבלים בשיטת דחיסה.

(i) אילו פולימרים מבין פולימרים (1)-(4) הם פולימרים ביו-מתכלים? נמקו.

(ii) רשמו נוסחאות מבנה למונומרים של הפולימרים שאינם פולימרים ביו-מתכלים מבין

הפולימרים (1)-(4) שבטבלה.

ג. במעבדה, הכינו מדגמים של שני הפולימרים (1) ו-(4) עם מספר ממוצע שווה של אטומי פחמן בשלדי השרשרות.
קבעו באיזה מדגם - של פולימר (1) או של פולימר (4), המרחק הממוצע בין קצות השרשרות גדול יותר. **נמקו.**

ד. הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר (2), PMMA, גבוה מערך ה- T_g של פולימר (3), PGA.

ה. ניתן לבצע הידרוליזה של הקבוצות האסטריות הצדדיות בפולימר (2), PMMA, בתגובה עם מים בנוכחות זרז, לקבלת פולימר (5) ומתנול, CH_3OH .

(i) רשמו נוסחת מבנה ליחידה חוזרת של פולימר (5).

(ii) קבעו לאיזה מהפולימרים (2) או (5) אחוז גבישיות גבוה יותר. **נמקו.**

(iii) קבעו לאיזה מהפולימרים (2) או (5) חדירות לגזים טובה יותר. **נמקו.**

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

לפולימר (3) יש טמפרטורת היתוך מוגדרת, $T_m = 225^\circ\text{C}$, ואילו לפולימר (2) אין

טמפרטורת היתוך מוגדרת. הסבירו הבדל זה.

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

הסבירו את ההבדל בערכים של טמפרטורת ההיתוך, T_m , של שני הפולימרים (3) ו-(4).

4. (33% נקודות)

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים של ארבעה פולימרים, שדרגות הפלמור הממוצעות שלהם דומות.

שימושים אחדים של הפולימר	טמפרטורת היתוך T_m ($^\circ\text{C}$)	טמפרטורה זגוגית T_g ($^\circ\text{C}$)	נוסחת מבנה של יחידה חוזרת	שם הפולימר
- גלגלי שיניים; - חלקים מכניים מדויקים	175	-80	$-\text{CH}_2 - \text{O}-$	פוליאוקסימתילן (POM) (1)
- יריעות לאריזות תרופות; - אטמים לטמפרטורות נמוכות מאוד	212	45	$-\text{CF}_2 - \text{CF}(\text{Cl})-$	פולי(כלורופלואורואתילן) (PCTFE) (2)
- כוסות חד-פעמיות; - קופסאות	-	100	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-$	פוליסטירן (PS) (3)
- צינורות למים חמים	125	-25	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)-$	פולי(1-בוטן) (PB-1) (4)

(בנוסחאות היחידות החוזרות, האטום או הקבוצה שבסוגריים קשורים לאטום הפחמן השני בקשר צדדי. C_6H_5 - טבעת בנזן. הסימן "-" בעמודת T_m מצין שהפוליסטירן הנתון הוא פולימר אמורפי, ואין לו טמפרטורת היתוך מוגדרת.)

