

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 3
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)

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

השאלה עוסקת בתגובות של אתן, $C_2H_{4(g)}$, ושל תרכובות פחמן קרובות.

בתנאים מתאימים אתן מגיב עם מימן, $H_{2(g)}$, ונוצר אתאן, $C_2H_{6(g)}$, על פי תגובה (1). כל הגזים המשתתפים בתגובה הם חסרי צבע.



א. תגובה (1) מתבצעת במזרק גז אטום, שבו בוכנה הנעה בחופשיות. הלחץ על הגז בתוך המזרק והטמפרטורה נשמרים קבועים.

כיצד אפשר להבחין בהתרחשות תגובה (1) בתוך המזרק?

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 $C_2H_{4(g)}$ ו- $H_{2(g)}$, וסגרו את הכלי. התרחשה תגובה (1), והמערכת הגיעה למצב שיווי משקל.

כשהמערכת בכלי I הגיעה למצב שיווי משקל, נמצאו בכלי 0.10 מול $C_2H_{4(g)}$ ו- 0.20 מול $H_{2(g)}$.

הערך של קבוע שיווי המשקל, K_c , עבור המערכת שבכלי I בטמפרטורת הניסוי הוא 25 .

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

(ii) חשבו את הריכוז של $C_2H_{6(g)}$ בכלי I במצב שיווי משקל. **פרטו את החישובים.**

ד. כשהמערכת בכלי I הייתה במצב שיווי משקל, הוסיפו לכלי מעט $C_2H_{6(g)}$ (בטמפרטורה קבועה), ושיווי המשקל הופר.

לאחר זמן מה הגיעה המערכת למצב שיווי משקל חדש.

קבעו אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $H_{2(g)}$ היה גדול מן הריכוז של $H_{2(g)}$ במצב שיווי המשקל הקודם, קטן ממנו או שווה לו. **נמקו.**

ה. נתונה תגובה (2), שבה אתין (אצטילן), $C_2H_{2(g)}$, מגיב עם מימן ונוצר אתאן:

(2)



קבעו אם תגובה (2) ספונטנית בתנאי תקן, בטמפרטורה 1200 K. פרטו את החישובים ונמקו.

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

אתן מגיב עם מימן כלורי ונוצר כלורואתאן, על פי תגובה (3):



בטבלה שלפניכם מוצגות אנתלפיות התהוות תקניות של החומרים המשתתפים בתגובה (3):

החומר	$C_2H_{4(g)}$	$HCl_{(g)}$	$C_2H_5Cl_{(g)}$
$\Delta H_f^o \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$ **אנתלפיית התהוות תקנית**	+52.3	-92.3	-112.1

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

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

אתן מגיב עם ברום ונוצר 1,2-דיברומואתאן נוזלי. נתונות שתי תגובות, (4) ו- (5), השונות זו מזו רק במצב הצבירה של הברום:



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

2. (33% נקודות)

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

לאתיל אצטט (Ethyl acetate) יש ריח פירותי אופייני. הוא משמש כממס נפוץ, למשל בתכשירים להסרת לק ובדבקים.

נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת אתיל אצטט:



נוסחתו המולקולרית של אתיל אצטט היא $C_4H_8O_2$.

א. אתיל אצטט, $C_4H_8O_{2(l)}$, נשרף בטמפרטורת החדר על פי תגובה (1):



החומר	$CO_{2(g)}$	$H_2O_{(l)}$
ΔH_f^0 (kJ/mol) ** אנתלפיית התהוות תקנית, **	-394	-286

היעזרו בנתונים המוצגים בטבלה וחסבו את אנתלפיית ההתהוות התקנית, ΔH_f^0 , של $C_4H_8O_{2(l)}$.

פרטו את החישובים.

ב. במהלך האידוי של אתיל אצטט מתרחשת תגובה (2):



נתונים שני ערכים של שינוי האנתלפיה:

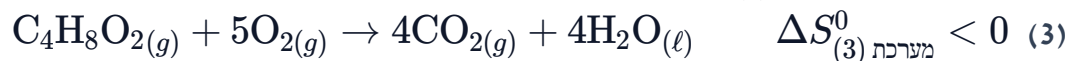
$$36 \text{ kJ} \quad \text{I.} \quad -36 \text{ kJ} \quad \text{II.}$$

(i) איזה מן הערכים הנתונים מתאים לשינוי האנתלפיה $\Delta H_{(2)}^0$? הסבירו. התייחסו לכוחות בין-מולקולריים.

