

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשע"ט, 2019
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 פרק: 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. במגדל השמש שהוקם במכון ויצמן, נערכו מחקרים העוסקים בהמרת קרינת השמש באנרגיות אחרות.

כדי להמיר את קרינת השמש לאנרגייה בצורת חום, מציבים מראות רבות שמרכזות את קרינת השמש אל המתקן שבו מבצעים תגובות שונות, לדוגמה תגובה (1):



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

פחמן דו-חמצני $\text{CO}_{2(g)}$	מתאן $\text{CH}_{4(g)}$	פחמן חד-חמצני $\text{CO}_{(g)}$	מימן $\text{H}_{2(g)}$	החומר אנתלפיית התהוות תקנית, ΔH_f^0 (kJ/mol)
-394	-75	-110	0	

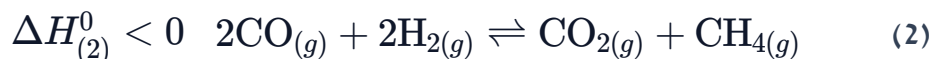
א. (i) חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה (1), $\Delta H_{(1)}^0$. פרט את חישוביך.

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

הסבר כל אחת משתי העובדות האלה.

(iii) מבצעים את תגובה (1) בטמפרטורה 1300 K. הסבר מדוע יש לבצע תגובה זו בטמפרטורה גבוהה.

ב. לתערובת התוצרים של תגובה (1) תכולת אנרגייה גבוהה. מעבירים את התערובת לאחסון או למתקן שנפחו קבוע ומבצעים בו תגובה הפוכה, תגובה (2):



האנרגייה הנפלטת מנוצלת ליצירת קיטור, ואת הקיטור אפשר לנצל לייצור חשמל.

(i) באיזו טמפרטורה תגובה (2) מועדפת במידה רבה יותר: ב- 298 K או ב- 1000 K ?
נמק.

(ii) הצע שיטה הבודקת באופן ניסויי במעבדה אם המערכת של תגובה (2) נמצאת במצב שיווי משקל בטמפרטורה שבחרת בתת-סעיף i. הסבר את השיטה שהצעת.

ג. ערכו שלושה ניסויים I-III.

בכל ניסוי הכניסו לכלי ריק $\text{CO}_{(g)}$ ו- $\text{H}_{2(g)}$, וסגרו את הכלי. הריכוזים ההתחלתיים של שני הגזים בכל אחד מן הכלים היו זהים. בכל אחד מן הניסויים ביצעו את תגובה (2) בטמפרטורה אחרת. הטמפרטורה שבה נערך כל ניסוי:

ניסוי III	ניסוי II	ניסוי I	טמפרטורה (K)
1100	500	298	

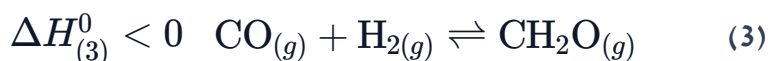
בכל אחד מן הכלים הגיעה המערכת למצב שיווי משקל.

קבע באיזה משלושת הניסויים הגיעה המערכת למצב שיווי משקל בזמן הקצר ביותר.

נמק בעזרת תורת ההתנגשויות.

ד. אפשר לנצל את תערובת התוצרים המתקבלת בתגובה (1) לייצור תרכובות שונות. אחת מן התרכובות האלה היא מתאנאל, $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$, המשמש, בין השאר, חומר גלם לייצור מוצרי פלסטיק.

מתאנאל נוצר על פי תגובה (3):



עבור תגובה (3), הערך של קבוע שיווי המשקל ב- 500 K הוא $K_c = 2.8 \cdot 10^{-4}$.

