

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 4
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!

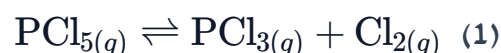
השאלות

פרק ראשון – שיווי משקל כימי ואנטרופיה

1. (33% נקודות)

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

זרחן פנטה-כלוריד, PCl_5 , משמש בתעשייה הכימית להכנת תרכובות כלור אורגניות. בטמפרטורה גבוהה זרחן פנטה-כלוריד במצב גז, $\text{PCl}_5(g)$, מתפרק לזרחן טרי-כלוריד, $\text{PCl}_3(g)$, ולכלור, $\text{Cl}_2(g)$, על פי תגובה (1).



לכלי A, שנפחו 2 ליטר, הכניסו 0.50 מול $\text{PCl}_5(g)$. הכלי הוחזק בטמפרטורה קבועה של 473 K.

לאחר זמן-מה הגיעה המערכת למצב של שיווי משקל, שהריכוז של $\text{PCl}_5(g)$ בו היה 0.220 M.

א. (i) רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל, K_c , של תגובה (1).

(ii) חשב את הערך של קבוע שיווי המשקל של תגובה (1) בטמפרטורה של 473 K. פרט את

חישוביך.

(iii) קבע אם במהלך התגובה, עד שהושג מצב של שיווי משקל, הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

ב. למערכת בכלי A הנמצאת במצב של שיווי משקל הוסיפו 0.20 מול $\text{PCl}_3(g)$ (הנפח והטמפרטורה לא השתנו).

(i) קבע אם מייד לאחר הוספת $\text{PCl}_3(g)$, המערכת נמצאת במצב של שיווי משקל. נמק.

(ii) קבע אם בעקבות הוספת $\text{PCl}_3(g)$, קצב התגובה ההפוכה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

(iii) קבע אם בעקבות הוספת $\text{PCl}_3(g)$, הריכוז של $\text{PCl}_5(g)$ עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

ג. לכלי B, שנפחו 1 ליטר, הכניסו 0.10 מול $\text{PCl}_5(g)$, 0.020 מול $\text{PCl}_3(g)$ ו-0.050 מול $\text{Cl}_2(g)$.

הכלי הוחזק בטמפרטורה קבועה של 473 K.

קבע אם הלחץ בכלי עלה, ירד או לא השתנה ב-10 הדקות הראשונות לאחר הכנסת החומרים. נמק.

ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ה.
לפניך שני נתונים הנוגעים לתגובה (1):

$$\Delta H_{(1)}^0 = +88 \text{ kJ} \quad \Delta S_{(1)}^0 \text{ מערכת} > 0$$

עבור תגובה (1) בטמפרטורה של 473 K :

- (i) קבע אם במהלך התגובה, האנטרופיה של הסביבה עולה או יורדת. נמק.
(ii) קבע אם אפשר לחשב את השינוי באנטרופיה של היקום, $\Delta S_{\text{יקום}}^0$, בתגובה (1) על פי הנתונים בשאלה. נמק.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.
לפניך שני נתונים הנוגעים לתגובה (1):

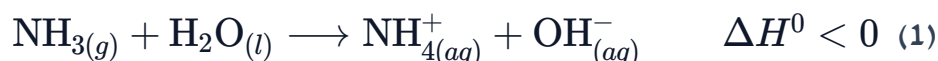
$$\Delta H_{(1)}^0 > 0 \quad \Delta S_{(1)}^0 \text{ מערכת} > 0$$

תגובה (1) אינה ספונטנית בטמפרטורה של 473 K .
קבע עבור תגובה (1) אם בטמפרטורה של 473 K השינוי באנטרופיה של הסביבה גדול בערכו המוחלט מן השינוי באנטרופיה של המערכת או קטן ממנו. נמק.

2. (1/33 נקודות)

אמוניה, $\text{NH}_3(g)$, ותחמוצות חנקן הם מזהמי אוויר. אמוניה נפלטת לאוויר בעיקר מחקלאות (דשנים ופסולת של בעלי חיים), ותחמוצות חנקן נוצרות בשרפה של דלקים בטמפרטורה גבוהה.