(ii) חשבו את שינוי האנטרופיה של הסביבה עבור תגובה (2) בטמפרטורת החדר (298K). פרטו את החישובים.

ג. חשבו את אנתלפיית ההתהוות התקנית, ΔH_f^0 , של $C_4H_8O_{2(g)}$. פרטו את החישובים.

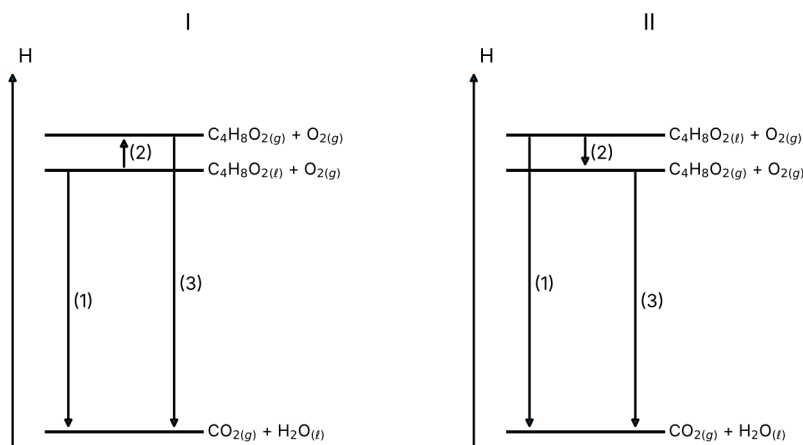
ד. אתיל אצטט במצב גז, $C_4H_8O_{2(g)}$, נשרף על פי תגובה (3):



(i) חשבו את שינוי האנתלפיה בתגובה (3), $\Delta H_{(3)}^0$. נמקו.

(ii) קבעו באיזו תגובה, (1) או (3), יש שינוי גדול יותר באנטרופיה של הסביבה. נמקו ללא חישובים.

- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.
איזה מן הגרפים, I או II, מתאר נכון את שינויי האנתלפייה בשלוש התגובות - (1), (2) ו- (3)?
נמקו את הבחירה.



- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
תגובה (3) היא ספונטנית בטמפרטורת החדר.
קבעו אם העלייה באנטרופיה של הסביבה גדולה מן הירידה באנטרופיית המערכת או קטנה ממנה. נמקו.

פרק שני - פולימרים

3. (33% נקודות)

- ענה על הסעיפים א, ב, ה, ועל אחד מן הסעיפים ג או ד.
בטבלה שלפניך מוצג מידע על שלושה פולימרים מקבוצת הפוליאקרילטים.

שם הפולימר	נוסחת מבנה של יחידה חוזרת	טמפרטורה זגוגית T_g ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים של הפולימר
פולימתיל אקרילט (PMA)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{COOCH}_3) -$	10	רכיב בצבעים ובציפויים אקריליים (בקופולימרים)
פולי-n-בוטיל אקרילט (P(nBA))	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3) -$	$T_g < 10$	דבקים למדבקות
פולי-tert-בוטיל אקרילט (P(tBA))	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{COOC}(\text{CH}_3)_3) -$	43	חומר מוצא לייצור פולימרים אחרים

א. (i) רשום את נוסחת המבנה של המונומר שממנו מתקבל כל אחד משלושת הפולימרים הנתונים.

(ii) באיזו שיטה התקבל כל אחד משלושת הפולימרים - דחיסה או סיפוח? נמק.

ב. (i) במעבדה לקחו דגימות משני פולימרים: PMA ו- $P(tBA)$. בכל אחת מן הדגימות יש מספר זהה של יחידות חוזרות.

קבע באיזו דגימה - מ- PMA או מ- $P(tBA)$ - המרחק הממוצע בין קצות השרשרות גדול יותר. נמק.

