

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תש"ף, 2020, מועד מיוחד
מספר השאלון: 037282
שם התלמיד/ה: _____

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

סך הכול - 100 נקודות

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

הוראות מיוחדות: אין.

בשאלון זה שלושה פרקים. ענה על שלוש שאלות - שאלה אחת מכל פרק.

פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה ($33\frac{1}{3}$ נקודות): ענה על אחת מן השאלות 1-2. שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

פרק שני - פולימרים ($33\frac{1}{3}$ נקודות): ענה על אחת מן השאלות 3-4.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה ($33\frac{1}{3}$ נקודות): ענה על אחת מן השאלות 5-6. שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

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

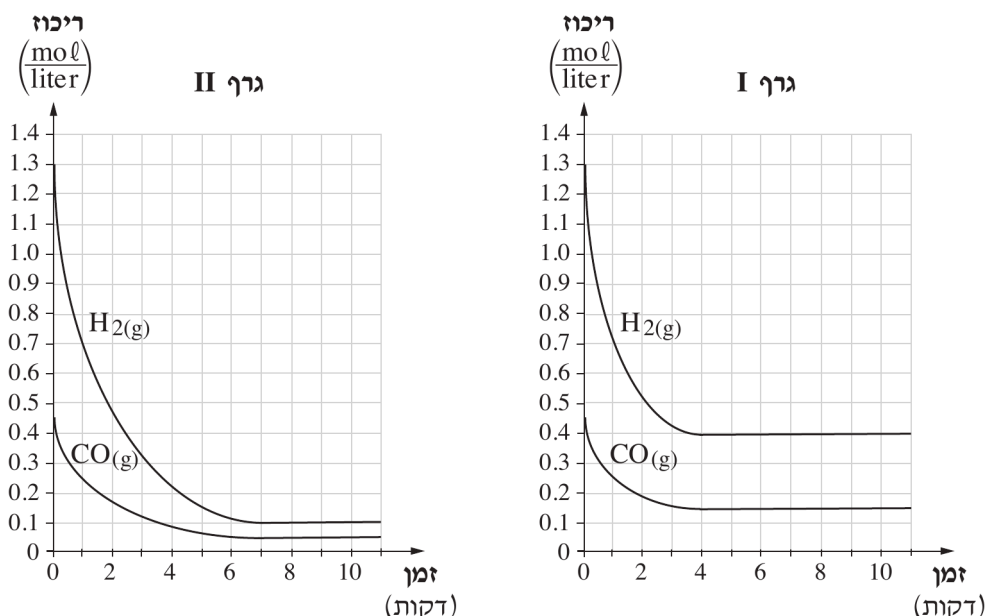
1. השאלה עוסקת בתגובה (1) המשמשת בתעשייה הכימית להרחקת פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, מתערובת גזים.



במעבדה ביצעו את תגובה (1) בשני כלים סגורים, A ו-B. נפחו של כל כלי היה 1 ליטר. לכל אחד מן הכלים הריקים הכניסו 0.45 מול של פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, ו-1.3 מול של מימן, $\text{H}_{2(g)}$. כל אחד מן הכלים הוחזק בטמפרטורה קבועה.

הטמפרטורה בכלי A הייתה נמוכה מן הטמפרטורה בכלי B.

הגרפים I ו-II שלפניך מתארים את ההשתנות של ריכוזי המגיבים עם הזמן בכלים A ו-B.



- א. (i) קבע אם הלחץ בכל אחד מן הכלים עלה, ירד או לא השתנה מתחילת התגובה עד השגת מצב של שיווי-משקל. נמק כל קביעה.

(ii) קבע אם במהלך תגובה (1) האנטרופיה של המערכת עלתה או ירדה. הסבר ברמה מיקרוסקופית.

(iii) קבע אם במהלך תגובה (1) האנטרופיה של הסביבה עלתה או ירדה. נמק.

ב. עבור המערכת המתוארת בגרף I:

(i) חשב את הריכוזים של מתאן, $\text{CH}_{4(g)}$, ואדי מים, $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, במצב שיווי-משקל. פרט את חישוביך.

