

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 9
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.

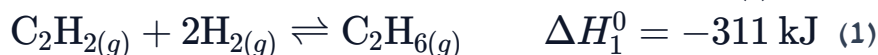
בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה

1. (333 נקודות)

השאלה עוסקת בתגובה (1), שבה אתין (אצטילן), $C_2H_2(g)$, מגיב עם מימן, $H_2(g)$, ונוצר אתאן, $C_2H_6(g)$:



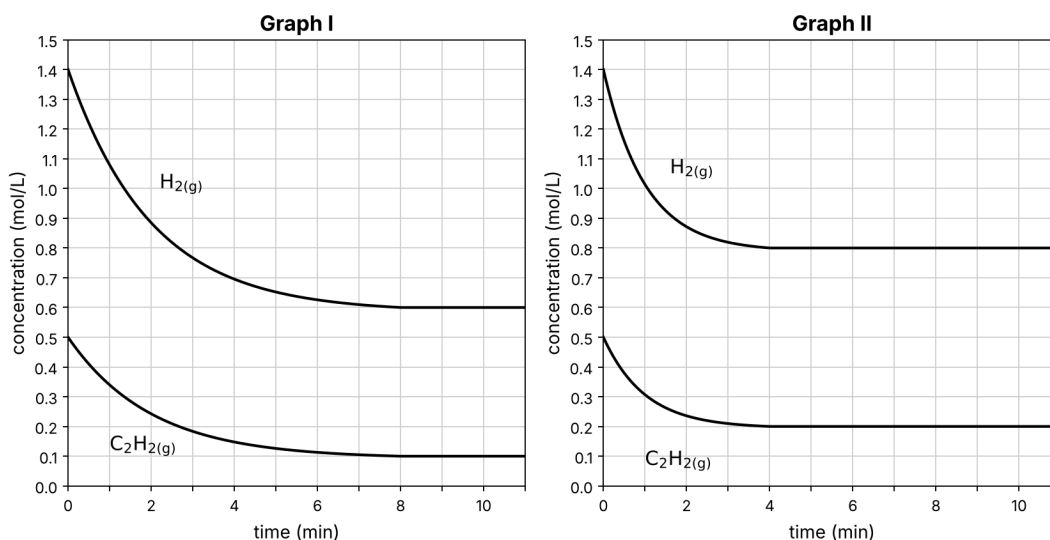
במעבדה ביצעו את תגובה (1) בנוכחות זרז בשני כלים סגורים, A ו-B. נפחו של כל כלי היה 1 ליטר.

לכל אחד מן הכלים הריקים הכניסו 0.50 מול של אתין ו-1.40 מול של מימן.

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 II:

(i) חשב את הריכוז של אתאן, $C_2H_6(g)$, במצב שיווי-משקל. פרט את חישוביך.

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

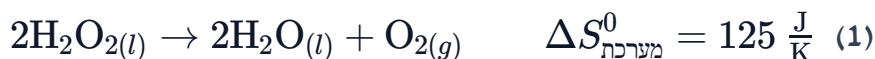
- ג. קבוע שיווי המשקל של המערכת הנמצאת בכלי A גדול מקבוע שיווי המשקל של המערכת הנמצאת בכלי B.
- קבע איזה גרף, I או II, מתאים למערכת הנמצאת בכלי A. נמק.
- ד. בדקה ה-12 העלו את הטמפרטורה בכלי A. לאחר זמן מה הגיעה המערכת למצב שיווי-משקל חדש.
- קבע אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $C_2H_6(g)$ בכלי A היה גבוה מן הריכוז של $C_2H_6(g)$ בשיווי המשקל הקודם, נמוך ממנו או שווה לו. נמק.

2. (1/33 נקודות)

- ענה על הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.
- מי חמצן מרוכזים, $H_2O_2(l)$, והידרזין, $N_2H_4(l)$, שימשו בעבר כדלק טילים: התגובה ביניהם פולטת כמות גדולה של אנרגייה ויוצרת גזים בלבד.
- בטבלה שלפניך מוצגים ערכים תרמודינמיים של חמישה מן החומרים המשתתפים בתגובות (1) ו-(2).

החומר	$O_2(g)$	$H_2O(l)$	$H_2O(g)$	$N_2(g)$	$N_2H_4(l)$
S^0 ** (האנטרופיה התקנית, $\frac{J}{K \cdot mol}$)	205	70	189	191	121
ΔH_f^0 ** (אנתלפיית ההתהוות התקנית, $\frac{kJ}{mol}$)	0	-286	-242	0	+51

תגובה (1) מתארת את התפרקות מי החמצן:



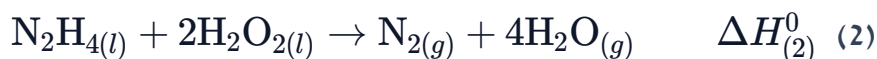
א. קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i ו-ii אם הוא נכון או לא נכון. נמק.

