

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשפ"א, 2021, 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, ובהם שש שאלות. עליך לענות על שלוש שאלות

לבחירתך - $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.

פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה (שאלות 1-2); פרק שני - פולימרים (שאלות 3-4); פרק שלישי - כימיה פיזיקלית: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה (שאלות 5-6).

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

הוראות מיוחדות: אין.

שים לב: בבחינה זו יש הנחיות מיוחדות. יש לענות על השאלות על פי הנחיות אלה.

הנחיות מיוחדות לשנה זו: בכל שאלה שתבחר, ענה לפי ההנחיות שבראשה - יש לענות על כל הסעיפים המחייבים בשאלה, ועל אחד בלבד משני סעיפי הבחירה שבה (אם בחרת לענות על סעיף בחירה, אל תענה על הסעיף החלופי לו).

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

מדענים מפתחים שיטה חדשה לניצול אנרגיית השמש להפקת פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, היכול לשמש דלק. בשיטה זו מרכזים את קרינת השמש באמצעות מראות ענק אל תוך תא המכיל פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_{2(g)}$, וטיטניום, $\text{Ti}_{(s)}$. הטמפרטורה בתא עולה ל- 1173K , ומתרחשת בו תגובה (1) שבה מתקבל פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$.



בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית, S° , עבור המגיבים והתוצרים בתגובה (1).

החומר	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{TiO}_{2(s)}$	$\text{Ti}_{(s)}$
$S^\circ \left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \right)$	214	198	50	31

א. (i) חשב את השינוי באנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{\text{מערכת}}^\circ$, עבור תגובה (1). פרט את חישוביך.

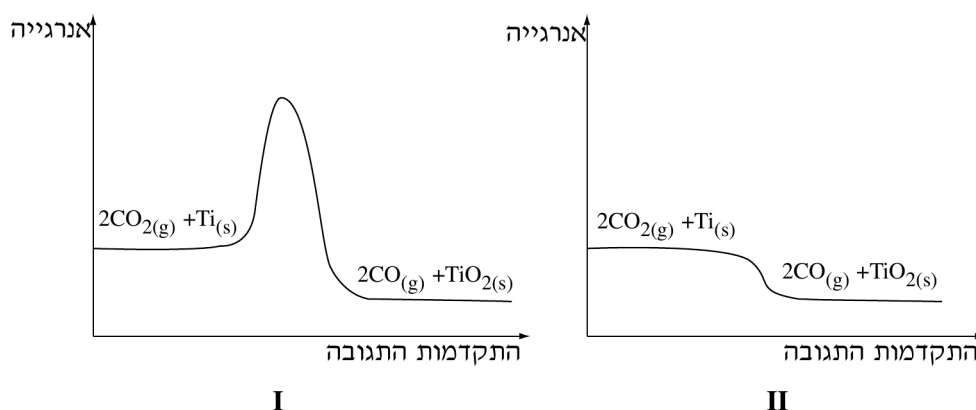
(ii) קבע אם תגובה (1) ספונטנית בתנאי תקן ב- 298K . פרט את חישוביך ונמק.

(iii) לפניך שני היגדים, (a) ו- (b). איזה מן ההיגדים מסביר נכון מדוע מבצעים את תגובה (1) בטמפרטורה 1173K ולא בטמפרטורה 298K ?

(a) ב- 1173K אנרגיית השפעול של תגובה (1) נמוכה מאנרגיית השפעול של תגובה זו ב- 298K .

(b) ב- 1173K ליותר חלקיקים של המגיבים בתגובה (1) יש אנרגייה מספקת כדי ליצור תצמידים משופעלים.

ב. איזה מן הגרפים I-II שלפניך מתאר נכון את השתנות האנרגייה במהלך תגובה (1)? הסבר מדוע פסלת את הגרף האחר.



ג. גם מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$, יכול לשמש דלק. אפשר לנצל $\text{CO}_{(g)}$ להפקת $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$ על פי תגובה (2):



תגובה (2) ספונטנית ב- 323K . מבצעים את תגובה (2) ב- 323K .

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

קבע אם ב- 333K קצב התגובה יהיה גדול יותר מקצב התגובה ב- 323K , קטן ממנו או שווה לו. נמק.

ד. ביצעו שני ניסויים.

ניסוי ראשון בוצע בטמפרטורה של 210°C .

לכלי ריק שנפחו 1 ליטר הכניסו 1 מול $\text{CO}_{(g)}$ ו- 2.6 מול $\text{H}_{2(g)}$.

