

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 5
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. (333 נקודות)

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

השאלה עוסקת בתגובות שבהן מגיב או נוצר אמוניה, $\text{NH}_3(g)$.

בתעשייה מפיקים אמוניה מחנקן, $\text{N}_2(g)$, ומימן, $\text{H}_2(g)$, על פי תגובה (1). כל הגזים המשתתפים בתגובה הם חסרי צבע.



א. תגובה (1) מתבצעת בכלי סגור שנפחו קבוע, בטמפרטורה קבועה. לכלי מחובר מד לחץ.

כיצד אפשר להבחין בהתרחשות תגובה (1) בתוך הכלי?

ב. (i) קבעו אם האנטרופיה של הסביבה עולה או יורדת במהלך תגובה (1).

(ii) תגובה (1) ספונטנית בטמפרטורה 298 K .

קבעו אם בטמפרטורה 298 K השינוי באנטרופיה של הסביבה גדול מן השינוי

באנטרופיה של המערכת (בערכו המוחלט) או קטן ממנו. **נמקו.**

ג. במעבדה ביצעו את תגובה (1) בכלי סגור I. נפחו של הכלי היה 2.0 ליטר .

לכלי I ריק הכניסו $\text{N}_2(g)$ ו- $\text{H}_2(g)$, וסגרו את הכלי. התרחשה תגובה (1), והמערכת הגיעה למצב שיווי משקל.

כשהמערכת בכלי I הגיעה למצב שיווי משקל, נמצאו בכלי 0.60 מול $\text{N}_2(g)$ ו- 1.80 מול $\text{H}_2(g)$.

הערך של קבוע שיווי המשקל, K_c , עבור המערכת שבכלי I בטמפרטורת הניסוי הוא 0.50 .

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

(ii) חשבו את הריכוז של $\text{NH}_3(g)$ בכלי I במצב שיווי משקל. **פרטו את החישובים.**

ד. כשהמערכת בכלי I הייתה במצב שיווי משקל, הוסיפו לכלי מעט $\text{H}_2(g)$ (בטמפרטורה קבועה), ושיווי המשקל הופר.

לאחר זמן מה הגיעה המערכת למצב שיווי משקל חדש.

קבעו אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $\text{N}_2(g)$ היה גדול מן הריכוז של $\text{N}_2(g)$ במצב שיווי המשקל הקודם, קטן ממנו או שווה לו. **נמקו.**

ה. נתונה תגובה (2), שבה אמוניה מגיבה עם מימן כלורי ונוצר אמוניום כלורי מוצק:

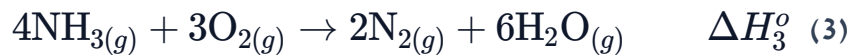
(2)



קבעו אם תגובה (2) ספונטנית בתנאי תקן, בטמפרטורה 700 K . **פרטו את החישובים ונמקו.**

1. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ז.

אמוניה נשרפת בחמצן על פי תגובה (3):



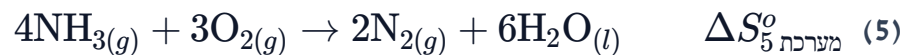
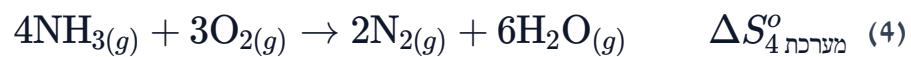
בטבלה שלפניכם מוצגות אנתלפיות התהוות תקניות של שני חומרים:

חומר	$\text{NH}_{3(g)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
$\Delta H_f^0 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$ ** אנתלפיית התהוות תקנית	-46.1	-241.8

חשבו את ערכו של ΔH_3^0 . פרטו את החישובים.

2. סעיף ז הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.

נתונות שתי תגובות שריפה של אמוניה, (4) ו- (5). הן שונות זו מזו רק במצב הצבירה של המים הנוצרים:

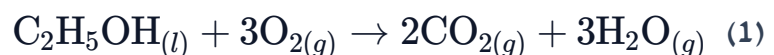


קבעו אם השינוי באנטרופיה של המערכת בתגובה (5) גדול מן השינוי באנטרופיה של המערכת בתגובה (4), קטן ממנו או שווה לו. נמקו.

2. (33/1 נקודות)

אתנול, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$, משמש דלק ביולוגי: מוסיפים אותו לבנזין, ובמדינות אחדות יש מכוניות הנוסעות על דלק שרובו אתנול. אתנול מופק בתסיסה של סוכרים מצמחים.