(ii) רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל עבור תגובה (1), וחשב את ערכו. פרט את חישוביך.

ג. קבוע שיווי המשקל של המערכת הנמצאת בכלי A גדול מקבוע שיווי המשקל של המערכת הנמצאת בכלי B.

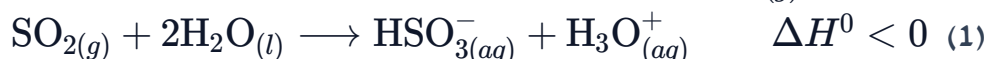
קבע איזה גרף, I או II, מתאים למערכת הנמצאת בכלי A. נמק.

ד. בדקה ה-12 העלו את הטמפרטורה בכלי B. לאחר זמן מה הגיעה המערכת למצב שיווי-משקל חדש.

קבע אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $\text{CH}_4(g)$ בכלי B היה גבוה מן הריכוז של $\text{CH}_4(g)$ בשיווי המשקל הקודם, נמוך ממנו או שווה לו. נמק.

2. גופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_2(g)$, היא גז רעיל הנפלט לאטמוספירה בשרפה של דלקים.

א. באטמוספירה $\text{SO}_2(g)$ מגיב עם מי גשם על פי תגובה (1):



ביצעו ניסוי: לכלי המכיל מים הוסיפו $\text{SO}_2(g)$. התרחשה תגובה (1).

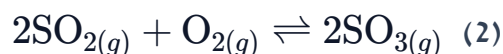
לפניך שני היגדים i-ii.

עבור כל אחד מן ההיגדים i-ii שלפניך קבע אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

(i) בתום התגובה היה ה- pH של התמיסה גדול מ-7.

(ii) האנטרופיה של הסביבה עולה במהלך התגובה.

ב. בתנאים מתאימים מתרחשת תגובה (2):



לקחו שלושה כלים סגורים I, II, III שיש להם אותו נפח. לכל אחד מן הכלים הכניסו שלושה גזים:

$\text{SO}_2(g)$, $\text{O}_2(g)$, $\text{SO}_3(g)$. הכלים נשמרו בטמפרטורה קבועה T.

לפניך שלושה גרפים. כל גרף מתאר את השינוי בלחץ באחד הכלים, מרגע הכנסת הגזים.



(i) הלחץ בכלי I אינו משתנה. הסבר מדוע.

(ii) קבע באיזה כלי, מיד לאחר הכנסת הגזים, קצב התגובה הישירה גבוה מקצב התגובה ההפוכה. נמק.

- ג. ביצעו מחקרים כדי לפתח תהליך למניעת פליטה של $\text{SO}_{2(g)}$ לאטמוספירה. באחד משלבי התהליך שפותח מתרחשת תגובה (3):
- $$2\text{SO}_{2(g)} + 2\text{CuO}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{CuSO}_{4(s)} \quad (3)$$
- לפניך הנתונים עבור תגובה (3) ב- 298K :

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ} = -562 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$\Delta S_{\text{יקום}}^{\circ} = +1570 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

- (i) הסבר מדוע $\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ} < 0$.
- (ii) קבע אם תגובה (3) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמק ללא חישוב.
- (iii) חשב את ΔH° עבור תגובה (3). פרט את חישוביך.

פרק שני - פולימרים

3. השאלה עוסקת בפולימרים המכילים קבוצה סולפונית, SO_3^- , בקבוצות הצדדיות.

בטבלה שלפניך מוצגים קטעים של שלושה פולימרים (1)-(3) וערכים של הטמפרטורה הזגוגית, T_g .