א. אמוניה מתמוססת היטב במים, וחלק ממנה מגיב עם המים על פי תגובה (1):



ביצעו ניסוי: לכלי המכיל מים מזוקקים הוסיפו $\text{NH}_3(g)$. התרחשה תגובה (1).
לפניך שני היגדים i-ii.

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

(i) בתום התגובה היה ה־pH של התמיסה קטן מ־7.

(ii) האנטרופיה של הסביבה עולה במהלך התגובה.

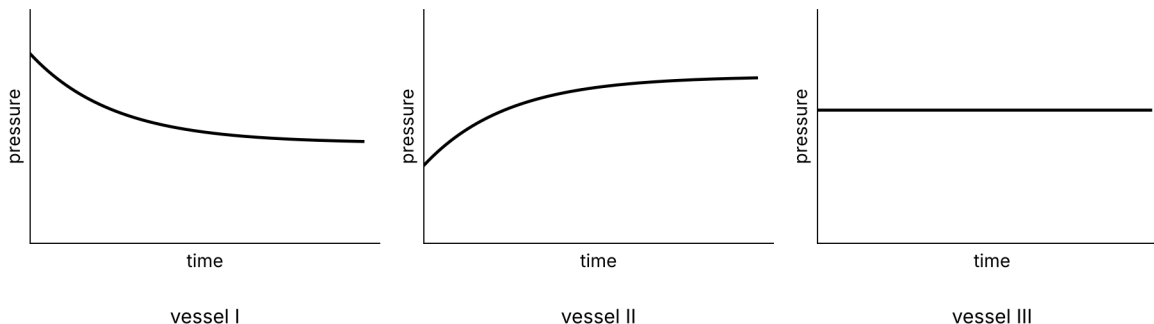
ב. בטמפרטורה גבוהה מתרחשת תגובה (2):



לקחו שלושה כלים סגורים I, II, III שיש להם אותו נפח. לכל אחד מן הכלים הכניסו שלושה גזים:

$\text{O}_{2(g)}$, $\text{NO}_{(g)}$, $\text{NO}_{2(g)}$. הכלים נשמרו בטמפרטורה קבועה T.

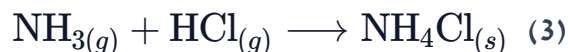
לפניך שלושה גרפים. כל גרף מתאר את השינוי בלחץ באחד הכלים, מרגע הכנסת הגזים.



(i) הלחץ בכלי III אינו משתנה. הסבר מדוע.

(ii) קבע באיזה כלי, מיד לאחר הכנסת הגזים, קצב התגובה הישירה גבוה מקצב התגובה ההפוכה. נמק.

ג. באוויר אמוניה מגיבה עם גזים חומציים, ונוצרים חלקיקים זעירים של מוצק המזיקים לבריאות. דוגמה לכך היא תגובה (3):



לפניך הנתונים עבור תגובה (3) ב- 298K:

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ} = -285 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$\Delta S_{\text{יקום}}^{\circ} = +306 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

(i) הסבר מדוע $\Delta S_{\text{מערכת}}^{\circ} < 0$.

(ii) קבע אם תגובה (3) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמק ללא חישוב.

(iii) חשב את ΔH° עבור תגובה (3). פרט את חישוביך.

פרק שני - פולימרים

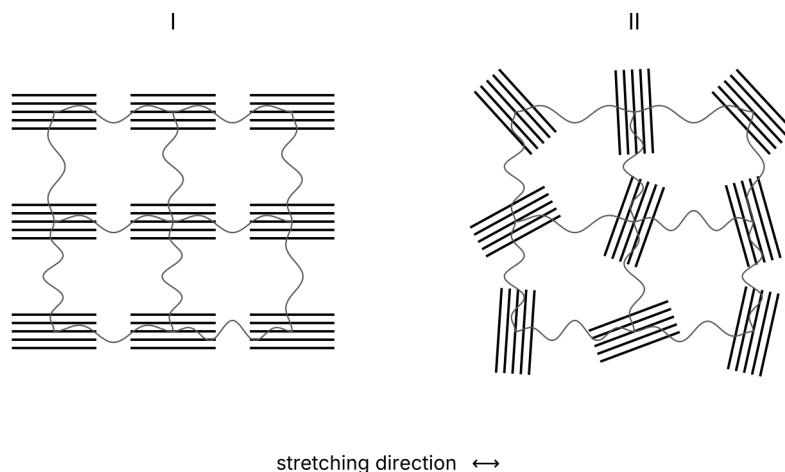
3. (1/333 נקודות)

- יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ה, ועל אחד מן הסעיפים ו או ז.
- השאלה עוסקת בפולימרים אחדים; רובם משמשים לייצור סיבים וחוטרים.
- א. מבין המאפיינים (1)–(7), בחרו בארבעה מאפיינים של פולימרים המתאימים לייצור סיבים.
- (1) אחוז גבישיות גבוה.
 - (2) שרשרות מסועפות מאוד.
 - (3) כוחות משיכה חזקים בין השרשרות, כמו קשרי מימן.
 - (4) קבוצות צדדיות גדולות ומגושמות הממוקמות באקראי לאורך השרשרת.
 - (5) שרשרות ארוכות שיכולות להסתדר במקביל זו לזו.
 - (6) מבנה אמורפי לחלוטין.
 - (7) מבנה סדיר של השרשרת - יחידות חוזרות זהות המסודרות לאורכה באופן קבוע.
- ב. בטבלה מוצג מידע על ארבעה פולימרים.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים
ניילון 6,6	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO}-$	265	חבלים, בדים חזקים
ניילון 10,10	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_{10} - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_8 - \text{CO}-$	203	סיבים ומוצרים טכניים (מונומרים ממקור צמחי)
MXD6	$-\text{NH} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO}-$ (טבעת בנזן בעמוד השדרה)	237	שכבות חוסמות גזים באריזות, סיבים
פוליווינילן (PVC) כלוריד (PVDC)	$-\text{CH}_2 - \text{CCl}_2-$	200	סיבים לבדי ריהוט חוץ, יריעות אריזה חוסמות גזים

- כל הפולימרים בטבלה הם פולימרים חלקית גבישיים.
- ציינו שני מאפיינים עבור כל אחד מן הפולימרים - ניילון 10,10 ו- PVDC - מתוך ארבעת המאפיינים שבחרתם בסעיף א.
- ג. (i) קבעו באיזו שיטה - דחיסה או סיפוח - הוכן כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה.
- (ii) רשמו נוסחאות מבנה של המונומרים עבור כל אחד מן הפולימרים: MXD6 ו- PVDC.

- ד. טמפרטורת היתוך, T_m , היא טמפרטורה שבה פולימר הופך ממוצק לנוזל. קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים a , b ו- c , אם הוא נכון או לא נכון.
- a. בטמפרטורה T_m נשברים קשרים קוולנטיים בשרשרות הפולימר.
- b. אפשר לקבוע טמפרטורת היתוך T_m רק לפולימר שיש בו אזורים גבישיים.
- c. בטמפרטורה T_m השרשרות שבאזורים הגבישיים מאבדות את הסידור המקביל והסדיר שלהן.
- ה. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של ניילון 6,6 גבוה מערך ה- T_m של ניילון 10,10. (ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של MXD6 גבוה מערך ה- T_m של ניילון 10,10.
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ז. בתהליך ייצור הסיבים, PVDC עובר מתיחה. איזה מן האיורים הסכמטיים I-II מציג נכון את ההכוונה של האזורים הגבישיים בפולימר לאחר המתיחה? נמקו.



- ז. סעיף ז הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו. נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של היחידה החוזרת בפולימר נוסף מאותה משפחה, MXD10:
- $$-\text{NH} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_8 - \text{CO}-$$
- טמפרטורת ההיתוך של MXD10 (191°C) נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של MXD6 (237°C).
- הסבירו את ההבדל בין טמפרטורות ההיתוך של שני הפולימרים.

4. (33%) נקודות

בשיטת השיחול (אקסטרוזיה) מתיכים פולימר תרמופלסטי ודוחסים אותו דרך פתח מעוצב. כך מתקבלים מוצרים ארוכים, כמו צינורות, מוטות וחוטים, המתמצקים בקירור. בטבלה שלפניך מוצגות נוסחאות מבנה ליחידות חוזרות של שלושה פולימרים תרמופלסטיים, וכן שימושים אחדים שלהם.