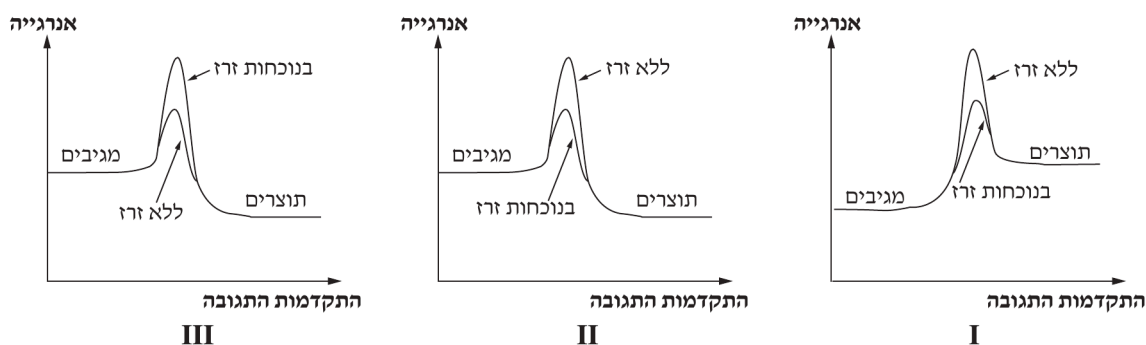
ערכו ניסוי: לכלי סגור שנפחו 1 ליטר הכניסו 0.02 מול $\text{CO}_{(g)}$, 0.02 מול $\text{H}_{2(g)}$ ו- 0.012 מול $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$.

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 (3) בנוכחות זרז מתאים.

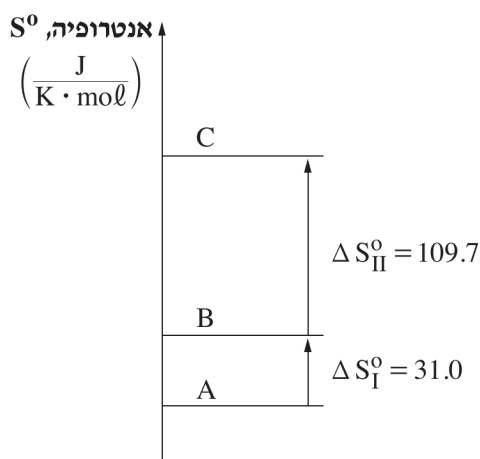
איזה מן הגרפים I-III שלפניך מתאר נכון את השתנות האנרגייה, בנוכחות זרז וללא זרז, במהלך תגובה (3)?

הסבר מדוע פסלת כל אחד משני הגרפים האחרים.



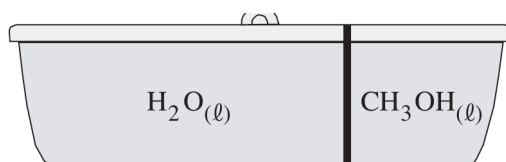
2. יין הוא תמיסה מימית המכילה, בין השאר, אתאנול, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

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



- (i) האותיות A , B , C מייצגות אתאנול במצבי צבירה שונים (מוצק, נוזל, גז).
 קבע איזה מצב צבירה מייצגת כל אחת מן האותיות A , B , C .
 (ii) הסבר מדוע ערכו של ΔS°_I קטן מערכו של ΔS°_{II} .
 (iii) חשב את שינוי האנטרופיה של המערכת במעבר של אתאנול ממצב גז למצב מוצק.
 פרט את חישוביך, והסבר את הסימן (פלוס או מינוס) של הערך שחישבת.

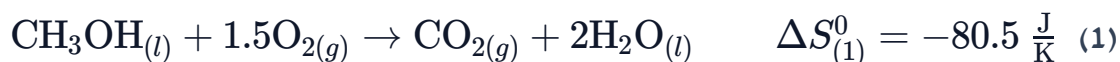
ב. בקיץ 2018 התגלה כי סוחרים אחדים מכרו יין המכיל מתאנול, CH_3OH . מתאנול הוא חומר רעיל, ושתייתו עלולה לגרום לעיוורון ואף למוות. במעבדה ערכו ניסוי: לקחו כלי סגור ובו מחיצה. בצד אחד של הכלי הכניסו מתאנול ובצד האחר הכניסו מים, כפי שמתואר באיור שלפניך.



הסירו את המחיצה וערבבו את הנוזלים.