מספר הפולימר	נוסחת המבנה לקטע של הפולימר	הטמפרטורה הזגוגית $T_g(^{\circ}\text{C})$
(1)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	100
(2)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF---CF}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{CF}_2 \\ \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	140
(3)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \end{array}$	152

מספר הפולימר	נוסחת המבנה לקטע של הפולימר	הטמפרטורה הזגוגית $T_g(^{\circ}\text{C})$
(1)	$\text{---CF}_2\text{---CF(O---CF}_2\text{---CF}_2\text{---SO}_3^-)\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---}$	100
(2)	$\text{---CF}_2\text{---CF(O---CF}_2\text{---CF(CF}_3)\text{---O---CF}_2\text{---CF}_2\text{---SO}_3^-)\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---}$	140
(3)	$\text{---CH}_2\text{---CH(C}_6\text{H}_4\text{---SO}_3^-)\text{---CH}_2\text{---CH(C}_6\text{H}_4\text{---SO}_3^-)\text{---CH}_2\text{---CH(C}_6\text{H}_4\text{---SO}_3^-)\text{---}$	152

א. (i) קבע עבור כל אחד מן הפולימרים (1) ו-(3) אם הוא נוצר בפלמור של מונומר אחד או בפלמור של שני מונומרים.

(ii) רשום נוסחאות מבנה למונומרים שמהם נוצרו שני הפולימרים (1) ו-(3).

ב. (i) הסבר מדוע ערך ה- T_g של פולימר (2) גדול מערך ה- T_g של פולימר (1).

(ii) הסבר מדוע ערך ה- T_g של פולימר (3) גדול מערך ה- T_g של פולימר (2).

ג. גזים, המשמשים להרדמת חולים בניתוחים, יכולים להכיל מים. פולימר (2) משמש לספיגת המים מגזים אלה.

הסבר מדוע פולימר (2) סופג מים.

ד. במעבדה הכינו שתי דגימות, I ו-II, של פולימר (3), מכמויות שוות של מונומר.

להכנת דגימה I השתמשו ב-1 גרם יזם, ולהכנת דגימה II השתמשו ב-5 גרם יזם.

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i-ii אם הוא נכון או לא נכון. **נמק כל קביעה.**

(i) היחידה החוזרת של הפולימר בדגימה I קצרה מהיחידה החוזרת של הפולימר בדגימה II.

(ii) דרגת הפלמור הממוצעת של הפולימר בדגימה I גדולה מדרגת הפלמור הממוצעת של

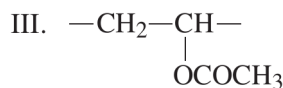
הפולימר בדגימה II.

4.

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.

דוגמה לפולימר מתכלה היא פולימר שעובר הידרוליזה ותוצרי ההידרוליזה שלו נמסים במים, וכך אפשר לסלקם.

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

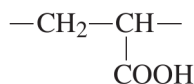


א. (i) קבע עבור כל אחד מן הפולימרים אם הוא עשוי לעבור הידרוליזה.

(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 חומצה אקרילית:



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

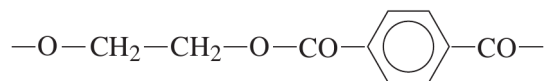
(i) בתגובה של פולי חומצה אקרילית עם CH_3OH מתקבל פולימר III.

(ii) פולי חומצה אקרילית נמסה במים טוב יותר מפולימר III.

(iii) פולי חומצה אקרילית עשויה לעבור הידרוליזה.

ג. דרך אחרת להתגבר על בעיית הפסולת היא מחזור. דוגמה לפולימר שעובר מחזור היא פוליאטילן טרפאלט.

הנוסחה של היחידה החוזרת שלו היא:



פולימר זה משמש לייצור בקבוקי שתייה. לאחר השימוש בהם אפשר למחזר אותם: להתיכם, ומן הפולימר המותך לייצר אריגים.

