

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 8
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)

סטירן, $C_6H_5CH = CH_2$, הוא המונומר שממנו מייצרים את הפולימר פוליסטירן. בתעשייה מפיקים סטירן מאתילבנזן, $C_6H_5CH_2CH_3$, בתגובת הרכקת מימן המתבצעת בטמפרטורה גבוהה, תגובה (1):



בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנתלפיית התהוות תקנית, ΔH_f^0 , עבור המגיב והתוצרים בתגובה (1).

החומר	מימן $H_{2(g)}$	סטירן $C_6H_5CH = CH_{2(g)}$	אתילבנזן $C_6H_5CH_2CH_{3(g)}$
אנתלפיית התהוות תקנית, ΔH_f^0 ($\frac{kJ}{mol}$)	0	+148	+30

א. (i) חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה (1), $\Delta H_{(1)}^0$. פרט את חישוביך.

(ii) במהלך תגובה (1), אנטרופיית המערכת עולה ואנטרופיית הסביבה יורדת.

הסבר כל אחת משתי העובדות האלה.

(iii) מבצעים את תגובה (1) בטמפרטורה של כ- 900 K . הסבר מדוע יש לבצע תגובה זו בטמפרטורה גבוהה.

ב. סטירן מגיב עם מימן בתגובה (2), ההפוכה לתגובה (1):



(i) באיזו טמפרטורה תגובה (2) מועדפת במידה רבה יותר: ב- 400 K או ב- 900 K ?

נמק.

(ii) לכלי סגור שנפחו קבוע הכניסו סטירן ומימן (שני גזים), והחזיקו את הכלי בטמפרטורה

קבועה. בכלי התרחשה תגובה (2). מדדו את הלחץ בכלי במשך הזמן: הלחץ ירד, ומרגע

מסוים, t_1 , הוא נשאר קבוע.

הסבר מדוע הלחץ בכלי ירד, וקבע באיזה מצב נמצאת המערכת מרגע t_1 . נמק.

ג. ערכו שלושה ניסויים I-III באותה טמפרטורה.

בכל ניסוי הכניסו לכלי ריק סטירן גזי ומימן, וסגרו את הכלי. בכל אחד מן הכלים התרחשה תגובה (2).

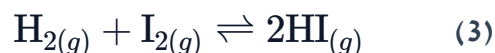
הריכוזים ההתחלתיים של שני הגזים בכל ניסוי:

ניסוי III	ניסוי II	ניסוי I	
0.020	0.040	0.020	ריכוז התחלתי של סטירן $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$
0.010	0.030	0.030	ריכוז התחלתי של H_2 $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$

קבע באיזה משלושת הניסויים היה קצב התגובה הישירה בתחילת הניסוי הנמוך ביותר.

נמק בעזרת מודל ההתנגשויות.

ד. אפשר לנצל את המימן הנוצר בתגובה (1) לייצור תרכובות שונות, למשל מימן יודי, $\text{HI}_{(g)}$, על פי תגובה (3):



עבור תגובה (3), הערך של קבוע שיווי המשקל ב- 721 K הוא $K_c = 50$.

ערכו ניסוי: לכלי סגור שנפחו 5.0 ליטר, בטמפרטורה 721 K , הכניסו 0.10 מול

$\text{H}_{2(g)}$, 0.10 מול $\text{I}_{2(g)}$ ו- 1.0 מול $\text{HI}_{(g)}$.