(i) בתגובה אקסותרמית האנטרופיה של הסביבה עולה.

(ii) תגובה שבה האנטרופיה של המערכת יורדת, $\Delta S_{\text{מערכת}}^0 < 0$, אינה יכולה להיות ספונטנית.

ב. היעזר בנתונים שבטבלה ובתגובה (1) וחשב את האנטרופיה התקנית, S^0 , של $H_2O_2(l)$. פרט את חישוביך.

ג. תגובה (2) מתארת את התגובה בין הידרזין למי חמצן:



בטמפרטורת החדר, 298 K, השינוי באנטרופיה של הסביבה בתגובה (2) הוא

$$\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = 2158 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

(i) קבע אם תגובה (2) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמק ללא חישובים.

(ii) חשב את שינוי האנטלפייה, $\Delta H_{(2)}^0$, עבור תגובה (2). פרט את חישוביך.

(iii) היעזר בנתונים שבטבלה ובתשובתך בסעיף ב, וחשב את שינוי האנטרופיה של המערכת,

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^0 \quad \text{עבור תגובה (2). פרט את חישוביך.}$$

(iv) תגובה (2) ספונטנית בטמפרטורת החדר. הסבר עובדה זו.

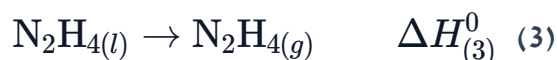
ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.

היעזר בנתונים שבטבלה ובתשובתך בתת-סעיף ג ii, וחשב את אנטלפיית ההתהוות התקנית,

$$\Delta H_f^0 \quad \text{של } \text{H}_2\text{O}_{2(l)}. \quad \text{פרט את חישוביך.}$$

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

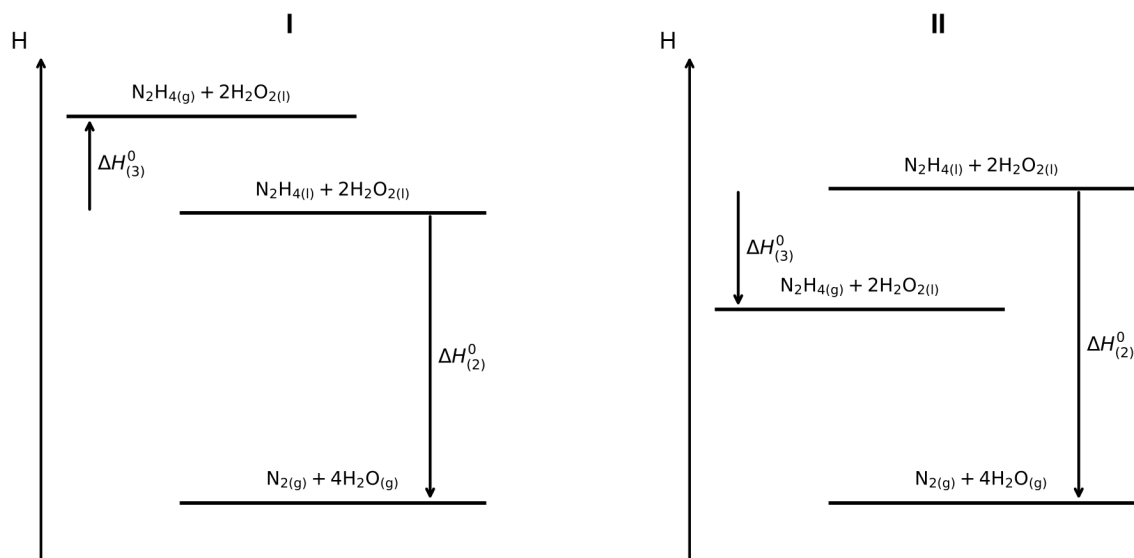
תגובה (3) מציגה אידוי של הידרזין:



קבע איזו משתי דיאגרמות האנרגיה שלפניך, I או II, מציגה נכון את שתי התגובות: תגובה (2)

ותגובה (3).

נמק את קביעתך.