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

(ii) באיזו טמפרטורה רצוי לכבס אריגים שיוצרו מפולאתילן טרפאלט: בטמפרטורה גבוהה מן ה- T_g של הפולימר או בטמפרטורה נמוכה מן ה- T_g שלו? **נמק את קביעתך.**

(iii) מעוניינים לקפל אריג העשוי מפולאתילן טרפאלט, וליצור את הקיפולים בעזרת מגהץ. באיזו טמפרטורה רצוי ליצור את הקיפולים: 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 פוליאטילן אדיפט:



לאיזה מן הפולימרים יש T_g גבוה יותר: לפולאתילן טרפאלט או לפוליאטילן אדיפט? **נמק.**

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

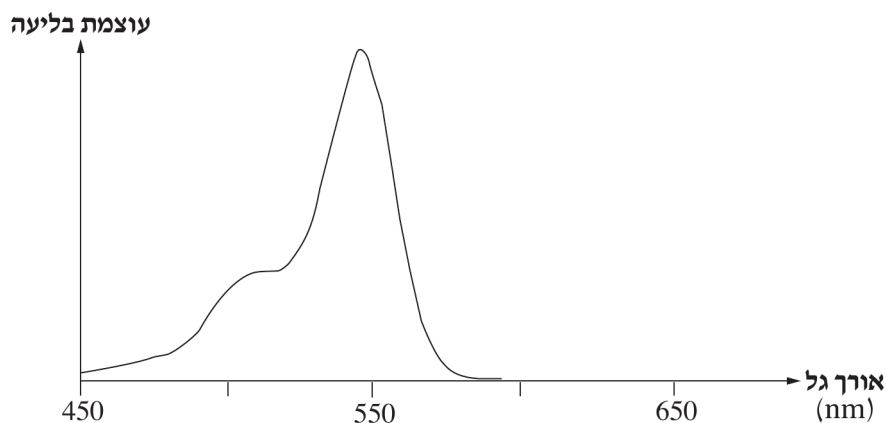
5. טיפול פוטודינמי באמצעות אור בתחום הנראה מאפשר להרוס גידולים סרטניים מסוימים, בלי ניתוח ובלי תופעות לוואי.

א. (i) בשלב הראשון של הטיפול מזריקים לאזור הגידול הסרטני תרכובת פחמן צבעונית (צבָּעֶן) שהמולקולות שלה נקלטות בעיקר בתאים הסרטניים.

ציין שני מאפייני מבנה של מולקולות הצבען.

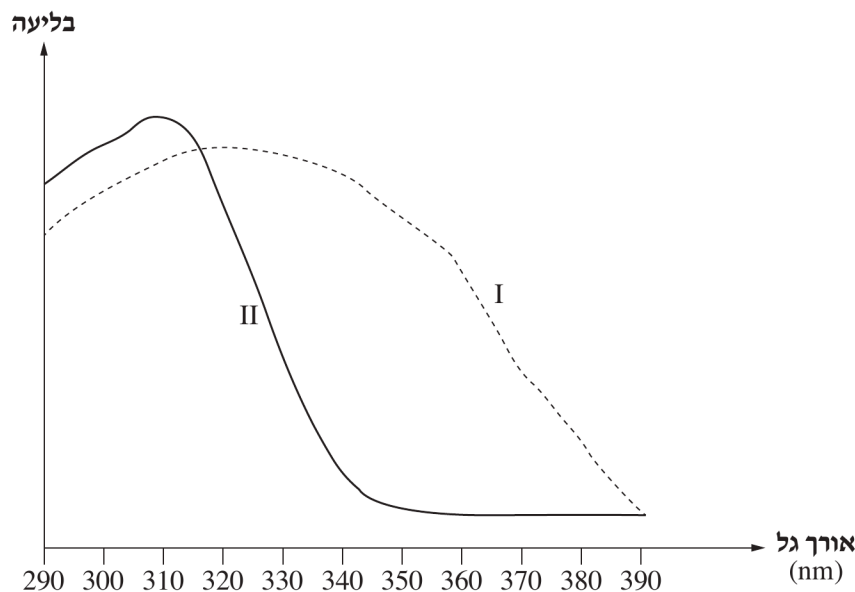
(ii) לפניך ספקטרום הבליעה של צבען שמשתמשים בו בטיפולים מסוג זה.