המערכת הגיעה למצב של שיווי משקל. במצב זה נמצאו בכלי 0.9 מול $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$.

(i) רשום ביטוי לקבוע שיווי המשקל.

(ii) חשב את הערך של קבוע שיווי המשקל ב- 210°C . פרט את חישוביך.

(iii) האם עד שהושג מצב של שיווי משקל, הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה? נמק.

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

ניסוי שני בוצע בטמפרטורה של 210°C .

לכלי ריק שנפחו 10 ליטר הכניסו את תערובת הגזים $\text{CO}_{(g)}$ ו- $\text{H}_{2(g)}$.

כשהגיעה המערכת למצב של שיווי משקל, נמצאו בכלי 2 מול $\text{CO}_{(g)}$ ו- 4 מול $\text{H}_{2(g)}$.

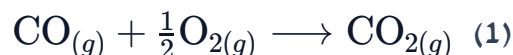
מצא את הריכוז של $\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ במצב של שיווי משקל. פרט את חישוביך.

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

פחמן חד-חמצני, $\text{CO}_{(g)}$, הוא גז רעיל, חסר ריח וצבע. $\text{CO}_{(g)}$ נוצר, בין השאר, בתהליך השרפה של גז בישול.

כדי למנוע הרעלה מגז $\text{CO}_{(g)}$ מתקינים במעבדות ובבתים גלאים שמתריעים על נוכחותו.

בגלאי מתרחשת תגובה (1):



בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנטרופיה מולרית תקנית, S° , של המגיבים ושל התוצר בתגובה (1).

החומר	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$
$S^\circ \left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \right)$ ** אנטרופיה מולרית תקנית,	213.6	197.9	205.0

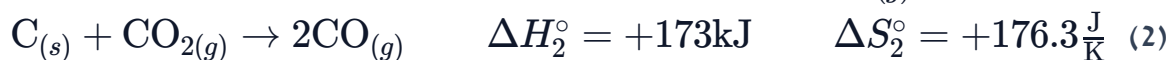
א. (i) חשב את השינוי באנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ}$, עבור תגובה (1). פרט את חישוביך.

(ii) תגובה (1) היא תגובה ספונטנית בתנאי תקן, בטמפרטורה 298 K.

קבע אם תגובה (1) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמק.

ב. סעיף ב הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.

בתעשייה מייצרים $\text{CO}_{(g)}$ על פי תגובה (2) לשימושים שונים:



קבע אם תגובה (2) היא תגובה ספונטנית בתנאי תקן, ב- 298 K. פרט את חישוביך, ונמק.

ג. הגז $\text{CO}_{(g)}$ משמש, בין השאר, לייצור מתאנל, $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$, שהוא חומר גלם לייצור מוצרי פלסטיק.

מתאנל נוצר על פי תגובה (3):



(i) רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל, K_c , עבור תגובה (3).

(ii) עבור תגובה (3), הערך של קבוע שיווי המשקל ב- 298 K הוא $K_c = 4.1 \cdot 10^{-4}$.

לכלי סגור, שנפחו 1 ליטר, הכניסו 0.01 מול $\text{CO}_{(g)}$, 0.01 מול $\text{H}_{2(g)}$, ו- 0.008 מול

$\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$.

קבע אם קצב התגובה הישירה, עד ההגעה למצב שיווי משקל, גדול מקצב התגובה

ההפוכה או קטן ממנו. נמק.

ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ב.

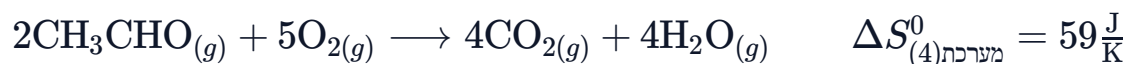
לפניך היגד הנוגע לתגובה (3), המתרחשת בכלי סגור. קבע עבור היגד זה אם הוא נכון או לא נכון. נמק את קביעתך.

– במצב שיווי משקל, סך כל המולקולות במערכת הוא קבוע.

ה. אתאנל, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$, הוא חומר דליק, המשמש, בין השאר, לייצור בשמים.

לפניך ניסוח תגובת שרפה של אתאנל במצב גז, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(g)}$.

(4)



בטבלה שלפניך מוצגים נתונים תרמודינמיים עבור המגיבים והתוצרים בתגובה (4).

$\text{CH}_3\text{CHO}_{(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	נוסחת החומר
-166	-	-394	-242	$\Delta H_f^{\circ} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$ **אנתלפיית התהוות תקנית, **

חשב את שינוי האנתלפייה בתגובה (4), $\Delta H_{(4)}^{\circ}$. פרט את חישוביך.