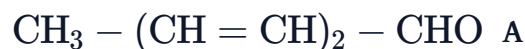
- א. ארבעת הפולימרים (1)-(4) מתקבלים באותה שיטת פלמור. המונומר של פולימר (1) הוא מתאנאל, $H_2C = O$. קבע מהי השיטה – סיפוח או דחיסה. נמק.
- ב. במעבדה הכינו שתי דגימות, I ו-II, של פולימר (3) מכמויות שוות של מונומר (סטירן). להכנת דגימה I השתמשו ב- 1.0 גרם יזם, ולהכנת דגימה II השתמשו ב- 0.1 גרם של אותו יזם.
- ג. (i) דרגת הפלמור הממוצעת של הפולימר בדגימה II גדולה מדרגת הפלמור הממוצעת של הפולימר בדגימה I. הסבר מדוע.
- (ii) תהליך הפלמור של דגימה I מתרחש מהר יותר מתהליך הפלמור של דגימה II. הסבר מדוע.
- ד. (i) קבע באיזה פולימר, (1) או (2), יכולת הפיתול האקראי של השרשרות גבוהה יותר. נמק.
- (ii) הסבר מדוע T_m של פולימר (2) גבוה מ- T_m של פולימר (4).
- ה. בעת הפלמור של פולימר (1) אפשר לשלוט במסה המולרית הממוצעת, $\overline{M}$, ולהתאים את תכונות הפולימר לשימושים שונים.
- ככל שהמסה המולרית הממוצעת של פולימר (1) גדולה יותר, כך טמפרטורת ההיתוך, T_m , של הפולימר גבוהה יותר. הסבר מדוע.
- ו. אפשר לקבל קופולימר אקראי על ידי פלמור של המונומר של פולימר (3), סטירן, $CH_2 = CH - C_6H_5$, ושל אקרילוניטריל, $CH_2 = CH - CN$. קבע איזו משלוש הנוסחאות I-III שלפניך היא נוסחה נכונה לקטע מייצג של הקופולימר האקראי. נמק.
- (הקבוצה שבסוגריים קשורה לאטום הפחמן שלפניה בקשר צדדי.)
- I
- $$-CH_2 - CH(C_6H_5) - CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(C_6H_5) -$$
- $$CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(C_6H_5) - CH_2 - CH(CN) -$$
- II
- $$-CH_2 - CH(C_6H_5) - CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(CN) - CH_2 -$$
- $$CH(CH_3) - CH_2 - CH(C_6H_5) - CH_2 - CH(CN) -$$
- III
- $$-CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(C_6H_5) - CH_2 - CH(C_6H_5) -$$
- $$CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(CN) - CH_2 - CH(CN) - CH_2 -$$
- $$CH(C_6H_5) -$$

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (1/33 נקודות)

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

במעבדה חקרו את הקשר בין מבנה לצבע בשלושה אלדהידים מצומדים, A, B, ו-C. לפניך נוסחאות המבנה המקוצרות שלהם:



(בכל המולקולות הקשרים הכפולים $\text{C} = \text{C}$ והקשר הכפול $\text{C} = \text{O}$ מתחלפים עם קשרים יחידים.)

א. הצבעים של החומרים שונים: אחד חסר צבע, אחד צהוב ואחד כתום. איזה חומר הוא צהוב, ואיזה כתום? נמק.

ב. המסו כל אחד מן החומרים בהקסאן, $\text{C}_6\text{H}_{14}(\ell)$, שהוא חומר חסר צבע.

התקבלו שלוש תמיסות: תמיסה (1) כתומה, תמיסה (2) חסרת צבע, תמיסה (3) צהובה.

(i) תמיסה (2) התקבלה על ידי המסת החומר A. הסבר מדוע תמיסה (2) היא חסרת צבע.

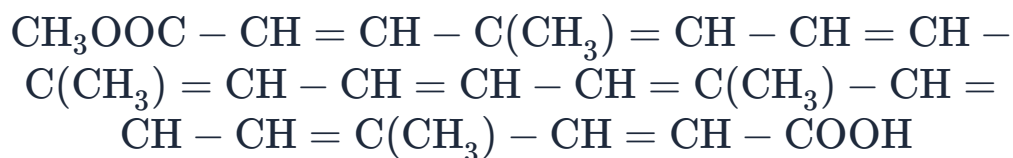
(ii) נתונים אורכי הגל שבהם הבליעה בשלוש התמיסות מקסימלית: 465 nm , 415 nm , 270 nm .

התאם כל אחד מאורכי הגל הנתונים לכל אחת מן התמיסות (1), (2), (3). נמק.

(iii) חשב את הפרש האנרגיה בין אורביטל ה- HOMO לאורביטל ה- LUMO עבור החומר C.

פרט את חישוביך.

ג. ביקסין הוא צבען כתום המופק מזרעי עץ האנאטו. לפניך נוסחת המבנה המקוצרת של מולקולת ביקסין:

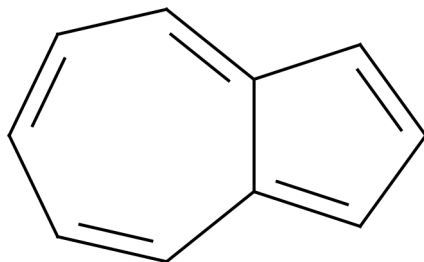


קבע באיזה אורך גל, 460 nm או 600 nm , מולקולת הביקסין בולעות קרינה. נמק.

ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.
איזופרן, $\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} = \text{CH}_2$, הוא גז חסר צבע שנפלט לאוויר מעלים של עצים רבים.