- (i) במהלך ההמסה של מתאנול במים האנטרופיה של המערכת עולה.
 לפניך שני היגדים a-b.
 קבע איזה מן ההיגדים נכון, והסבר מדוע פסלת את ההיגד האחר.
 a. בתום ההמסה מספר המולים של כל החלקיקים בכלי גדול יותר ממספר המולים של כל החלקיקים בתחילת הערבוב.
 b. בתום ההמסה פיזור החלקיקים גדול יותר מפיזור החלקיקים בתחילת הערבוב.
 (ii) המסת מתאנול במים היא תהליך אקסותרמי. קבע אם תהליך זה ספונטני בתנאי החדר.
 נמק.

ג. בתנאים מתאימים, מתאנול ואתאנול נשרפים. לפניך תגובות השרפה של שני הכוהלים:



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

$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$	החומר
127	161	205	214	אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 ($\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$)

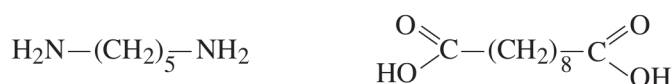
חשב את האנטרופיה המולרית התקנית, S^0 , של $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$. פרט את חישוביך.

- 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 303 K. פרט את חישוביך, ונמק.

פרק שני - פולימרים

3. השאלה עוסקת בפולימרים אחדים המשמשים לייצור סיבים.

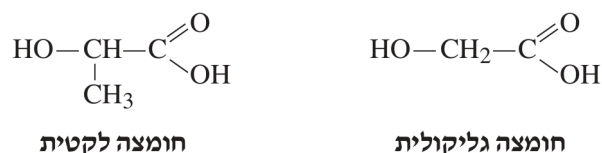
לפניך נוסחאות מבנה של המונומרים שמהם מקבלים את הפולימרים (1)-(4):
 פולימר (1) – ניילון 5,10, משמש, בין השאר, לייצור סיבים לגרבוני נשים.
 הוא מתקבל מן המונומרים:



פולימר (2) – פוליאטילן טרפאלט (PET) משמש, בין השאר, לייצור בקבוקים לשתייה קלה.
 הוא מתקבל מן המונומרים:



לפניך נוסחאות מבנה של המונומרים שמהם אפשר לקבל את הפולימרים (3) ו-(4):



פולימר (3) – פוליחומצה גליקולית (PGA) משמש, בין השאר, לייצור אריגים.
 קופולימר (4) – PLGA קופולימר אקראי המתקבל מחומצה לקטית ומחומצה גליקולית.
 פולימר זה משמש, בין השאר, לייצור חוטי תפירה לניתוחים.

- א. (i) קבע באיזו שיטת פלמור – דחיסה או סיפוח, הוכן כל אחד מארבעת הפולימרים (1)-(4) .
 (ii) רשום את נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של כל אחד משלושת הפולימרים (1)-(3) .
- ב. (i) אחוז הגבישיות של פולימר (2) גבוה מאחוז הגבישיות של פולימר (1) . הסבר מדוע.
 (ii) הפולימרים (1) ו- (2) מתאימים לייצור סיבים. ציין שתי סיבות לכך עבור כל אחד מן הפולימרים האלה.
- ג. אפשר למחזר בקבוקי שתייה העשויים מפולימר (2) – PET .
 הבקבוקים נשטפים ונגרסים והפולימר עובר עיבוד הכולל מתיחת סיבים לייצור סיבים של בדים ובהם בד מסוג פליז.
 (i) מתיחת פולימר (2) היא שלב חשוב בייצור סיבי הפליז. הסבר מדוע.
 (ii) קבע אם פולימר (2) הוא פולימר תרמופלסטי, אלסטומרי או תרמוסטי. נמק את קביעתך.
- ד. (i) רשום נוסחת מבנה לקטע מייצג של הקופולימר האקראי (4) .
 (ii) טמפרטורת ההיתוך, T_m , של קופולימר (4) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של פולימר (3) .
 הסבר מדוע.
 (iii) חוטים לתפירה, העשויים מקופולימר (4) , מתפרקים בגוף במשך כמה שבועות לאחר הניתוח, כי הקופולימר עובר הידרוליזה באמצעות נוזלי הגוף (שרובם מים).
 תוצרי ההידרוליזה הם חומרים הנמצאים בגוף האדם באופן טבעי.
 רשום נוסחאות מבנה של תוצרי ההידרוליזה המלאה של קופולימר (4) .