ו. (i) במהלך התגובה יש עלייה באנטרופיה של הסביבה. הסבר מדוע.

(ii) קבע אם תגובה (4) היא ספונטנית בטמפרטורת החדר. נמק.

פרק שני – פולימרים

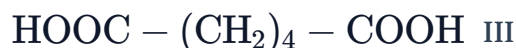
3. ענה על הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

אחד השימושים בפולימרים הוא ייצור של סיבים סינתטיים.

א. מבין התכונות (1)-(5) שלפניך, בחר שלוש תכונות הדרושות לפולימר כדי שיתאים לייצור סיבים להכנת אריגים לפריטי לבוש.

- (1) אחוז גבישיות גבוה.
- (2) קשרים בין-מולקולריים חלשים.
- (3) T_g גבוה מטמפרטורת החדר.
- (4) מבנה מרחבי סדיר של שרשרות.
- (5) מעט הגבלות בפיתול האקראי.

ב. נתונות נוסחאות III-I של מונומרים:



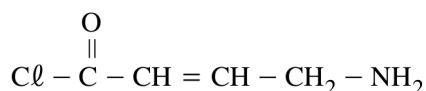
מן המונומרים I, II, III מכינים שני פולימרים שמתאימים לייצור סיבים להכנת אריגים לפריטי לבוש.

(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.

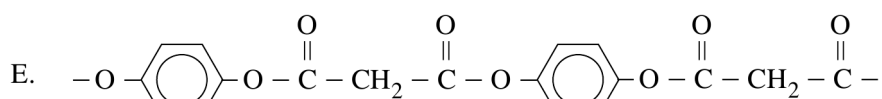
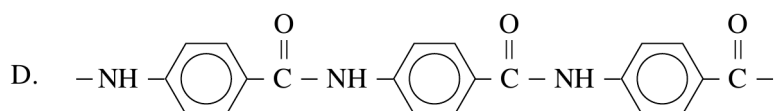
המונומר	הפולימר
$\text{NH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3) = \text{CH} - \text{CH}_3$	A
$\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_5 - \text{COCl}$	B
$\text{NH}_2 - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - (\text{CH}_2)_4 - \text{COCl}$	C

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.

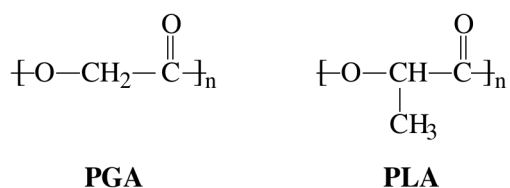
נתונים מקטעים של שני פולימרים, D ו-E:



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

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

בשנים האחרונות התרחב השימוש בפולימרים מתכלים בתחומים רבים. שניים מן הפולימרים המתכלים הנפוצים הם פולי-חומצה לקטית (PLA) ופולי-חומצה גליקולית (PGA). נתונות נוסחאות המבנה של שני הפולימרים:



- א. (i) קבע עבור כל אחד משני הפולימרים באיזו שיטה הוא הוכן – דחיסה או סיפוח.
(ii) עבור כל אחד מן הפולימרים PLA ו-PGA רשום את נוסחת המבנה של המונומר.

ב. בטבלה שלפניך מוצגים ערכי T_m של שני הפולימרים.

הפולימר	T_m ($^{\circ}\text{C}$) **טמפרטורת היתוך**
PLA	160
PGA	220

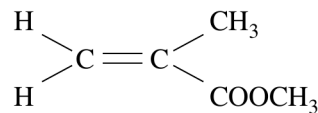
הסבר את ההבדל בין ערכי T_m של שני הפולימרים.

ג. מן המונומרים של PLA ו-PGA נוצר קו-פולימר אקראי המשמש להכנת חוטי ניתוח המתכלים בגוף.

(i) רשום נוסחת מבנה לקטע של הקו-פולימר שנוצר משני המונומרים.

(ii) הסבר מדוע לקו-פולימר זה אחוז גבישיות נמוך יותר מאשר לפולימר PGA.

ד. מתיל מתאקרילט,



, הוא המונומר של פולי-מתיל מתאקרילט.

(i) רשום נוסחה ליחידה החוזרת של פולי-מתיל מתאקרילט.

(ii) מהו סוג הפלמור שבו מתקבל פולי-מתיל מתאקרילט?

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

נמצא שהמרחק הממוצע בין קצות השרשרת של פולי-מתיל מתאקרילט קטן מאורך השרשרת הפרושה המכילה את אותו מספר של יחידות חוזרות. הסבר מדוע.