פרק שני - פולימרים

3. (333 נקודות)

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
בטבלה שלפניכם מוצג מידע על שלושה פולימרים שלהם דרגות פלמור ממוצעות דומות.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, Tm (C °)	טמפרטורת זגוגית, Tg (C °)	שימושים אחדים של הפולימר
פוליאתילן (PE)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	130	120-	שקיות, בקבוקים, מכלים
פולי(מתיל מתאקרילט) (PMMA), "זכוכית אקרילית"	$-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3) -$ (לאטום הפחמן השני בעמוד השדרה קשורות שתי קבוצות צדדיות: $-\text{CH}_3$ ו- $-\text{COOCH}_3$)	אין - פולימר אמורפי	105	לוחות שקופים, עדשות, שלטים
פולי(ויניל פלואוריד) (PVF)	$-\text{CH}_2 - \text{CHF} -$	200	40	שכבות מגן בלוחות סולאריים, ציפויי מגן ליריעות מתכת

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 a ו-b, אם הוא נכון או לא נכון.
(a) יכולת הפיתול האקראי של שרשרות PE גדולה מיכולת הפיתול האקראי של שרשרות PVF.

(b) אורך השרשרת הממוצע של PMMA גדול מאורך השרשרת הממוצע של PE, משום שהמסה של היחידה החוזרת של PMMA גדולה יותר.

ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה-Tg של PMMA גבוה מערך ה-Tg של PE.
(ii) הסבירו מדוע ערך ה-Tm של PVF גבוה מערך ה-Tm של PE.

ד. לאיזה פולימר יש חדירות טובה יותר לגזים - ל-PE או ל-PVF? נמקו.

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

לוחות העשויים מ-PMMA ("זכוכית אקרילית") נסדקים ונשברים בקבלת מכה חזקה, ואילו מכלים העשויים מ-PE מתעקמים בקבלת מכה ואינם נשברים. הסבירו עובדות אלה. התייחסו לכל אחד משני הפולימרים.

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

אפשר להכין קופולימר אקראי מן המונומרים שמהם מכינים את PE ואת PMMA. רשמו קטע מייצג של קופולימר זה.

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.
בטבלה מוצגים נתונים של ארבעה פולימרים, (1)-(4), שאורך השרשרות הממוצע שלהם דומה.

	שם הפולימר	נוסחת המבנה של היחידה החוזרת	T_g (°C)	T_m (°C)
(1)	פוליאטילן נפתלט (PEN)	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_{10}\text{H}_6-\text{CO}-$	120	265
(2)	פוליטרימתילן טרפתאלט (PTT)	$-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	50	228
(3)	ניילון 6,10	$-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-$	50	222
(4)	פוליונילפירולידון (PVP)	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{R})-$	175	-

ב- PEN, $-\text{C}_{10}\text{H}_6-$ היא מערכת של שתי טבעות בנזן מאוחדות (טבעת נפתלן), שתי קבוצות $\text{C}=\text{O}$ קשורות אליה בקצוות מנוגדים; ב- PTT טבעת הבנזן קשורה לשרשרת במצבים מנוגדים. ב- PVP, R היא קבוצה צדדית טבעתית גדולה: טבעת בת חמישה אטומים - אטום חנקן וארבעה אטומי פחמן, שאחד מהם קשור בקשר כפול לאטום חמצן ($\text{C}=\text{O}$); הטבעת קשורה לשרשרת דרך אטום החנקן.

- א. (i) אילו מן הפולימרים שבטבלה נוצרים בפלמור על ידי דחיסה?
(ii) רשמו נוסחאות מבנה למונומרים של כל אחד מן הפולימרים שציננתם בתת-סעיף א.i.
- ב. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פולימר (1) גבוה מערך ה- T_m של פולימר (2).
(ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פולימר (2) כמעט שווה לערך ה- T_m של פולימר (3).
ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר (4) הוא גבוה.
(ii) פולימר (4) הוא פולימר אמורפי. הסבירו עובדה זו.
(iii) עבור פולימר (4) לא מופיע בטבלה ערך T_m . הסבירו מדוע.
- ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
פולימר (4) יבש הוא מוצק קשיח בטמפרטורת החדר.
צינו גורם אחד התורם לקשיחותו הגבוהה של פולימר זה. הסבירו.
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ד.
נתונות נוסחאות המבנה של היחידות החוזרות של שני פולימרי סיפוח, (5) ו- (6). פולימר (6) שונה מפולימר (5) בכך שאטום המימן של הקבוצה הקרבווקסילית הוחלף בקבוצת מתיל, $-\text{CH}_3$:

(5) פולי- (חומצה אקרילית): $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOH})-$

(6) פולי- (מתיל אקרילט): $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOCH}_3)-$

ערך ה- T_g של פולימר (6) נמוך מערך ה- T_g של פולימר (5). הסבירו מדוע.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (1/333 נקודות)

השאלה עוסקת במבנה האלקטרוני של חלקיקים ושל מוצקים ובקרינה שהם בולעים או פולטים.