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

שם הפולימר	נוסחת מבנה של יחידה חוזרת	טמפרטורה זגוגית T_g (°C)	טמפרטורת היתוך T_m (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
(1) פוליוויניל כלוריד (PVC)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{Cl}$	80	265	— ציפוי רצפות — בידוד לחוטי חשמל
(2) פוליוויניל פלואוריד (PVF)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{F}$	40	190	— מעילי גשם — לוחות סולריים
(3) טפלון	$-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$	125	330	— ציפוי כלים — מבודדים בתעשיית חשמל
(4) פוליפרופילן (PP)	$-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$	-18	165	— יריעות לאריזה — חלקי מכוניות

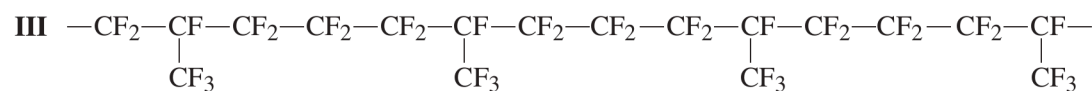
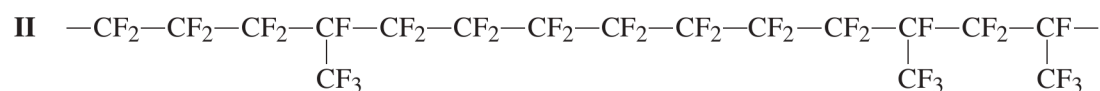
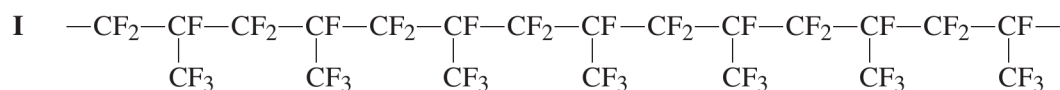
שימושים אחדים של הפולימר	טמפרטורת היתוך T_m (°C)	טמפרטורה זגוגית T_g (°C)	נוסחת מבנה של יחידה חוזרת	שם הפולימר
- ציפוי רצפות; - בידוד לחוטי חשמל	265	80	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{Cl}) -$	(1) פוליוויניל כלוריד (PVC)
- מעילי גשם; - לוחות סולריים	190	40	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{F}) -$	(2) פוליוויניל פלואוריד (PVF)
- ציפוי כלים; - מבודדים בתעשיית חשמל	330	125	$-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -$	(3) טפלון
- יריעות לאריזה; - חלקי מכוניות	165	-18	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) -$	(4) פוליפרופילן (PP)

(בנוסחאות היחידות החוזרות, האטום או הקבוצה שבסוגריים קשורים לאטום הפחמן השני בקשר צדדי, כמתואר באיור.)

א. ארבעת הפולימרים (1)-(4) מתקבלים באותה שיטת פלמור. קבע מהי השיטה - סיפוח או דחיסה. נמק.

- ב. במעבדה הכינו שתי דגימות, I ו-II, של פולימר (1) מכמויות שוות של מונומר. להכנת דגימה I השתמשו ב- 0.2 גרם יזם, ולהכנת דגימה II השתמשו ב- 2 גרם של אותו יזם.
- (i) דרגת הפלמור הממוצעת של הפולימר בדגימה I גדולה מדרגת הפלמור הממוצעת של הפולימר בדגימה II. הסבר מדוע.
- (ii) תהליך הפלמור של דגימה II מתרחש מהר יותר מתהליך הפלמור של דגימה I. הסבר מדוע.
- ג. (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).
- ד. בעת הפלמור של פולימר (4) יש אפשרות לשלוט במסה המולרית הממוצעת, $\overline{M}$. כך אפשר להתאים את תכונות הפולימר לדרישות מן המוצרים השונים. ככל שהמסה המולרית הממוצעת של פולימר (4) גדולה יותר, כך טמפרטורת ההיתוך, T_m , של הפולימר גבוהה יותר. הסבר מדוע.
- ה. אפשר לקבל קופולימר אקראי על ידי פילמור של מונומר של פולימר (3) ומונומר $\text{CF}_2 = \text{CF} - \text{CF}_3$.