מספר הפולימר	שם הפולימר	נוסחת המבנה ליחידה חוזרת של הפולימר	שימושים אחדים במוצרים
(1)	פוליאייזובוטילן (PIB)	$-\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 -$	חומרי איטום; דבקים; בסיס למסטיק
(2)	ניילון 11	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_{10} - \text{C}(=\text{O}) -$	צינורות דלק ברכב; צינורות אוויר דחוס
(3)	ניילון 6,6	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH} - \text{C}(=\text{O}) - (\text{CH}_2)_4 - \text{C}(=\text{O}) -$	סיבים לטקסטיל; חלקים מכניים

א. שלושת הפולימרים הנתונים הם פולימרים תרמופלסטיים.

הסבר מדוע פולימרים תרמופלסטיים מתאימים לייצור צינורות בשיטת השיחול.

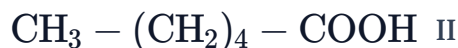
ב. (i) קבע באיזו שיטה – דחיסה או סיפוח – מתקבל כל אחד מן הפולימרים (1)–(3).

(ii) רשום נוסחת מבנה של המונומר עבור פולימר (1).

(iii) פולימר (3) מתקבל משני מונומרים.

אחד המונומרים הוא הקסאן-1,6-דיאמין: $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$.

קבע איזו מנוסחאות המבנה שלפניך, I או II, היא הנוסחה הנכונה של המונומר האחר. נמק.



ג. הטמפרטורה הזגוגית, T_g , של פולימר (2) גבוהה מזו של פולימר (1).

באיזה משני הפולימרים, (1) או (2), השרשרות גמישות יותר ומתפתלות ביתר קלות? נמק.

ד. צינורות דלק ברכב חייבים לא להתמוסס בדלק, המכיל בעיקר פחמימנים כמו אוקטאן, C_8H_{18} . במעבדה נמצא כי פולימר (1) מתמוסס באוקטאן, ואילו פולימר (2) אינו מתמוסס בו.

(i) הסבר מדוע פולימר (1) מתמוסס באוקטאן.

(ii) הסבר מדוע פולימר (2) אינו מתמוסס באוקטאן.

(iii) צינורות הדלק העשויים מפולימר (2) נמצאים בתא המנוע ומתחממים לעיתים עד

$120^\circ C$, בלי שיתעוותו. פולימר (2) הוא פולימר חצי-גבישי.

לפניך שני ערכים: $90^\circ C$, $187^\circ C$.

קבע איזה מן הערכים האלה הוא הערך הנכון של טמפרטורת ההיתוך, T_m , של פולימר (2).

נמק את קביעתך.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. ($\frac{1}{33}$ נקודות)

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

השאלה עוסקת בקרינה הנפלטת מאטומים מעוררים.

א. כאשר מעוררים אטומי מגנזיום, $Mg_{(g)}$, בלהבה חמה או בקשת חשמלית, מתקבל ספקטרום פליטה קווי.

שלושה מהקווים בספקטרום הפליטה של מגנזיום בתחום האור הנראה הם: 516.7 nm , 517.3 nm ו- 518.4 nm .

(i) באיזה צבע נראה לעין האור של שלושת הקווים האלה: ירוק או אדום?

(ii) רשמו את היערכות האלקטרונים באטום מגנזיום במצב אלקטרוני יסודי.

(iii) רשמו אפשרות אחת של היערכות האלקטרונים באטום מגנזיום במצב אלקטרוני מעורר.

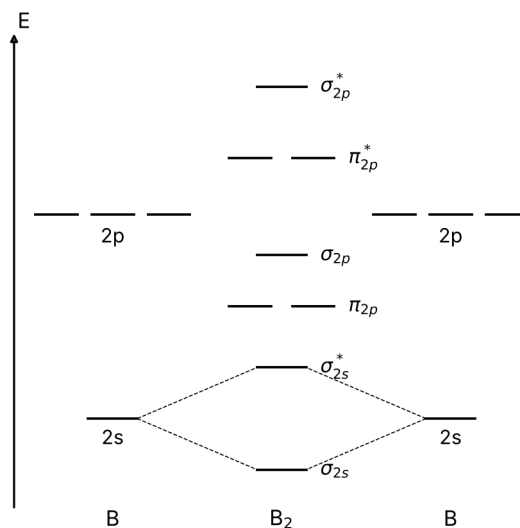
ב. שפופרות פריקה המכילות קריפטון, $Kr_{(g)}$, משמשות בתאורה ובמעבדות.