על פי ספקטרום הבליעה, קבע מהו הצבע של צבען זה. **נמק.**



- ב. בשלב השני של הטיפול מאירים את התאים הסרטניים, שקלטו את מולקולות הצבען, בקרינה באורך גל מתאים.
מולקולות הצבען בולעות את הקרינה ועוברות עירור אלקטרוני.
באיזה אורך גל, 543 nm או 650 nm, יש להאיר את מולקולות הצבען כדי לגרום לעירור אלקטרוני שלהן? נמק.
- ג. הקרינה הנפלטת ממולקולות הצבען המעוררות נבלעת על ידי מולקולות החמצן, O_2 , הנמצאות ברקמות.
מולקולות חמצן אלה עוברות עירור. מולקולות החמצן המעוררות פועלות כמחמצן חזק, ולכן הן הורסות את רקמות הגידול הסרטני שבסביבתן.
(i) רשום את היערכות האלקטרונים במולקולות החמצן במצב אלקטרוני יסודי.
(ii) ציין את אורביטלי ה-HOMO וה-LUMO בהיערכות האלקטרונים במולקולת חמצן במצב אלקטרוני יסודי.
- ד. (i) האנרגייה הדרושה לעירור מולקולה אחת של חמצן היא $1.566 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
חשב את אורך הגל של הקרינה המתאימה לעירור של מולקולת חמצן.
פרט את חישוביך.
(ii) קבע אם הקרינה באורך הגל שחישבת בתת-סעיף ד i היא בתחום האולטרה-סגול, בתחום הנראה או בתחום האינפרא-אדום.
6. תכשירים המגנים על העור מפני קרינה אולטרה-סגולה (UV) המגיעה מן השמש מכילים חומרים מסנני קרינה.
לפוטונים של קרינת UV אנרגייה גדולה הגורמת נזקים לעור, כגון כוויות.
מסנני הקרינה בולעים את הקרינה האולטרה-סגולה בשני תחומים: UVA בתחום אורכי הגל 320 nm – 390 nm,
ו-UVB בתחום אורכי הגל 290 nm – 320 nm.
בליעת הקרינה מפחיתה את הפגיעה בעור.
א. קבע איזו קרינה, UVA או UVB, גורמת נזק גדול יותר לעור. נמק.

ב. בגרף שלפניך מוצגים ספקטרה בליעה של שני מסנני קרינה מסחריים I ו-II.



מסנן הקרינה I מספק הגנה טובה יותר מפני השמש. הסבר עובדה זו.

ג. אחת השיטות לשיזוף מלאכותי שלא באמצעות שמש היא בליעת כמוסות של הצבען קנתקסנתיין.

מולקולות קנתקסנתיין מצטברות בשומן שמתחת לעור וצבען נותן לעור מראה שחום. קנתקסנתיין בולע קרינה באורך גל 460 nm. מה צבעו של הקנתקסנתיין? נמק.

ד. שיטה אחרת לשיזוף מלאכותי היא שיזוף באמצעות נורות המאירות בתחום קרינת UV. בעבר השתמשו, בין השאר, בנורות כספית לשיזוף.

לפניך ערכים של אורכי הגל שבהם נפלטת קרינה אולטרה-סגולה ממנורת כספית ששימשה לשיזוף:

302 nm , 312 nm , 313 nm , 334 nm , 365 nm .

(i) חשב את תדירות הקרינה הנפלטת באורך גל 312 nm . פרט את חישוביך.

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

ה. כיום מעדיפים להשתמש לשיזוף במגוון של נורות LED (דיודות פולטות אור). נורות אלה פולטות קרינה,

בין השאר, באורכי הגל: 365 nm , 385 nm , 395 nm , 405 nm .

(i) ציין יתרון אחד של שיזוף באמצעות נורות LED על פני שיזוף באמצעות נורות כספית.

(ii) קבע אם הפרש האנרגיה בין פס ההולכה לפס הערכיות בנורות LED הפולטות קרינה בתחום האולטרה-סגול, גדול מהפרש האנרגיה בנורות LED הפולטות קרינה בתחום הנראה. נמק.

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