

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשע"ז, 2017
מספר השאלון: 037282
שם התלמיד/ה: _____

כימיה

שיווי משקל, פולימרים וכימיה פיזיקלית

הוראות

משך הבחינה: שעתיים.

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.

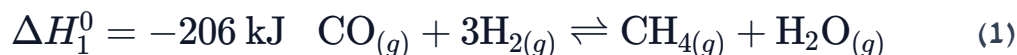
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה

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



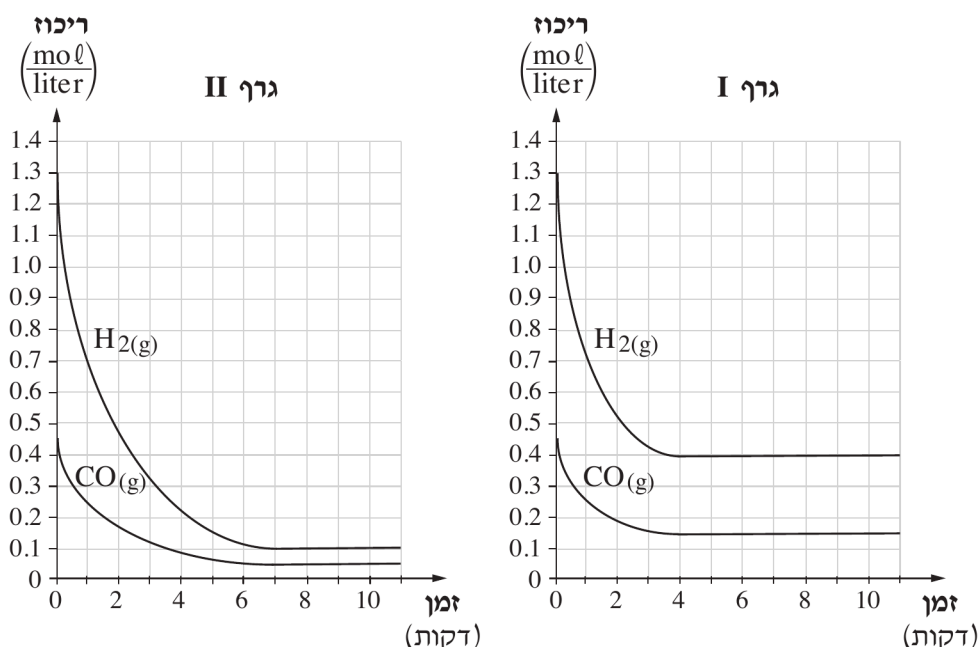
במעבדה ביצעו את תגובה (1) בשני כלים סגורים, A ו-B. נפחו של כל כלי היה 1 ליטר.

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 שונה 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.
- (iv) בתנאים מסוימים תגובה (1) אינה ספונטנית. הסבר עובדה זו.

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. (i) 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.

(ii) קבע באיזה כלי, A או B, הטמפרטורה הייתה גבוהה יותר.

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

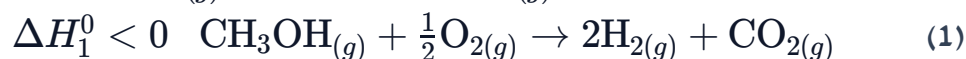
קבע אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $\text{CH}_4(g)$ בכלי B היה גבוה מן הריכוז של

$\text{CH}_4(g)$ בשיווי המשקל הקודם, נמוך ממנו או שווה לו. נמק.

2. תאי דלק שבהם מימן, $\text{H}_2(g)$, מגיב עם חמצן, $\text{O}_2(g)$, יכולים לשמש מקור אנרגייה חלופי, למשל בהנעת כלי רכב.

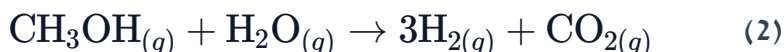
בתעשייה משתמשים, בין השאר, במתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}(g)$, כמקור להפקת $\text{H}_2(g)$.

בנוכחות זרז מתאים, מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}(g)$, מגיב עם $\text{O}_2(g)$ על פי תגובה (1).



א. תגובה (1) ספונטנית בתנאי תקן בכל טמפרטורה. הסבר מדוע.

ב. בתנאים מתאימים, $\text{CH}_3\text{OH}(g)$ מגיב עם קיטור, $\text{H}_2\text{O}(g)$, על פי תגובה (2).



(i) בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 , של המגיבים

והתוצרים בתגובה (2).