תגובה (1) היא תגובת השרפה של אתנול:



א. קבע אם במהלך תגובה (1) האנטרופיה של המערכת עולה, יורדת או אינה משתנה. נמק.

ב. (i) נסח את תהליך האידוי של אתנול, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$.

(ii) קבע אם אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 , של אתנול במצב גז גבוהה מזו של אתנול במצב נוזל, נמוכה ממנה או שווה לה. נמק.

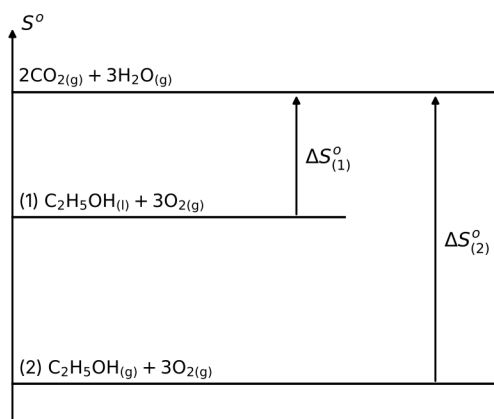
ג. תגובה (2) היא תגובת השרפה של אתנול במצב גז:



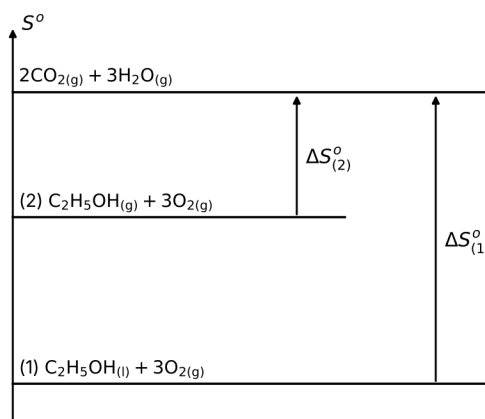
(i) קבע אם במהלך תגובה (2) יש עלייה או ירידה באנטרופיה של הסביבה, $\Delta S_{(2)}^0$ סביבה. נמק ללא חישוב.

(ii) חשב את השינוי באנטרופיה של הסביבה, $\Delta S_{(2)}^0$ סביבה, בטמפרטורה 373 K, במהלך תגובה (2). פרט את חישוביך.

- ד. השינוי באנטרופיה של היקום, $\Delta S_{(2)}^0$ יקום, במהלך תגובה (2) בטמפרטורה 373 K הוא $3520 \frac{\text{J}}{\text{K}}$.
- חשב את השינוי באנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(2)}^0$ מערכת, בתגובה (2) בטמפרטורה 373 K. פרט את חישוביך.
- ה. קבע איזה משני הגרפים שלפניך, a או b, מציג נכון את השינוי באנטרופיה של המערכת בתגובות (1) ו-(2).



graph a



graph b

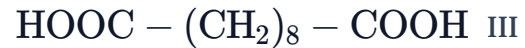
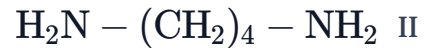
פרק שני - פולימרים

3. (1/333 נקודות)

ענה על הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
סיבים סינתטיים משמשים לא רק לבגדים, אלא גם לייצור חבלים, רשתות דיג, חוטי תפירה ובדים טכניים.

- א. מבין התכונות (1)-(5) שלפניך, בחר שלוש תכונות הדרושות לפולימר כדי שיתאים לייצור סיבים לחבלים ולרשתות דיג.
- (1) אחוז גבישיות גבוה.
 - (2) שרשרות מסועפות מאוד.
 - (3) T_m נמוך מטמפרטורת החדר.
 - (4) שרשרות שאפשר לסדר במקביל זו לזו בתהליך מתיחה.
 - (5) רצף סדיר של יחידות חוזרות זהות לאורך השרשרת.

ב. נתונות נוסחאות III-I של מונומרים:



מן המונומרים I, II, III מכינים שני פולימרים שמתאימים לייצור סיבים לחוטי תפירה ולבדים טכניים.

(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
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$	A
$\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$	B
$\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$	C

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

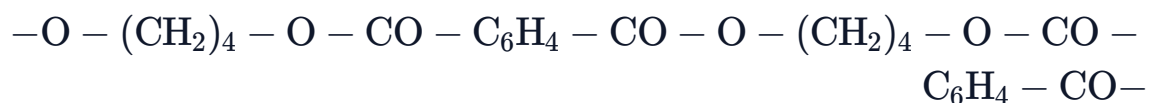
ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ו.

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.