שתיים מהתדירויות של הקרינה הנפלטת משפופרת קריפטון הן: $5.11 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ו- $6.95 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

(i) קבעו עבור כל אחת מהתדירויות הנתונות מהו צבע האור הנראה לעין. פרטו את חישוביכם ונמקו.

(ii) חשבו את אנרגיית הפוטון שנפלט בקרינה בתדירות הגבוהה יותר משתי התדירויות הנתונות. פרטו את חישוביכם.

- ג. בשפופרת פריקה של מימן, זרם חשמלי מעורר את אטומי המימן. האלקטרונים באטומי המימן המעוררים חוזרים לרמות אנרגיה נמוכות יותר ופולטים קרינה אלקטרומגנטית. אנרגיות הפוטונים בשני קווים בספקטרום הפליטה של מימן הן: 1.89 eV ו- 10.2 eV .
- (i) חשבו את התדירות של הקרינה בכל אחד משני הקווים. **פרטו את חישוביכם.**
- (ii) קבעו באיזה תחום של הקרינה האלקטרומגנטית: תת-אדום (IR), אור נראה, או על-סגול (UV), נמצאת הקרינה בכל אחד משני הקווים. **פרטו את חישוביכם ונמקו.**
- (iii) באיזה צבע נראה לעין האור הנפלט משני הקווים האלה? **נמקו.**
- ד. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
- בגביש צורן, $\text{Si}_{(s)}$, פער האנרגיה האסור (בין פס הערכיות לפס ההולכה) הוא 1.12 eV . קבעו אם פוטון הנפלט בקו של 1.89 eV בספקטרום המימן (סעיף ג) יכול להעביר אלקטרון מפס הערכיות לפס ההולכה בגביש הצורן. **פרטו את חישוביכם ונמקו.**
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ד.
- נתונה דיאגרמה חלקית של רמות אנרגיה עבור מולקולת בור, B_2 .



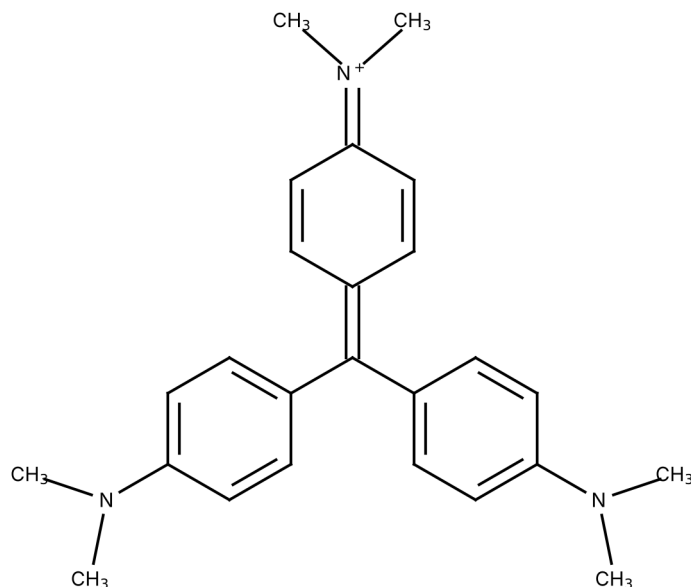
העתיקו את הדיאגרמה הנתונה למחברת שלכם והשלימו בה את אכלוס האלקטרונים:

- עבור שני אטומי בור
- עבור מולקולת בור

6. (33% נקודות)

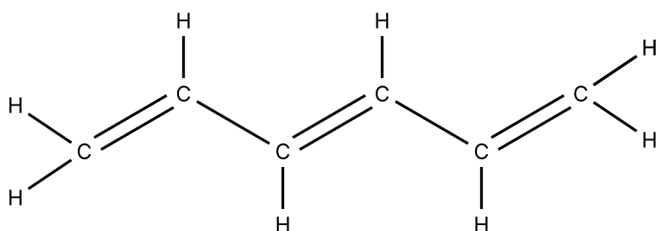
יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
השאלה עוסקת בצבענים המשמשים בדיו ובמעבדה.