א. כאשר מעבירים זרם חשמלי דרך גז הליום בלחץ נמוך, נוצרים בגז, בין השאר, יונים He_2^+ .

(i) רשום ייצוג אלקטרוני של היון He_2^+ .

(ii) קבע אם היון He_2^+ יציב יותר או יציב פחות מן המולקולה (המשוערת) He_2 . נמק.

ב. בלהבה של גז בישול (מתאן) נוצרות, בין השאר, מולקולות פחמן דו-אטומיות, C_2 ,

שחלקן מעוררות ופולטות אור כחול-ירקרק.

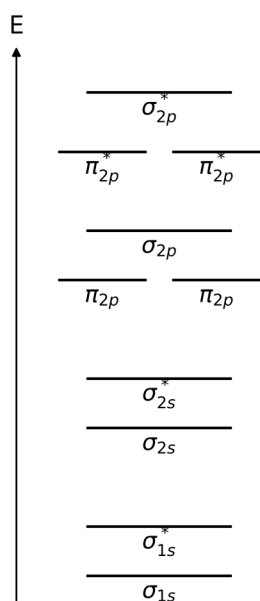
לפניך דיאגרמה של רמות האנרגיה עבור מולקולה דו-אטומית של יסוד בשורה השנייה

של המערכת המחזורית (B, C, N).

העתק למחברתך את הדיאגרמה וסמן בה את החיצים, שמייצגים את אכלוס

האלקטרונים באורביטלים במולקולה מעוררת של פחמן, C_2^* , שבה אלקטרון אחד עבר

מאורביטל π_{2p} לאורביטל σ_{2p} .



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

ג. במנורות כספית נפלט אור הכולל, בין השאר, קרינה באורך גל 546 nm וקרינה נוספת

שאורך הגל שלה קצר יותר.

(i) חשב את האנרגייה של פוטון של הקרינה שאורך הגל שלה 546 nm, ביחידות ג'אול

(J). פרט את חישוביך.

(ii) אנרגיית הפוטון של הקרינה הנוספת היא 2.84 eV. קבע אם צבען צהוב בולע קרינה

זו. פרט את חישוביך, ונמק.

ד. גרמניום, $\text{Ge}_{(s)}$, הוא מוליך למחצה, כמו צורן.

(i) פער האנרגייה האסור בגביש גרמניום קטן מפער האנרגייה האסור בגביש צורן.

הסבר מדוע המוליכות החשמלית של גביש גרמניום טהור בטמפרטורת החדר גבוהה מזו של גביש צורן טהור.

(ii) לפניך שלוש דיאגרמות של פסי אנרגייה I, II, III. התאם לכל אחת מן הדיאגרמות את

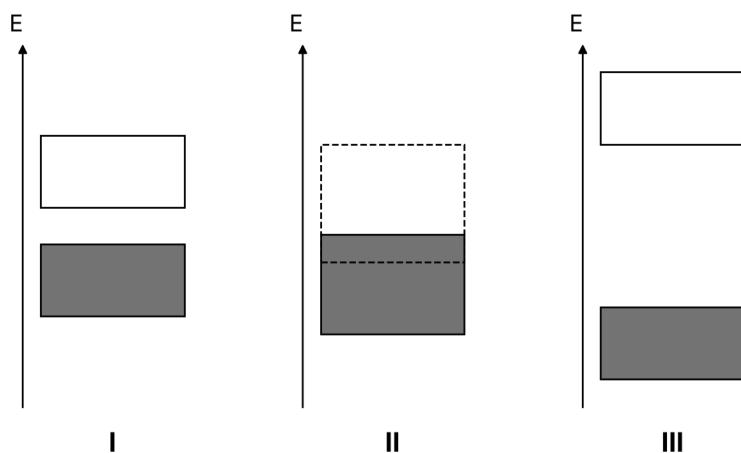
אחד מן התיאורים האלה, ונמק:

– גביש של מגנזיום (מתכת)

– גביש של יהלום (מבודד)

– גביש של גרמניום טהור

(בדיאגרמות: מלבן אפור – פס אנרגייה מאוכלס באלקטרונים; מלבן לבן – פס אנרגייה ריק; מלבן מקווקו – פס ריק החופף לפס המאוכלס; החלק האפור של מלבן מייצג את הרמות המאוכלסות בפס.)



6. (33% נקודות)

יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.
השאלה עוסקת בצבענים ובחומרים צבעוניים.