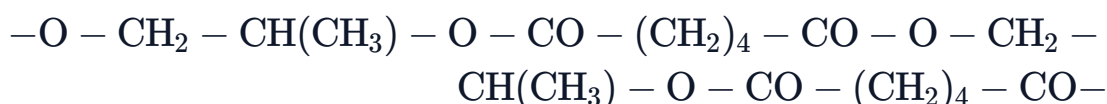
נתונים מקטעים של שני פוליאסטרס, D ו- E :

D



(טבעות הבנזן קשורות לקבוצות $\text{C} = \text{O}$ בעמדות מנוגדות)

E



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

4. (33% נקודות)

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

השאלה עוסקת בפוליאמידים.

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על שלושה פוליאמידים.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
ניילון 6,6	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO}-$	265	סיבים לשטיחים ולחבלים, כריות אוויר ברכב
ניילון 12	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{CO}-$	178	צינורות דלק ברכב, אבקה להדפסה תלת-ממדית
ניילון 6T	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH} - \text{CO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CO}-$ (טבעת בנזן בעמוד השדרה; שתי קבוצות CO קשורות לטבעת בעמדות מנוגדות)	370	חלקים עמידים בחום ברכב ובמכשירי חשמל

(בייצוג המקוצר, $-\text{CO}-$ מייצג קבוצה $-\text{C}(=\text{O})-$.)

א. (i) קבעו באיזו שיטה - דחיסה או סיפוח - הוכן כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה.

נמקו את קביעתכם.

(ii) רשמו ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של המונומרים עבור כל אחד מן הפולימרים

המוצגים בטבלה.

- ב. קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים I ו-II, אם הוא נכון או לא נכון.
- (I) בטמפרטורה T_m נשברים קשרי האמיד שבין היחידות החוזרות, ולכן הפולימר נעשה נוזל.
- (II) בטמפרטורה T_m האזורים הגבישיים של הפולימר מתפרקים, והשרשרות יכולות לנוע ולהחליק זו לאורך זו.
- ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של ניילון 6,6 גבוה מערך ה- T_m של ניילון 12.
- (ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של ניילון 6T גבוה מערך ה- T_m של ניילון 6,6.
- ד. פוליאמיד ארומטי נוסף מכילים מחומצה טרפלתית ומתערובת של שני דיאמינים איזומריים, שבהם יש שלוש קבוצות מתיל על המקטע הפחמימני. לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של יחידה חוזרת אופיינית בפוליאמיד זה:
- $$-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$$
- (בשרשרת קבוצות המתיל ממוקמות בעמדות שונות מיחידה ליחידה, באופן לא סדיר.)
- לפוליאמיד הנוסף אין טמפרטורת היתוך, T_m , מוגדרת - הוא פולימר אמורפי ושקוף, ואילו לניילון 6T יש T_m גבוהה (370°C).
- הסבירו את ההבדל בין שני הפוליאמידים.
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.
- קבעו עבור כל אחד מן המאפיינים (1)-(5) אם הוא מאפיין של פולימרים המשמשים לייצור סיבים לבגדים.
- (1) משיכות חזקות בין השרשרות, למשל קשרי מימן.
 - (2) קבוצות צדדיות גדולות הממוקמות באופן לא סדיר לאורך השרשרת.
 - (3) טמפרטורת היתוך, T_m , נמוכה מטמפרטורת הגיהוץ.
 - (4) אחוז גבישיות נמוך.
 - (5) שרשרות ארוכות וישרות שאפשר לסדר במקביל זו לזו.
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
- בטמפרטורה T_m פולימר גבישי-למחצה הופך לנוזל צמיג.
- תארו ברמת החלקיקים מהו ההבדל בין שרשרות הפולימר בטמפרטורה שבין T_g ל- T_m , ובין השרשרות בטמפרטורה שמעל T_m .

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (33% נקודות)

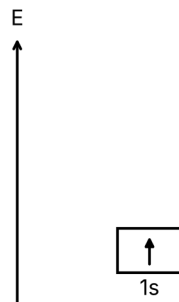
ענה על הסעיפים א, ב, ועל אחד מן הסעיפים ג או ד.

תרכובות של ליתיום מעניקות ללהבה צבע אופייני, ולכן משתמשים בהן בזיקוקים. כאשר מחממים אטומי ליתיום, $\text{Li}_{(g)}$, בלהבה, האלקטרונים שלהם מתעוררים, ובחזרתם לרמות אנרגיה נמוכות יותר נפלטת קרינה.

א. (i) בתחום האור הנראה של ספקטרום הפליטה של ליתיום, הקו העיקרי הוא באורך גל 671 nm .

מהו צבע האור העיקרי הנפלט מאטומי ליתיום?