(ii) הסבר מדוע $P(tBA)$ הוא פולימר אמורפי, שאחוז הגבישיות שלו נמוך.

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

ערך ה- T_g של $P(nBA)$ נמוך מערך ה- T_g של PMA . הסבר עובדה זו.

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

קופולימרים אקראיים של מתיל אקרילט ושל n-בוטיל אקרילט משמשים בדבקים ובציפויים. רשום קטע מייצג של קופולימר אקראי של שני המונומרים האלה.

ה. הטמפרטורה הזגוגית של $P(tBA)$ היא $T_g = 43^\circ C$, ובטמפרטורת החדר הוא קשיח.

בניסוי מעבדה המיסו $P(tBA)$ יחד עם חומר מרכז, ולאחר אידוי הממס התקבלה יריעה. מולקולות המרכז נמצאות בין שרשרות הפולימר ומרחיקות את השרשרות זו מזו.

היריעה שהתקבלה גמישה בטמפרטורת החדר, $25^\circ C$.

(i) הסבר מדוע ערך ה- T_g של היריעה נמוך מ- $43^\circ C$. בהסבר התייחס לכוחות בין-מולקולריים.

(ii) קבע אם ערך ה- T_g של היריעה גבוה מ- $25^\circ C$ או נמוך מ- $25^\circ C$. נמק.

4. (333/1 נקודות)

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

א. לפניכם שבעה מאפיינים, g-a, של פולימרים.

a טמפרטורת היתוך, T_m , גבוהה בהרבה מטמפרטורת השימוש

b מבנה אמורפי

c טבעות ארומטיות (קטעים קשיחים) בעמוד השדרה

d שרשרות קצרות מאוד ne\ שרשרות ארוכות

f קבוצות קוטביות היוצרות קשרי מימן או משיכה בין דו-קטבים בין השרשרות

g קבוצות צדדיות גדולות

מבין המאפיינים g-a ציינו ארבעה מאפיינים המתאימים לפולימרים המשמשים לייצור סיבים.

ב. בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים של שלושה פולימרים לינאריים, שלהם דרגות פלמור ממוצעות דומות.

	שם הפולימר	נוסחת מבנה של היחידה החוזרת	$T_g (^{\circ}\text{C})$	$T_m (^{\circ}\text{C})$
(1)	פולי(בוטילן אדיפאט)	$-\text{O} - (\text{CH}_2)_4 - \text{O} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_4 - \text{CO}-$	-60	60
(2)	ניילון 6,10	$-\text{NH} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH} - \text{CO} - (\text{CH}_2)_8 - \text{CO}-$	50	220
(3)	פולי(טרימתילן טרפאלאט)	$-\text{O} - (\text{CH}_2)_3 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CO}-$ (טבעת בנזן מותמרת בעמדות 1,4)	55	228

(בנוסחאות, $-\text{CO}-$ מייצג קבוצת קרבוניל $\text{C}=\text{O}$ בשדרה.)

- (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר (2) גבוה מערך ה- T_g של פולימר (1).
(ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר (3) גבוה מערך ה- T_g של פולימר (1).
(iii) הסבירו מדוע ערכי ה- T_m של פולימר (2) ושל פולימר (3) קרובים זה לזה.
(iv) באיזה מהפולימרים, (1) או (3), שרשרות הפולימר מפותלות יותר (המרחק הממוצע בין קצות השרשרת קטן יותר)? **נמקו.**

ג. קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים I, II, ו-III אם הוא נכון או לא נכון.

I בפולימר בעל אחוז גבישיות גבוה, חלק גדול מהשרשרות מסודרות זו לצד זו בצורה צפופה ומסודרת.

II מתיחת סיב פולימרי מקטינה את אחוז הגבישיות שלו.

III לפולימר אמורפי לחלוטין אין טמפרטורת היתוך, T_m .

ד. פוליאסטר המשמש לייצור סיבים לשטיחים ולבדים מתקבל בפלמור דחיסה משני מונומרים:



פחמן הקשורים בקשרים יחידים - שהקבוצות קשורות אליה בעמדות 1,4)

נסמן פוליאסטר זה באות G.

(i) רשמו את נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של פוליאסטר G.