הסבר מדוע איזופרן בולע קרינה באורך גל קצר יותר מאורך הגל שבו הביקסין בולע.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.
אזולן, C_{10}H_8 , הוא פחמימן בצבע כחול עז.
לפניך נוסחת מבנה של אזולן (אטומי הפחמן והמימן אינם מסומנים):



קבע אם אזולן בולע אור בתחום הנראה. הסבר את קביעתך ברמה מיקרוסקופית.

ו. בספקטרום פליטה של מנורת ניאון מופיעים, בין השאר, קווים באורכי הגל האלה:

837.8 nm , 703.2 nm , 640.2 nm , 585.2 nm .

(i) קבע עבור כל אחד מאורכי גל אלה באיזה תחום הוא נמצא – אינפרא אדום (תת־אדום), אור נראה או אולטרה סגול (על־סגול). נמק.

(ii) קבע לאיזה מאורכי גל אלה מתאימים פוטונים בעלי האנרגייה הנמוכה ביותר. נמק ללא חישוב.

6. (1/33 נקודות)

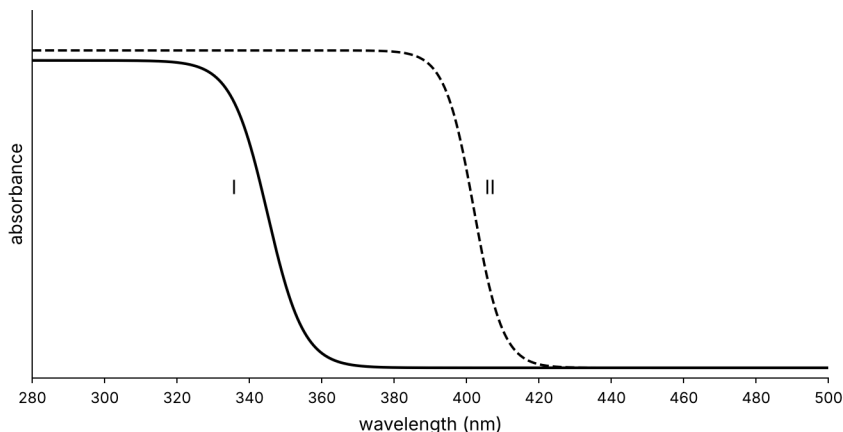
משקפי שמש איכותיים מגנים על העיניים לא רק מפני אור חזק, אלא גם מפני קרינה אולטרה־סגולה (UV). קרינה זו עלולה לפגוע בקרנית ובעדשת העין.

העדשות של משקפיים אלה מכילות חומרים הבולעים קרינת UV, ובהם קרינת UVA בתחום אורכי הגל $315 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$.

א. גם אור כחול (בתחום אורכי הגל $455 \text{ nm} - 492 \text{ nm}$) מגיע לעיניים.

קבע איזו קרינה, UVA או אור כחול, גורמת נזק גדול יותר לרקמות העין. נמק.

ב. בגרף שלפניך מוצגים ספקטרה בליעה של שתי עדשות, I ו-II, של משקפי שמש.



עדשה II מספקת הגנה טובה יותר לעיניים. הסבר עובדה זו.

ג. כדי לתת לעדשות גוון, מוסיפים להן צבען. צבען מסוים בולע אור באורך גל 585 nm. מה צבעו של הצבען? נמק.

ד. את איכות העדשות בודקים גם באור של מנורות שונות. בנורות נתרן, המשמשות גם לתאורת רחובות, נפלט אור צהוב, בעיקר באורך גל 589 nm.

(i) חשב את תדירות הקרינה הנפלטת באורך גל 589 nm. פרט את חישוביך.

(ii) הסבר מדוע ספקטרום הפליטה של נורת נתרן הוא קווי ולא רציף.

ה. במדי אור של מצלמות ובתאים סולריים משתמשים בצורן (סיליקון), Si. הפרש האנרגיה בין פס ההולכה לפס הערכיות בצורן הוא 1.1 eV.

(i) קבע אם צורן הוא מוליך חשמל, מבודד או מוליך למחצה. הסבר על פי מבנה פסי האנרגיה.

(ii) קבע אם פוטונים שנפלטים מנורת הנתרן (באורך גל 589 nm) יכולים להעביר אלקטרונים בצורן מפס הערכיות לפס ההולכה. נמק בעזרת חישוב.

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