(ii) דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור אטום מימן במצב אלקטרוני יסודי:

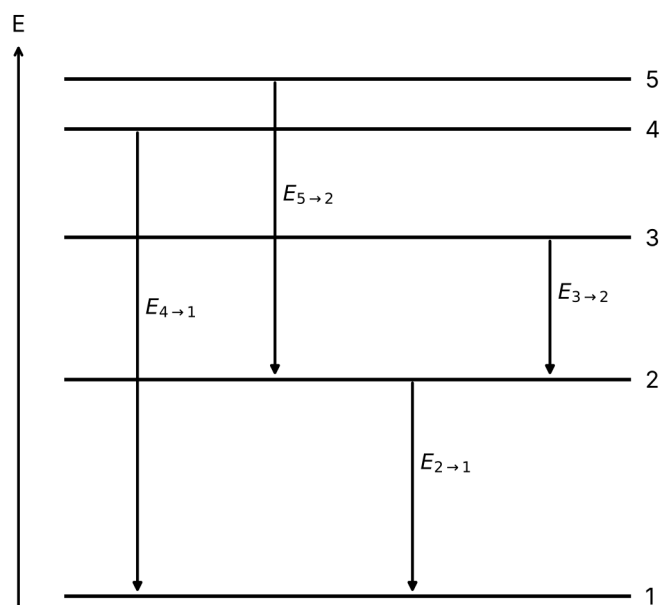


צייר את דיאגרמת אכלוס האלקטרונים עבור אטום ליתיום במצב אלקטרוני יסודי.

הצג את אכלוס האלקטרונים באורביטלים המתאימים.

(iii) רשום אפשרות אחת להיערכות האלקטרונים באטום ליתיום במצב אלקטרוני מעורר.

ב. הדיאגרמה שלפניך מתארת באופן סכמטי חלק מרמות האנרגיה של אטום ליתיום (אורכי החצים משקפים נכון את סדר הגודל של הפרשי האנרגיה בין הרמות).



בספקטרום הפליטה של אטומי ליתיום מופיעים, בין השאר, ארבעה קווים באורכי הגל האלה: 813 nm , 671 nm , 610 nm , 323 nm .

בכל אחד ממעברי האלקטרונים שבדיאגרמה, נפלטת קרינה באחד מאורכי הגל הנתונים.

(i) קבע לאיזה מאורכי הגל הנתונים מתאימה תדירות הקרינה הגבוהה ביותר. **נמק ללא חישובים.**

(ii) העתק למחברתך את הטבלה שלפניך והשלם אותה על פי הדיאגרמה: התאם אורך גל לכל אחד ממעברי האלקטרונים בין רמות האנרגיה. **נמק.**

אנרגיית הפוטון הנפלטת	אורך הגל של הקרינה הנפלטת $\lambda(\text{nm})$
$E_{4 \rightarrow 1}$	
$E_{5 \rightarrow 2}$	
$E_{2 \rightarrow 1}$	
$E_{3 \rightarrow 2}$	

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

(i) קו הפליטה האדום של ליתיום הוא באורך גל 671 nm . חשב את אנרגיית הפוטון של קו זה, ב- J. **פרט את חישוביך.**

(ii) חשב את תדירות הקרינה של הקו שאורך הגל שלו 610 nm . **פרט את חישוביך.**

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

- (i) בגלוי אור העשוי מסיליקון, Si, פוטון יכול להעביר אלקטרון מפס הערכיות לפס ההולכה רק אם האנרגיה שלו גדולה מפער האנרגיה האסור של סיליקון, או שווה לו. פער האנרגיה האסור של סיליקון הוא 1.12 eV . קבע אם פוטון של הקו שאורך הגל שלו 813 nm יכול להעביר אלקטרון בסיליקון מפס הערכיות לפס ההולכה. **פרט את חישוביך ונמק.**
- (ii) חשב את התדירות המינימלית של הקרינה שיכולה להעביר אלקטרון בסיליקון מפס הערכיות לפס ההולכה. **פרט את חישוביך.**

6. (1/33 נקודות)

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

שאלה זו עוסקת בצבענים המשמשים לצביעת בדים ובמעבדה.

א. **אינדיגו כרמין** (Indigo carmine) הוא צבען כחול המשמש, בין השאר, כמחווך במעבדה ולצביעת דגימות.

אדום קונגו (Congo red) הוא צבען אדום ששימש בעבר לצביעת כותנה.