א. צבעני ציאנין (Cyanine) משמשים לסימון מולקולות במחקר ביולוגי. בצבענים אלה שני אטומי חנקן מחוברים בשרשרת של קשרים כפולים ויחידים לסירוגין. לפניכם נוסחאות של שני צבעני ציאנין, A ו-B:

צבען A:

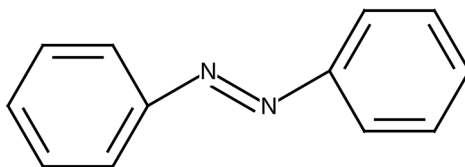


צבען B:



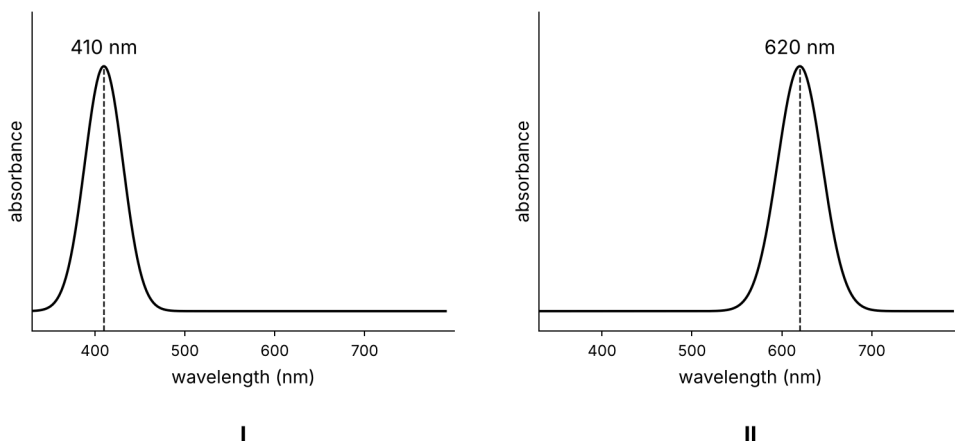
- (i) לצבען A צבע אדום. מהו צבע האור הנבלע על ידי צבען A? **נמקו.**
- (ii) קבעו אם הפרש האנרגיה בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO בצבען B גדול מהפרש זה בצבען A או קטן ממנו. **נמקו.**
- (iii) קבעו מהו צבע האור שנבלע על ידי צבען B: אדום או כחול. **נמקו.**
- (iv) מהו הצבע של צבען B? **נמקו.**

ב. אזובנזן (Azobenzene) הוא מוצק בצבע כתום. במולקולה שתי טבעות בנזן מחוברות בקשר כפול בין שני אטומי חנקן. לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של אזובנזן:



- נתונים שני היגדים (1) ו-(2). קבעו איזה מן שני ההיגדים האלה הוא ההיגד הנכון.
- (1) הפרש האנרגיה בין HOMO ל-LUMO במולקולת אזובנזן קטן, ועירור אלקטרוני מתרחש כאשר נבלעת קרינה בתחום הנראה.
- (2) הפרש האנרגיה בין HOMO ל-LUMO במולקולת אזובנזן גדול, ועירור אלקטרוני מתרחש כאשר נבלעת קרינה בתחום העל-סגול.

- ג. פיקוציאנין (Phycocyanin) הוא צבען טבעי המופק מאצות כחוליות, ומשמש כצבע במוצרי קוסמטיקה ובמוצרים נוספים. בתא האצה הוא קולט אור המשמש לפוטוסינתזה. לפניכם שני ספקטרה:



(ספקטרום I: שיא בליעה ב- 410 nm ; ספקטרום II: שיא בליעה ב- 620 nm .)

- (i) ידוע שפיקוציאנין בולע בעיקר אור כתום. קבעו איזה משני הספקטרה הנתונים הוא ספקטרום הבליעה של פיקוציאנין. **נמקו.**
- (ii) מהו הצבע של פיקוציאנין הנראה לעין? **נמקו.**
- (iii) חשבו את אנרגיית הפוטון הנבלע על ידי פיקוציאנין באורך הגל 620 nm . **פרטו את חישוביכם.**

ד. חמצן, O_2 , הוא מרכיב חשוב באוויר.

סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה. רשמו היערכות האלקטרונים:

• באטום חמצן, O

• ביון O_2^{2-} (יון פרוקסיד)

ה. חמצן, O_2 , הוא מרכיב חשוב באוויר.

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

אחת מתדירויות הקרינה הנבלעת על ידי חמצן נוזלי, $O_{2(l)}$, היא $4.76 \cdot 10^{14}$ Hz . קבעו מהו צבע האור הנבלע. **פרטו את חישוביכם ונמקו.**

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