$\text{CH}_3\text{OH}(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{H}_2(g)$	$\text{CO}_2(g)$	החומר
239.9	188.7	130.6	213.6	אנטרופיה מולרית תקנית $S^0 \left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \right)$

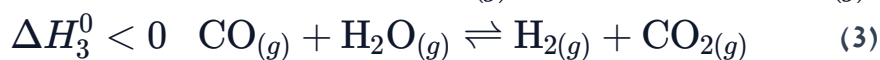
חשב את שינוי האנטרופיה במערכת, $\Delta S_{\text{מערכת}}^0$, עבור תגובה (2).

פרט את חישוביך.

(ii) בטמפרטורה 298 K השינוי באנטרופיה של היקום הוא: $\Delta S_{\text{יקום}}^0 = +10.4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$.

חשב את שינוי האנטלפייה, ΔH_2^0 , עבור תגובה (2). פרט את חישוביך.

ג. תגובה נוספת המשמשת להפקת $H_{2(g)}$ בתעשייה היא תגובה (3), שבה פחמן חד-חמצני, $CO_{(g)}$, מגיב עם קיטור, $H_2O_{(g)}$.



(i) לפניך שלושה ערכים של שינוי האנטרופיה במערכת, $\Delta S_{מערכת}^0$:

$$+214.8 \frac{J}{K} \quad -42.4 \frac{J}{K} \quad -138 \frac{J}{K}$$

קבע איזה מן הערכים הוא הערך המתאים עבור $\Delta S_{מערכת}^0$ של תגובה (3). נמק.

(ii) בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של שינוי האנטרופיה ביקום, $\Delta S_{יקום}^0$, עבור תגובה (3) בשתי טמפרטורות.

1100	500	הטמפרטורה (K)
-4.9	+40	$\Delta S_{יקום}^0 \left(\frac{J}{K} \right)$

התייחס לשינוי האנטרופיה במערכת, $\Delta S_{מערכת}^0$, ולשינוי האנטרופיה בסביבה, $\Delta S_{סביבה}^0$, והסבר עבור התגובה הישירה מדוע ב- 500 K יש עלייה באנטרופיה של היקום, ואילו ב- 1100 K יש ירידה באנטרופיה של היקום.

ד. ביצעו את תגובה (3) בשלושה כלים סגורים, I, II, III.

בטבלה שלפניך מוצג מספר המולים של כל אחד מן הגזים שהוכנסו לכל אחד מן הכלים.

הכלי	נפח הכלי (ליטר)	מספר המולים של גז שהוכנסו לכלי			
			$CO_{(g)}$	$H_2O_{(g)}$	$H_{2(g)}$
I	1.0	0.4	0.4	0	0
II	1.0	0.8	0.4	0.4	0
III	1.0	0	0	0	0.2

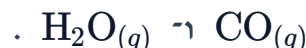
שלושת הכלים הוחזקו באותה טמפרטורה.

לפניך שני היגדים i ו- ii הנוגעים למערכת שבכל אחד מן הכלים I ו- II ו- III.

הסבר מדוע כל אחד מן ההיגדים i ו- ii אינו נכון.

(i) הערך של K_c , עבור המערכת בכלי II, גדול מהערך של K_c עבור המערכת בכלי I, כי הריכוז של $H_{2(g)}$ במצב שיווי-משקל בכלי II גדול יותר.

(ii) בכלי III המערכת אינה מגיעה למצב שיווי-משקל, כי לתוך כלי III לא הוכנסו המגיבים:



פרק שני - פולימרים

3. פוליאתילן, $[-CH_2 - CH_2-]_n$, הוא פולימר נפוץ שמייצרים ממנו, בין השאר, שקיות אריזה, מכלי אחסון, כלי בית, בקבוקים וצינורות השקיה. בתנאי פלמור שונים מייצרים סוגים שונים של פוליאתילן, כגון פוליאתילן נמוך-צפיפות (LDPE) ופוליאתילן גבה-צפיפות (HDPE).
- א. לפניך תיאור סכמטי של שתי שרשרות פוליאתילן, I ו-II.



- קבע איזו מן השרשרות, I או II, היא שרשרת של פוליאתילן נמוך-צפיפות. נמק.
- ב. בטבלה שלפניך מוצגים ערכי T_g ו- T_m של הפולימרים LDPE ו-HDPE.

הפולימר	הטמפרטורה הזגוגית T_g (°C)	טמפרטורת ההיתוך T_m (°C)
LDPE	-80	110
HDPE	-50	?