(i) קבעו אם מולקולות אינדיגו כרמין **בולעות** פוטונים של קרינה אלקטרומגנטית שאנרגיית

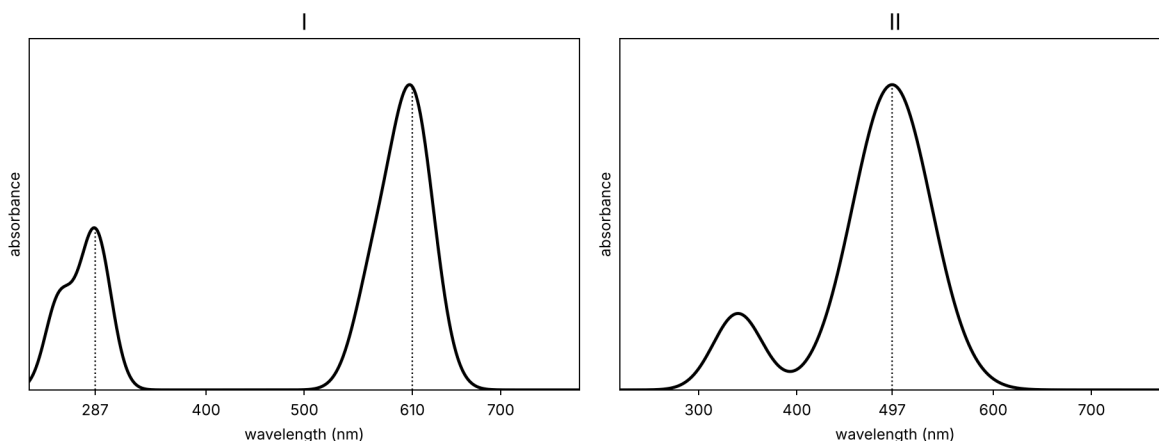
הפוטון שלה היא $3.26 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. **פרטו את החישובים ונמקו.**

(ii) אילו המבנה של מולקולת אדום קונגו היה דומה למבנה של מולקולת אינדיגו כרמין -

האם היה צפוי שהכרומופור במולקולת אדום קונגו יהיה גדול יותר מן הכרומופור

במולקולת אינדיגו כרמין או קטן ממנו? **נמקו.**

ב. נתונים שני ספקטרומי בליעה, I ו-II, המתארים בליעה של שני הצבענים: אינדיגו כרמין ואדום קונגו.



(ספקטרום I: שיאי בליעה ב- 287 nm וב- 610 nm . ספקטרום II: בליעה מרבית ב- 497 nm .)

(i) איזה משני ספקטרומי הבליעה, I או II, הוא הספקטרום של אדום קונגו? **נמקו.**

(ii) חשבו את אנרגיית הפוטון של הקרינה הנבלעת בבליעה המרבית בספקטרום II.

פרטו את החישובים.

(iii) חשבו את תדירות הקרינה הנבלעת בבליעה המרבית, בתחום אולטרה-סגול (UV), בספקטרום I.

פרטו את החישובים.

ג. (i) נתונות שתי קביעות a ו-b. איזו מהן היא הקביעה הנכונה?

ככל שהכרומופור במולקולה גדול יותר -

a. כך הפרש האנרגיה בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO גדול יותר.

b. כך אורך הגל של הקרינה הנבלעת בבליעה המרבית ארוך יותר.

(ii) **הבליעה** המרבית בספקטרום הבליעה של המולקולה $\text{CH}_3-(\text{CH}=\text{CH})_4-\text{CH}_3$,

שיש בה 4 קשרים כפולים מצומדים, היא באורך גל 310 nm .

נתונה מולקולה נוספת: $\text{CH}_3-(\text{CH}=\text{CH})_9-\text{CH}_3$, שיש בה 9 קשרים כפולים מצומדים.

נתון: כל קשר כפול נוסף בכרומופור שבמולקולה מגדיל את אורך הגל של הבליעה ב- 30 nm בממוצע.

קבעו מהו צבע האור ש**בולעת** המולקולה הנוספת בבליעה המרבית. **נמקו.**

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

תמיסה של צבען מסוים בולעת בעיקר פוטונים שאנרגייתם $3.40 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

קבעו איזה משני ההיגדים, I או II, הוא ההיגד הנכון. **פרטו את החישובים.**

I התמיסה נראית בצבע סגול.

II התמיסה נראית בצבע צהוב.

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

הפער בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO במולקולת חומר צבע המשמש בדיו אדומה, הוא 2.25 eV .

קבעו איזה משני ההיגדים, I או II, הוא ההיגד הנכון. פרטו את החישובים.

I מולקולות חומר הצבע מפזרות אור ירוק.

II מולקולות חומר הצבע בולעות אור ירוק.

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