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

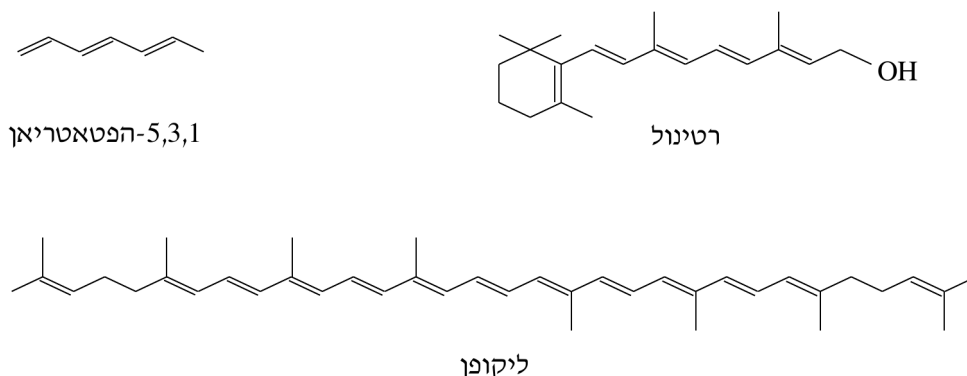
הפולימר פולי-מתיל מתאקרילט משמש תחליף לעצם בשל קשיחותו. ציין גורם אחד התורם לקשיחותו הגבוהה של פולימר זה. הסבר.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

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

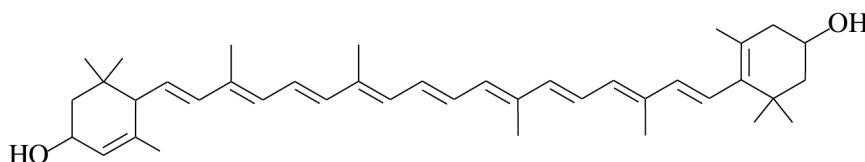
במעבדה חקרו שלושה חומרים:

- רטינול (ויטמין A) – חיוני לראיית לילה ולתהליך הגדילה.
 - 1,3,5-הפטאטריאן – משמש לייצור תרכובות אורגניות.
 - ליקופן – מפחית סיכון למחלות לב וכלי דם.
- לפניך נוסחאות מבנה של שלושת החומרים:



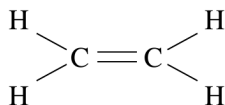
- א. הצבעים של החומרים שונים: אחד צהוב, אחד אדום ואחד לבן. איזה חומר הוא צהוב, ואיזה אדום? **נמק.**
- ב. המסו כל אחד מן החומרים בהקסאן, $C_6H_{14(l)}$, שהוא חומר חסר צבע. התקבלו שלוש תמיסות: תמיסה (1) צהובה, תמיסה (2) חסרת צבע, תמיסה (3) אדומה.
- (i) תמיסה (2) התקבלה על ידי המסת החומר הלבן. הסבר מדוע תמיסה (2) היא חסרת צבע.
- (ii) לכל אחת משלוש התמיסות מדדו את אורך הגל שבו הבליעה מקסימלית. אורכי הגל הם: 260nm, 395nm, 505nm.
- התאם כל אחד מאורכי הגל שנמדדו לכל אחת מן התמיסות (1), (2), (3). **נמק.**
- (iii) חשב את הפרש האנרגיה בין אורביטל ה־HOMO לאורביטל ה־LUMO עבור ליקופן. **פרט את חישוביך.**

- ג. בעת הבשלת מלון נוצר בו הצבען לוטאין, המקנה לפרי את צבעו הצהוב. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולת לוטאין.



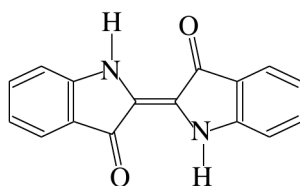
קבע באיזה אורך גל, 450 nm או 580 nm, מולקולות הלוטאין בולעות קרינה. **נמק.**

- ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.
הגז אתילן נוצר בצמחים וגורם להבשלה של פירות וירקות רבים.
לפניך נוסחת מבנה של מולקולת אתילן.



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

- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.
אינדיגו הוא חומר בצבע כחול המשמש לצביעת אריגים.
לפניך נוסחת מבנה של אינדיגו:



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

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

185nm , 254nm , 365nm , 546nm .

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

- א. לפניך ערכים של שלושה אורכי גל מתוך ספקטרום הפליטה של אטומי פחמן, C, מעוררים:

173 nm , 659 nm , 764 nm .