- (i) ערך ה- T_g של הפולימר HDPE נמוך. הסבר עובדה זו.
- (ii) הסבר מדוע ערך ה- T_g של הפולימר LDPE נמוך מערך ה- T_g של הפולימר HDPE.
- (iii) קבע אם ערך ה- T_m של הפולימר HDPE גבוה מ- 110°C או נמוך מ- 110°C . נמק.

- ג. לפניך שתיים מן התכונות הנדרשות מפולימר כדי שיתאים להכנת אריזות למוצרי מזון:
- יכולת טובה לחסום מעבר גזים, בעיקר חמצן, $O_{2(g)}$, ופחמן דו-חמצני, $CO_{2(g)}$.
 - יכולת חסימה למעבר לחות, $H_2O_{(g)}$.
- חדירת הגזים מתרחשת באזורים האמורפיים של הפולימר ולא באזורים הגבישיים. הסבר מדוע. בתשובתך התייחס גם לאזורים האמורפיים וגם לאזורים הגבישיים.
- ד. פוליוויניל אלכוהול (PVA), $[-CH_2 - CH(OH)-]_n$, הוא פולימר שיכולתו לחסום מעבר של $O_{2(g)}$ ו- $CO_{2(g)}$ היא הטובה ביותר. ציין חיסרון אחד של שימוש בפולימר PVA להכנת אריזות למוצרי מזון. הסבר.

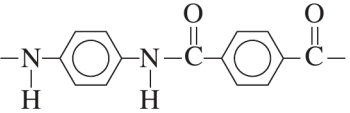
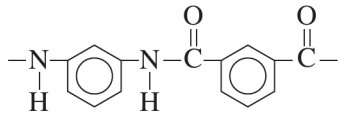
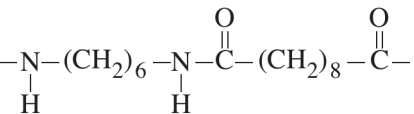
- ה. EVOH הוא קופולימר אקראי המורכב מיחידות פוליאטילן ומיחידות PVA .
- לקופולימר EVOH יש אחוז גבישיות גבוה ויכולת טובה מאוד לחסום מעבר של גזים.
- (i) רשום נוסחת מבנה לקטע של שרשרת הקופולימר EVOH המכיל 12 אטומי פחמן.
- (ii) הסבר מדוע לקופולימר EVOH יש אחוז גבישיות גבוה.
- (iii) ככל שאחוז יחידות ה־ PVA בשרשרות הקופולימר EVOH גדול יותר, ערך ה־ T_g של הקופולימר גבוה יותר. הסבר מדוע.

4. השאלה עוסקת בפולימרים אחדים המשמשים לייצור סיבים.

- א. מבין המאפיינים (1)-(6) שלפניך, בחר שלושה מאפיינים המתאימים לפולימרים המשמשים לייצור סיבים.

- (1) כוחות בין־מולקולריים חזקים
- (2) קשרי צילוב קוולנטיים
- (3) שרשרות ארוכות ללא קבוצות צדדיות
- (4) טמפרטורה זגוגית, T_g , נמוכה מטמפרטורת החדר
- (5) מבנה אמורפי
- (6) נוכחות קטעים קשיחים בעמוד השדרה בשרשרות

ב. בטבלה שלפניך מוצג מידע על שלושה פולימרים המשמשים לייצור סיבים.

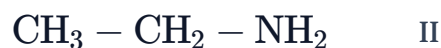
הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים של סיבים שהוכנו מן הפולימר
קוולר		500	כבלי הרמה לרכבל
נומקס		375	ביגוד ממוגן למכבי אש
ניילון 10,6		210	סיבי מברשות

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים של סיבים שהוכנו מן הפולימר
קוולר		500	כבלי הרמה לרכבל
נומקס		375	ביגוד ממוגן למכבי אש
ניילון 10,6	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$	210	סיבי מברשות

- (i) קבע באיזו שיטה – דחיסה או סיפוח – הוכן כל אחד מן הפולימרים שבטבלה. נמק.
- (ii) רשום ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של המונומרים עבור כל אחד מן הפולימרים שבטבלה.

- ג. (i) הסבר מדוע ערך ה- T_m של קוולר גבוה מערך ה- T_m של ניילון 10,6.
- (ii) הסבר מדוע ערך ה- T_m של נומקס נמוך מערך ה- T_m של קוולר.
- (iii) עבור הפולימר קוולר לא נמדד ערך ה- T_g . הסבר מדוע.