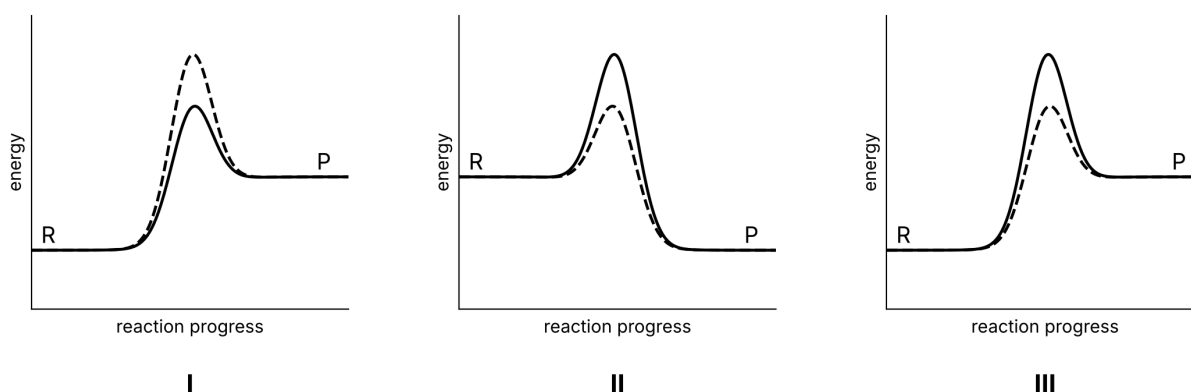
קבע אם קצב התגובה הישירה, עד שהגיעה המערכת למצב שיווי משקל, גדול מקצב התגובה ההפוכה או קטן ממנו. פרט את חישוביך, ונמק.

ה. בתעשייה מבצעים את תגובה (1) בנוכחות זרז המכיל תחמוצות ברזל.

איזה מן הגרפים I-III שלפניך מתאר נכון את השתנות האנרגייה, בנוכחות זרז וללא זרז, במהלך תגובה (1)?

הסבר מדוע פסלת כל אחד משני הגרפים האחרים.

(בגרפים: R – מגיבים; P – תוצרים; קו רציף – ללא זרז; קו מקווקו – בנוכחות זרז.)



2. (333/3 נקודות)

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

מתנול, CH_3OH , הוא חומר גלם חשוב בתעשייה הכימית ומשמש גם דלק. בתעשייה מייצרים אותו מתערובת של הגזים פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, ומימן, $\text{H}_{2(g)}$, בנוכחות זרז. בתנאי הטהליך המתנול נמצא במצב גז. התגובה מתוארת בניסוח (1):



בטבלה שלפניכם מוצגים ערכים של אנטרופיה מולרית תקנית של המגיבים ושל התוצר בתגובה (1).

CO _(g)	H _{2(g)}	CH ₃ OH _(g)	החומר
197.7	130.7	239.8	$S^\circ \left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \right)$ ** אנטרופיה מולרית תקנית

א. (i) רשמו את הביטוי של קבוע שיווי משקל, K_c , עבור תגובה (1).

(ii) לפניכם שני ערכים של קבוע שיווי משקל עבור תגובה (1), 0.64 ו-16.8, בטמפרטורות שונות: ב-500 K וב-600 K.

התאימו כל ערך של קבוע שיווי משקל לטמפרטורה המתאימה. הסבירו את בחירתכם.

ב. (i) חשבו את שינוי האנטרופיה של המערכת, ΔS° , מערכת, עבור תגובה (1). פרטו את חישוביכם.

(ii) הסבירו את סימנו של שינוי האנטרופיה של המערכת עבור תגובה (1).

ג. במערכת של תגובה (1), הנמצאת בשיווי משקל, בוצעו השינויים i-iii:

i הגדלת ריכוזו של $\text{H}_{2(g)}$

ii הגדלת ריכוזו של $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$

iii הוספת זרז

קבעו אם, כתוצאה מכל אחד מהשינויים i-iii, ריכוזו של $\text{CO}_{(g)}$ במצב שיווי המשקל החדש יהיה גדול מריכוזו לפני השינוי, קטן ממנו או שווה לו. נמקו כל אחת מקביעותיכם.

ד. מערכת של תגובה (1) נמצאת בשיווי משקל. מוציאים מהכלי חלק מגז המימן, $\text{H}_{2(g)}$, בלי לשנות את הטמפרטורה ואת נפח הכלי.

כיצד תושפע מהירות התגובה הישירה מיד לאחר השינוי? נמקו.

- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו על סעיף ו**.
 חשבו את שינוי האנטרופיה של הסביבה, ΔS° סביבה, עבור תגובה (1) בטמפרטורה K 298.
פרטו את חישוביכם.
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו על סעיף ה**.
 הסבירו את סימנו של שינוי האנטרופיה של הסביבה, ΔS° סביבה, עבור תגובה (1).