קבע איזו משלוש נוסחאות המבנה I-III שלפניך היא נוסחה נכונה לקטע מייצג של הקופולימר האקראי.

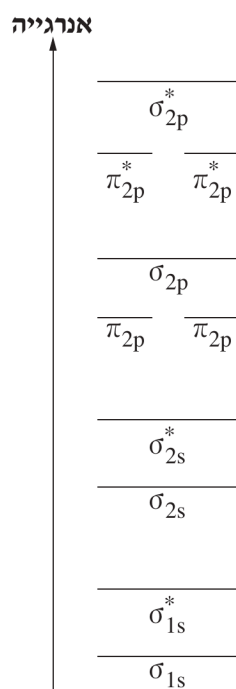


פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. האוויר באטמוספירת כדור הארץ הוא תערובת של גזים שמורכבת בעיקר מחנקן, $\text{N}_2(g)$ (כ-80%). האוויר מכיל גם גזים אחרים ובהם מימן, $\text{H}_2(g)$ (כ-0.00005%).
- א. (i) רשום ייצוג אלקטרוני של היון H_2^- . (ii) קבע אם היון H_2^- יציב יותר או יציב פחות מן המולקולה H_2 . נמק.

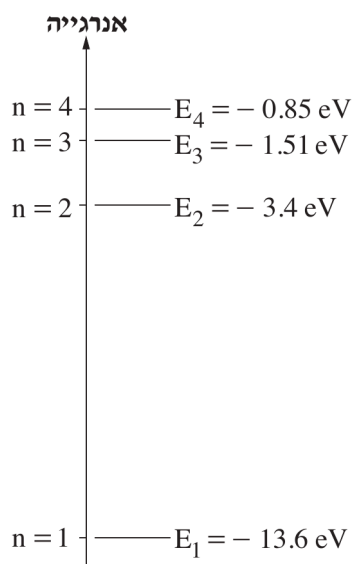
ב. (i) לפניך דיאגרמה של רמות האנרגיה עבור מולקולה דו-אטומית של יסוד בשורה השנייה של המערכה המחזורית.

העתק למחברתך את הדיאגרמה וסמן בה את החיצים, שמייצגים את אכלוס האלקטרונים באורביטלים במולקולה מעוררת של חנקן, N_2^* .



(ii) סמן בדיאגרמה שרשמת בתת-סעיף ב i את רמת HOMO ואת רמת LUMO.

ג. הדיאגרמה שלפניך מציגה את ארבע רמות האנרגיה הראשונות ($E_4 - E_1$) של אטום מימן.



(i) חשב את אנרגיית המעבר מרמת האנרגיה E_1 לרמת האנרגיה E_2 ביחידות ג'אול

(J). פרט את חישוביך.

(ii) קבע אם פלפל אדום בולע קרינה הנפלטת במעבר בין רמות האנרגיה $E_3 \rightarrow E_2$. פרט

את חישוביך, ונמק.

ד. צורן, $\text{Si}_{(s)}$, הוא מוליך למחצה (מל"מ).

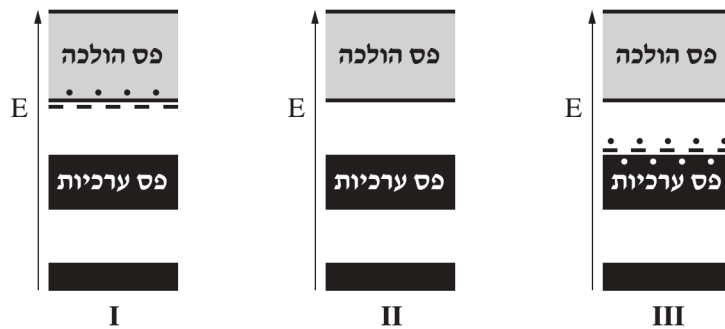
(i) הסבר מדוע המוליכות החשמלית של גביש צורן טהור נמוכה בטמפרטורת החדר אך גבוהה בטמפרטורות גבוהות.

(ii) לפניך שלוש דיאגרמות אנרגייה I, II, III. התאם לכל אחת מן הדיאגרמות את אחד מן התיאורים האלה:

– גביש של צורן טהור

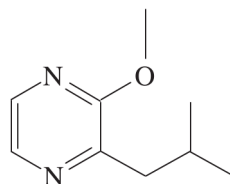
– מבנה של מל"מ מסוג N

– מבנה של מל"מ מסוג P



6. השאלה עוסקת במשקאות המיוצרים מפולי קפה.