- א. סגול גבישי (קריסטל ויולט) הוא צבען סגול, המשמש בדיו ובצביעת דוגמאות במעבדה לביולוגיה.
לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של היון של הצבען.



היונים של הצבען בולעים קרינה בתחום האור הנראה.
קבעו באיזו תדירות, $5.08 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ או $7.14 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, בולעים קרינה היונים של הצבען. נמקו.

- ב. 1,3,5-הקסטריאן הוא תרכובת פחמן שבה שלושה קשרים כפולים מצומדים.
לפניכם ייצוג מלא לנוסחת המבנה של מולקולת 1,3,5-הקסטריאן.



- (i) כמה קשרי σ וכמה קשרי π יש במולקולה אחת של 1,3,5-הקסטריאן?
(ii) 1,3,5-הקסטריאן בולע קרינה באורך גל של 258 nm.
חשבו את הפרש האנרגיה בין אורביטל ה-HOMO לאורביטל ה-LUMO במולקולה של 1,3,5-הקסטריאן. פרטו את חישוביכם.
(iii) הסבירו מדוע 1,3,5-הקסטריאן בולע קרינה באורך גל קצר יותר מאורך הגל שבו בולע הסגול הגבישי.

- ג. הגז פלואור, $F_{2(g)}$, הוא גז בצבע צהוב חיוור.
- (i) רשמו את היערכות האלקטרונים של מולקולת פלואור, F_2 .
- (ii) ציינו את אורביטלי ה-HOMO ואורביטלי ה-LUMO בהיערכות האלקטרונים במולקולת פלואור במצב אלקטרוני יסודי. היעזרו בתרשים א' של הנספח "נוסחאות ונתונים בכימיה".
- ד. אאוזין הוא צבען אדום, המשמש, בין היתר, בדיו אדומה.
- אחד מאורכי הגל המופיעים בספקטרום הבליעה של מולקולות האאוזין הוא 517 nm.
- חשבו את תדירות הקרינה הנבלעת באורך הגל 517 nm. **פרטו את חישוביכם.**
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו על סעיף ו.**
- חומרים נראים צבעוניים או חסרי צבע בהתאם לקרינה שהם בולעים.
- (i) תמיסה של נחושת גופרתית, $CuSO_{4(aq)}$, היא בצבע כחול.
- קבעו באיזה תחום של האור הנראה התמיסה בולעת קרינה: בתחום הכתום או בתחום הסגול. **נמקו.**
- (ii) נפתלין, $C_{10}H_8$, הוא מוצק לבן. במולקולה שלו שתי טבעות בנזן מאוחדות (מערכת מצומדת קטנה), והוא בולע קרינה רק בתחום האולטרה-סגול (UV).
- קבעו אם במולקולת נפתלין הפרש האנרגיה בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO הוא גדול או קטן. **נמקו.**
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, **אל תענו על סעיף ה.**
- צבעם של צבענים רבים נקבע לפי התחום שבו הם בולעים.
- (i) תחום האור הכחול הוא מ-455 nm עד 492 nm.
- חשבו את הטווח של אנרגיית הפוטונים, ביחידות eV, של הקרינה בתחום האור הכחול. **פרטו את חישוביכם.**
- (ii) פנולפתלאין הוא צבען שתמיסתו ורודה בסביבה בסיסית וחסרת צבע בסביבה חומצית.
- בצורה הוורודה אטום הפחמן המרכזי קשור בקשר כפול לאחת משלוש הטבעות, ושלוש הטבעות שקשורות אליו יוצרות מערכת מצומדת אחת. בצורה חסרת הצבע אטום הפחמן המרכזי קשור בארבעה קשרים יחידים.
- הסבירו**, בהסתמך על המבנה האלקטרוני של המולקולה, מדוע הצורה החומצית של פנולפתלאין חסרת צבע.

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