פרק שני – פולימרים

3. (1/33 נקודות)

ענה על הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
 בגדי ספורט רבים עשויים מסיבים סינתטיים, שהם חזקים, קלים ומתייבשים מהר.
 א. מבין התכונות (1)-(5) שלפניך, בחר **שלוש** תכונות הדרושות לפולימר כדי שיתאים לייצור סיבים חזקים לאריגים.

- (1) שרשרות ארוכות, לינאריות ולא מסועפות.
- (2) קבוצות צדדיות גדולות, המפוזרות באופן לא סדיר לאורך השרשרת.
- (3) יכולת של השרשרות להסתדר במקביל זו לזו באזורים מסודרים.
- (4) אחוז גבישיות נמוך.
- (5) קשרים בין-מולקולריים חזקים בין השרשרות.

ב. נתונות נוסחאות III-I של מונומרים:



הבנזן בעמדות מנוגדות - עמדות "פרה")

מן המונומרים I, II, III מכינים שני פולימרים שמתאימים לייצור סיבים לבגדי ספורט.

- (i) רשום נוסחת מבנה ליחידה החוזרת של כל אחד משני הפולימרים, וציין באיזו שיטת פלמור הוא נוצר – סיפוח או דחיסה.
- (ii) התייחס למבנה של כל אחד משני הפולימרים, וציין **שתי** סיבות להתאמתו לייצור סיבים.
- (iii) כדי לייצר סיבים חזקים, הפולימר עובר תהליך מתיחה. הסבר כיצד תורם תהליך המתיחה להגברת החוזק של הסיב.

ג. נתונה נוסחת מבנה של מונומר:



בתהליכי פלמור שונים יכולים להתקבל מהמונומר שני פולימרים שונים.

- (i) רשום את נוסחת המבנה של היחידה החוזרת של כל אחד משני הפולימרים.
 (ii) באיזה משני הפולימרים שרשמת בתת-סעיף ג i עדיף להשתמש לייצור סיבים? הסבר.
 ד. נתונים שלושה מונומרים שמהם מייצרים את הפולימרים A, B, ו- C.

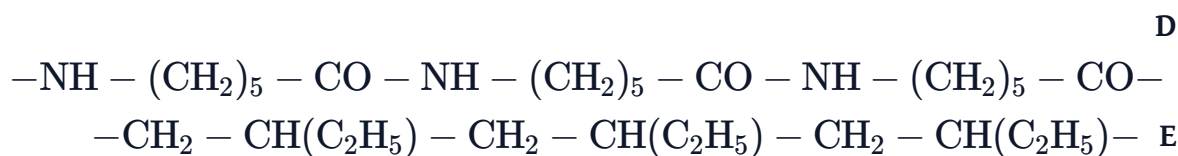
המונומר	הפולימר
$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$	A
$\text{HO} - (\text{CH}_2)_5 - \text{COOH}$	B
$\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$	C

רשום יחידה חוזרת לכל אחד מהפולימרים A, B, ו- C.

- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ו.
 סיבים שאפשר להכין מפולימר B חזקים מסיבים שאפשר להכין מפולימר C. הסבר מדוע.

- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.

נתונים מקטעים של שני פולימרים, D ו- E:



מאיזה פולימר, D או E, אפשר לייצר סיבים חזקים יותר? ציין שני נימוקים לקביעתך.

4. (33% נקודות)

השימוש הנרחב במוצרים פלסטיים פוגע באיכות הסביבה, בגלל כמויות הפסולת הגדולות המצטברות לאחר השימוש במוצרים אלה. אחת הדרכים להתגבר על בעיה זו היא לייצר פולימרים מתכלים.

בשאלה זו פולימר מתכלה הוא פולימר שעובר הידרוליזה שבה השרשרת הראשית שלו מתפרקת למולקולות קטנות הנמסות במים, וכך אפשר לסלקן.

לפניך נוסחאות של יחידות חוזרות של שלושה פולימרים I, II, III:



א. (i) קבע עבור כל אחד מן הפולימרים אם הוא עשוי לעבור הידרוליזה.

(ii) רשום את הנוסחה/הנוסחאות של תוצר/תוצרי ההידרוליזה המלאה עבור כל פולימר שעובר הידרוליזה.