ד. נתונות נוסחאות של שני חומרים, I ו-II :



במעבדה ביצעו פלמור בשני כלים A ו-B כדי לקבל ניילון 6,10.

לכל אחד מן הכלים A ו-B הכניסו אותה כמות של מונומרים.

לכלי A הוסיפו חומר נוסף שהגיב בכלי.

(i) קבע אם החומר הנוסף הוא חומר I או חומר II. **נמק.**

(ii) קבע אם שרשרות הפולימר שהתקבל בכלי A ארוכות משרשרות הפולימר שהתקבל בכלי B

, קצרות מהן או שוות להן באורכן. **נמק.**

(iii) קבע אם היחידה החוזרת של הפולימר שהתקבל בכלי A זהה ליחידה החוזרת של

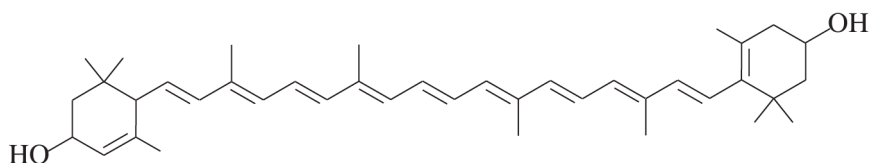
הפולימר שהתקבל בכלי B או שונה ממנה. **נמק.**

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. השאלה עוסקת בתהליכים המתרחשים בירקות ובפירות.

א. בעת הבשלת מלון נוצר בו הצבען לוטאין, המקנה לפרי את צבעו הצהוב.

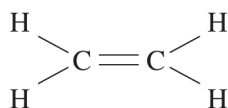
לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולת לוטאין.



קבע באיזה אורך גל, 450 nm או 580 nm, מולקולות הלוטאין בולעות קרינה. **נמק.**

ב. הגז אתילן נוצר בצמחים וגורם להבשלה של פירות וירקות רבים.

לפניך נוסחת מבנה של מולקולת אתילן.



(i) כמה קשרי σ וכמה קשרי π יש במולקולה אחת של אתילן?

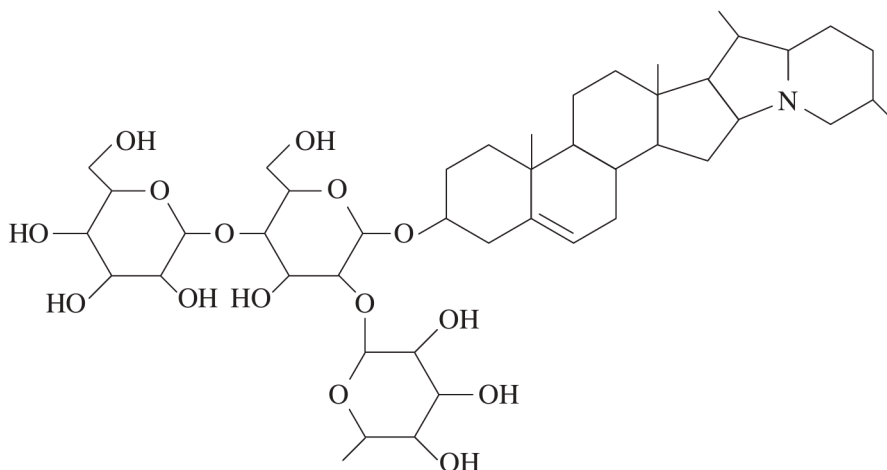
(ii) אתילן בולע קרינה באורך גל של 171 nm.

חשב את הפרש האנרגייה ביחידות J בין אורביטל ה-HOMO לאורביטל ה-LUMO

במולקולה של אתילן. **פרט את חישוביך.**

(iii) הסבר מדוע אתילן בולע קרינה באורך גל קצר יותר מאורך הגל שבו הלוטאין בולע.