- (i) בחר באורך הגל המתאים לפוטון שהאנרגייה שלו היא הנמוכה ביותר, וחשב אנרגייה זו ביחידות ג'אול (J) .

פרט את חישוביך, ונמק.

- (ii) אטום הפחמן פולט קרינה גם באורך גל $4.83 \cdot 10^{-6}$ מטר.

קבע אם אורך גל זה מתאים לקרינה בתחום האור הנראה, בתחום אולטרה-סגול (UV) או בתחום אינפרא-אדום (IR) . נמק.

- (iii) חשב את תדירות הקרינה באורך גל $4.83 \cdot 10^{-6}$ מטר. פרט את חישוביך.

ב. ידועים חלקיקים דו-אטומיים של פחמן.

(i) לפניך היערכות אלקטרוניים בחלקיק: $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^{*2} \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^{*2} \pi_{2p}^2 \pi_{2p}^2 \sigma_{2p}^1$

קבע אם היערכות האלקטרוניים הנתונה היא של החלקיק C_2^+ . נמק.

(ii) איזה חלקיק יציב יותר: C_2 או C_2^+ ? נמק.

ג. בתנאים מתאימים יכולות להיווצר מולקולות Li_2 ו- C_2 .

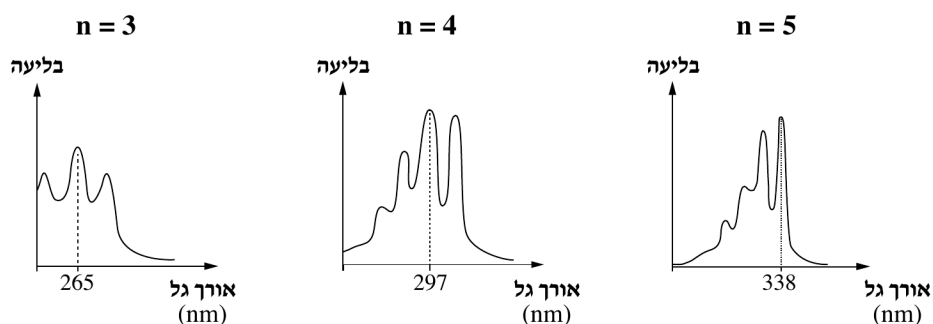
(i) סרטט דיאגרמת אכלוס אלקטרוניים ברמות אנרגיה, עבור המולקולה C_2 .

(ii) קבע איזו משתי המולקולות, Li_2 או C_2 , יציבה פחות. נמק.

ד. לפניך שלושה ספקטרומים. כל אחד מהם הוא ספקטרום בליעה של תרכובת מסוג



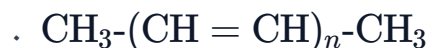
האות n מייצגת את מספר הקשרים הכפולים המצומדים במולקולה.



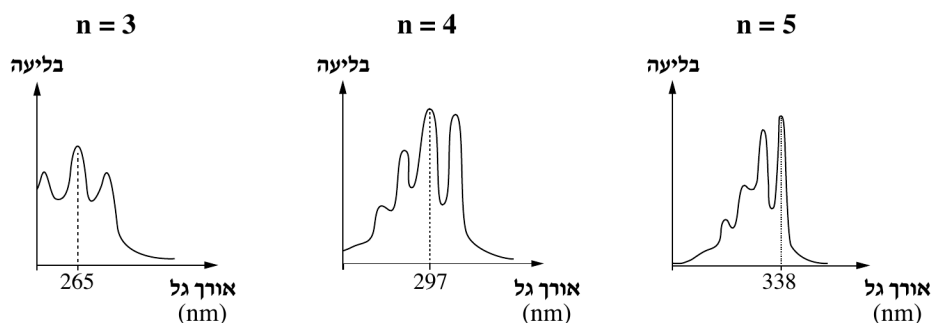
סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.

הסבר את העלייה באורך הגל, שבו הבליעה מקסימלית, כתלות במספר הקשרים הכפולים המצומדים במולקולות של התרכובות.

ה. לפניך שלושה ספקטרומים. כל אחד מהם הוא ספקטרום בליעה של תרכובת מסוג



האות n מייצגת את מספר הקשרים הכפולים המצומדים במולקולה.



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

קבע מהו צבע האור הנבלע על ידי התרכובת $CH_3-(CH=CH)_9-CH_3$.

הנח שכל קשר כפול מצומד נוסף במולקולה מגדיל את אורך הגל, שבו הבליעה מקסימלית, ב-

35 nm.

פרט את חישוביך, ונמק.

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