(iii) קבע עבור כל אחד מן הפולימרים I-III אם הוא עשוי להיות פולימר מתכלה. נמק כל קביעה.

ב. נתונה היחידה החוזרת של הפולימר פולי ויניל אלכוהול:



לפניך שלושה היגדים i-iii. קבע עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

(i) בתגובה של פולי ויניל אלכוהול עם חומצה פרופאנואית, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, מתקבל פולימר III.

(ii) פולי ויניל אלכוהול נמס במים טוב יותר מפולימר III.

(iii) פולי ויניל אלכוהול עשוי לעבור הידרוליזה.

ג. פולי לקטיק אסיד (PLA) הוא פולימר מתכלה. הנוסחה של היחידה החוזרת שלו היא:



מ- PLA מייצרים, בין השאר, כוסות חד-פעמיות לשתייה קרה וסכו"ם חד-פעמי.

(i) על סמך השימושים של PLA, קבע אם הטמפרטורה הזגוגית שלו, T_g , גבוהה מטמפרטורת החדר או נמוכה ממנה. **נמק.**

(ii) האם מתאים להגיש בכוסות של PLA משקה חם, שהטמפרטורה שלו גבוהה מה- T_g של הפולימר? קבע באיזו טמפרטורה רצוי להשתמש בכוסות: בטמפרטורה גבוהה מן ה- T_g של הפולימר או בטמפרטורה נמוכה מן ה- T_g שלו. **נמק את קביעתך.**

(iii) את הכוסות מייצרים כך: מחממים יריעה שטוחה של PLA ולוחצים אותה לתוך תבנית. באיזו טמפרטורה רצוי לעצב את היריעה: בטמפרטורה גבוהה מן ה- T_g של הפולימר או בטמפרטורה נמוכה מן ה- T_g שלו? **נמק את קביעתך.**

ד. לפניך נוסחת היחידה החוזרת של הפולימר פולי גליקוליק אסיד (PGA):



לאיזה מן הפולימרים יש T_g גבוה יותר: ל- PLA (סעיף ג) או ל- PGA? **נמק.**

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (33% נקודות)

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

תרכובות של נתרן, Na, נפוצות מאוד בטבע ובתעשייה, ואטומי נתרן במצב גז בולעים ופולטים אור בצבע אופייני.

א. נתרן כרומט, $\text{Na}_2\text{CrO}_{4(s)}$, הוא מלח המשמש בתעשייה הכימית. בהמסה של נתרן כרומט במים מתקבלת תמיסה בצבע צהוב.

מקרינים את התמיסה באור סגול. קבעו אם התמיסה בולעת את האור הסגול. **נמקו.**

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

$$\text{I. } 5.09 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{II. } 9.09 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{III. } 3.66 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

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.

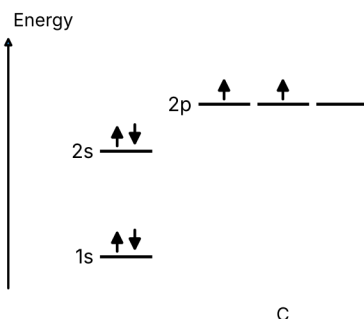
(ii) מהו צבע האור הנבלע בתחום האור הנראה? פרטו את החישובים.

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

ג. היערכות האלקטרונים באטום ליתיום, Li, היא $1s^2 2s^1$.

רשמו את היערכות האלקטרונים באטום נתרן, Na.

ד. דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור אטום פחמן, C, במצב אלקטרוני יסודי:



ציירו את דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור יון נתרן שמטענו +1, Na^+ , 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) נתרן וליתיום, Li, נמצאים באותו טור בטבלה המחזורית.

ציינו נקודת דמיון אחת והבדל אחד בין אכלוס האלקטרונים באטום נתרן ובין אכלוס האלקטרונים באטום ליתיום.

(ii) ציירו את דיאגרמת רמות האנרגיה עבור מולקולת Li_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 Li_2^+ .

(ii) קבעו איזה חלקיק יציב יותר, מולקולת Li_2 או יון Li_2^+ . נמקו.