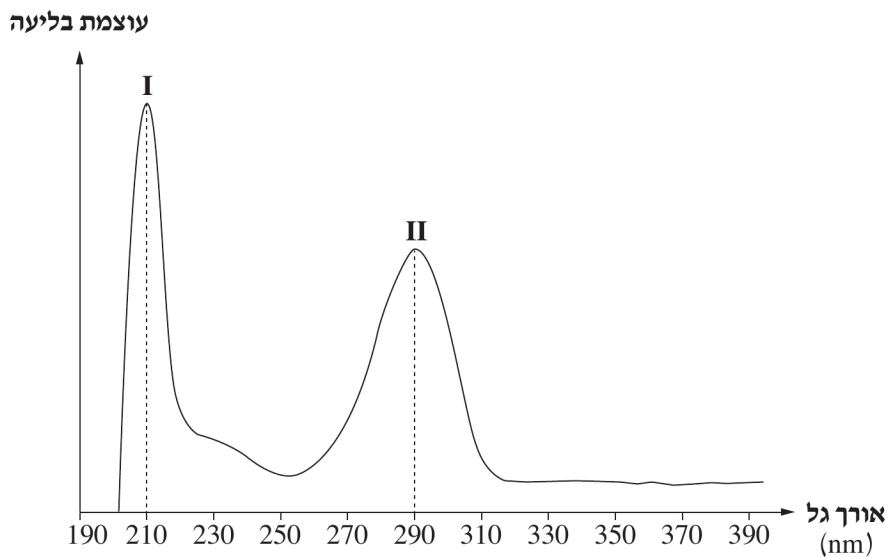
א. בגרעיני קפה ירוק נמצא, בין השאר, חומר המכונה IBMP. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולת חומר זה.



(i) העתק את הנוסחה למחברתך, והקף את הכרומופור.

(ii) הצבע הירוק של פולי קפה אינו נגרם מן החומר IBMP. הסבר מדוע.

- ב. יש סוגי קפה שכדי לשפר את איכותם, מוסיפים להם ויטמינים, למשל ויטמינים מסוג B. לפניך קטע מספקטרום הבליעה של ויטמין B6.



- בספקטרום הבליעה הנתון יש שתי בליעות שעוצמתן מרבית. בטווח אורכי הגל 390nm עד 780nm , שאינו מופיע בספקטרום הנתון, אין בליעות שהעוצמה שלהן משמעותית.
- (i) קבע באיזו משתי הבליעות, I או II, אנרגיית הפוטון של הקרינה גדולה יותר. **נמק ללא חישוב.**
- (ii) על פי קביעתך בתת-סעיף ב i, חשב את אנרגיית הפוטון הגדולה יותר. **פרט את חישוביך.**
- (iii) חשב את תדירות הקרינה, המתאימה לפוטון שאת האנרגיה שלו חישבת בתת-סעיף ב ii. **פרט את חישוביך.**
- (iv) קבע אם תדירות הקרינה, שחישבת בתת-סעיף ב iii, גבוהה מתדירות הקרינה של אור ירוק או נמוכה ממנה. **נמק ללא חישוב.**
- ג. היעזר בקטע מספקטרום הבליעה של ויטמין B6, וקבע אם ויטמין B6 הוא חומר צבעוני או חסר צבע. **נמק את קביעתך.**

ד. רופאים ממליצים שלא להרבות בשתיית קפה.

אחת הסיבות לכך היא שקפה מעכב ספיחה של יוני סידן, Ca^{2+} , בגוף. יוני סידן דרושים לגוף בין השאר לבניית עצמות.

(i) רשום את אכלוס האלקטרונים של יון סידן.

(ii) לפניך דיאגרמה המתארת את רמת האנרגייה האחרונה של חומר מוצק.



הדיאגרמה אינה מתארת את רמת האנרגייה האחרונה של גביש סידן, $\text{Ca}_{(s)}$, המכיל N אטומים. הסבר מדוע.

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