- ג. כדי להאיץ את ההבשלה של מגוון פירות וירקות שנקטפו, מפזרים תערובת גזים במקום האחסון של הפירות והירקות. התערובת מכילה בעיקר גז חנקן, $N_2(g)$, וכ- 5% גז אתילן.
- (i) העתק מדפי הנוסחאות למחברתך את דיאגרמת האורביטלים המולקולריים המתאימה למולקולת חנקן, $N_2(g)$, והשלם בה את אכלוס האלקטרונים:
- עבור שני אטומי חנקן
 - עבור מולקולת חנקן
- (ii) ציין את אורביטלי ה- HOMO וה- LUMO בהיערכות האלקטרונים במולקולת חנקן במצב אלקטרוני יסודי.
- (iii) חשב את סדר הקשר של מולקולת חנקן. פרט את חישוביך.
- ד. כאשר מאחסנים תפוחי אדמה באור, נוצרים כתמים ירוקים על קליפתם וטעמם נעשה מר. החומר המר הוא סולנין – חומר רעיל האסור לאכילה. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולת סולנין.



- קבע אם הצבע הירוק שנראה על קליפות תפוחי האדמה הוא הצבע של הסולנין. נמק.
- ה. כדי להאיץ את הבשלתם של תותי שדה שנקטפו, מאירים אותם באמצעות נורת LED (דיודה פולטת אור) כחול.
- קבע עבור כל אחד מן ההיגדים a, b, c שלפניך אם הוא נכון או לא נכון.
- (a) ה- LED הכחול מאיר באורך גל של 470 nm.
- (b) האור שפולט ה- LED הכחול מתאים להפרש האנרגייה בין פס ההולכה במל"מ (מוליך למחצה) N לפס הערכיות במל"מ P.
- (c) כאשר ה- LED הכחול מאיר, מל"מ P מחובר להדק השלילי של הסוללה, ומל"מ N מחובר להדק החיובי.

6. תכשירים המגנים על העור מפני קרינה אולטרה-סגולה (UV) המגיעה מן השמש מכילים חומרים מסנני קרינה.

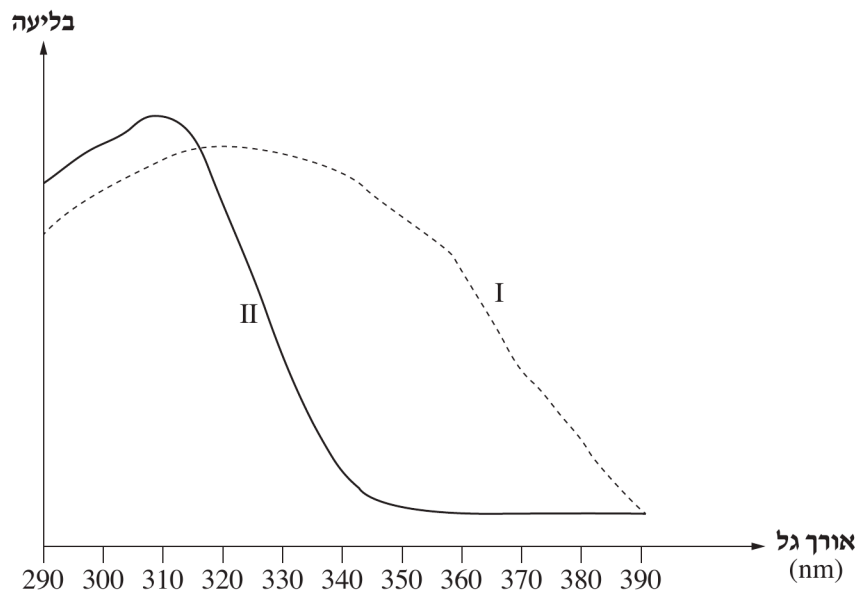
לפוטונים של קרינת UV אנרגייה גדולה הגורמת נזקים לעור, כגון כוויות.

מסנני הקרינה בולעים את הקרינה האולטרה-סגולה בשני תחומים: UVA בתחום אורכי הגל $320 \text{ nm} - 390 \text{ nm}$, ו-UVB בתחום אורכי הגל $290 \text{ nm} - 320 \text{ nm}$.

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.



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

(ii) על פי הנתונים בגרף, אי-אפשר לקבוע מה צבעו של כל אחד ממסנני הקרינה. הסבר מדוע.

ג. אחת השיטות לשיזוף מלאכותי שלא באמצעות שמש היא בליעת כמוסות של הצבען קַנְתֶּקְסֶנְתִּין. מולקולות קנתקסנתין מצטברות בשומן שמתחת לעור וצבען נותן לעור מראה שחום. קנתקסנתין בולע קרינה באורך גל 460 nm . מה צבעו של הקנתקסנתין? 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 (דiodות פולטות אור). נורות אלה פולטות קרינה, בין השאר, באורכי הגל: 405 nm , 395 nm , 385 nm , 365 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 הבגרויות בכימיה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/chemistry