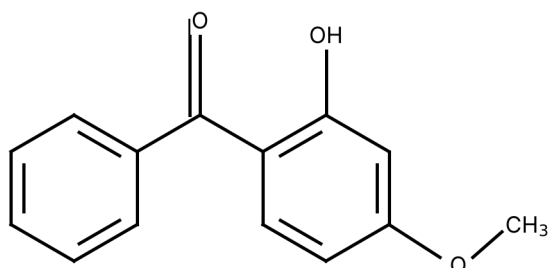
6. (333 נקודות)

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

השאלה עוסקת בתכשירים להגנה מפני קרינת השמש.

א. בקרמי הגנה רבים נמצא החומר אוקסיבנזון, הבולע קרינה על-סגולה.

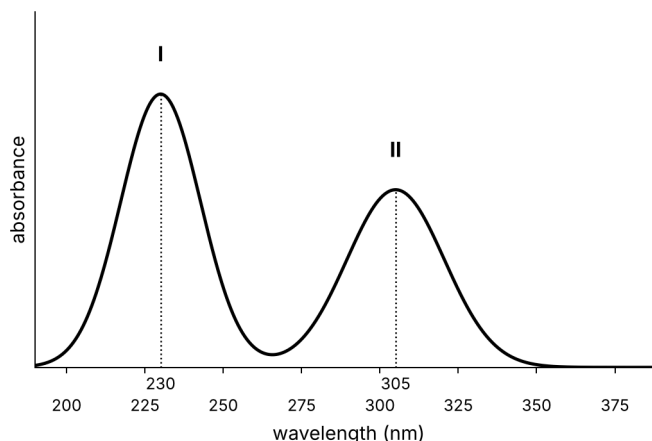
נתונה נוסחת המבנה של מולקולת אוקסיבנזון.



(i) העתיקו את הנוסחה למחברת הבחינה, והקיפו את הכרומופור.

(ii) אוקסיבנזון בולע בעיקר קרינה על-סגולה, ואינו מקנה צבע לקרם ההגנה. הסבירו מדוע.

ב. נתון קטע מספקטרום הבליעה של חומר X, המשמש גם הוא מסנן לקרינה על-סגולה.



(בגרף: שיא בליעה I באורך גל 230 nm, ושיא בליעה II באורך גל 305 nm; הציר האופקי - אורך גל בין 190 ל- 390 nm.)

בספקטרום הבליעה הנתון יש שתי בליעות שעוצמתן מרבית. בטווח אורכי הגל 390 nm – 780 nm, שאינו מופיע בספקטרום הנתון, אין בליעות שהעוצמה שלהן משמעותית.

(i) קבעו באיזו משתי הבליעות, I או II, אנרגיית הפוטון של הקרינה גדולה יותר.

נמקו ללא חישובים.

(ii) על פי קביעתכם בתת-סעיף ב i, חשבו את אנרגיית הפוטון הגדולה יותר. **פרטו את**

החישובים.

(iii) חשבו את תדירות הקרינה המתאימה לפוטון שאת האנרגיה שלו חישבתם בתת-סעיף ב ii.

פרטו את החישובים.

(iv) קבעו אם תדירות הקרינה שחישבתם בתת-סעיף ב iii גבוהה מתדירות הקרינה של אור

סגול או נמוכה ממנה. **נמקו ללא חישובים.**

ג. היעזרו בקטע מספקטרום הבליעה של חומר X, וקבעו אם X הוא חומר צבעוני או חסר צבע.

נמקו את הקביעה.

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

בחלק מקרמי ההגנה משתמשים בתחמוצות של מתכות, למשל אבץ חמצני, ZnO, המכיל יוני חמצן, O^{2-} .

רשמו אכלוס אלקטרונים של יון חמצן, O^{2-} .

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ד.
נתון אכלוס האלקטרונים במולקולת פלואור, F_2 , במצב אלקטרוני יסודי:

$$\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^{*2} \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^{*2} \sigma_{2p}^2 \pi_{2p}^4 \pi_{2p}^{*4} \sigma_{2p}^*$$

איזה חלקיק יציב יותר: מולקולה F_2 או יון F_2^+ ? נמקו.

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