(ii) ציינו שני מאפייני מבנה של פוליאסטר G, התורמים לחוזק הסיבים.

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

ערך ה- T_m של פוליאסטר G הוא כ- 290°C .

הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פוליאסטר G גבוה מערך ה- T_m של פולימר (3).

- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
במעבדה חקרו קופולימרים של פוליאסטר G עם פוליאסטר אחר, שנוסחת היחידה החוזרת שלו היא:



רשמו קטע מייצג לקופולימר אקראי של פוליאסטר G ושל הפוליאסטר הנתון.

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (33% נקודות)

- יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
בפנסי רחוב מסוג "נורת נתרן" יש אדי נתרן. כאשר זרם חשמלי עובר דרך האדים, אטומי הנתרן מתעוררים ופולטים אור צהוב אופייני.
- א. בספקטרום פליטה של אטום נתרן, Na, מופיעים, בין היתר, שלושה קווים באורכי הגל: 330 nm , 589 nm , 819 nm .
קבעו עבור כל אחד משלושת אורכי הגל אם הוא נמצא בתחום האור הנראה.
אם כן - ציינו את צבע האור. אם לא - ציינו באיזה תחום של הספקטרום האלקטרומגנטי נמצא אורך הגל.
- ב. (i) חשבו את אנרגיית הפוטון ביחידות eV, המתאימה לכל אחד משלושת אורכי הגל הנתונים. פרטו את חישוביכם.
- (ii) חשבו את תדירות הקרינה באורך הגל 589 nm . פרטו את חישוביכם.
- ג. העתיקו למחברתכם את האיור 1 שלפניכם, ורשמו בו את אכלוס האלקטרונים של אטום נתרן במצב היסוד.
- הוסיפו לאיור ורשמו בו את סימול האורביטלים המתאימים.

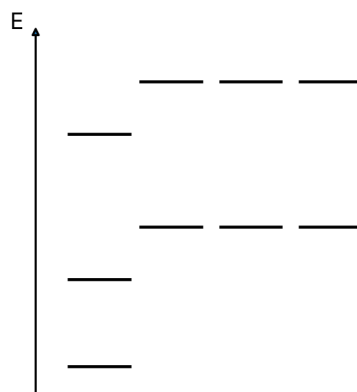


Figure 1

ד. נתון מוליך חשמל במצב מוצק.

(i) קבעו איזו משלוש אפשרויות a, b, c באיור 2 שלפניכם מתארת נכון את מבנה הפסים של נתון מוצק.

העתיקו למחברותיכם את המבנה שבחרתם, וסמנו בו את המיקום של חבורת הערכיות ושל חבורת ההולכה.

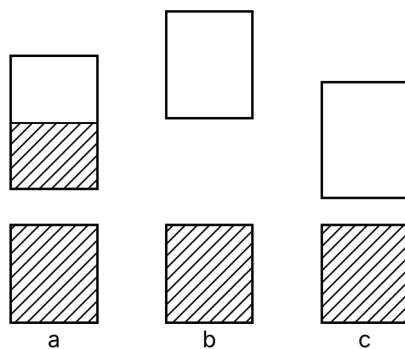


Figure 2

(ii) הסתמכו על מבנה הפסים שבחרתם בתת-סעיף ד i, והסבירו מדוע נתון מוליך חשמל במצב מוצק.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו. תלמיד התבקש לסרטט את ספקטרום הפליטה של אטומי נתון בתחום האור הנראה. לפניכם הסרטוט של התלמיד (איור 3).

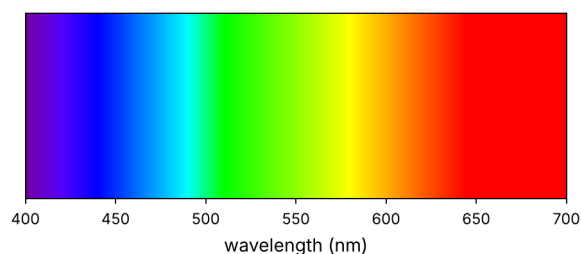


Figure 3

קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים, I ו-II, אם הוא נכון או לא נכון.

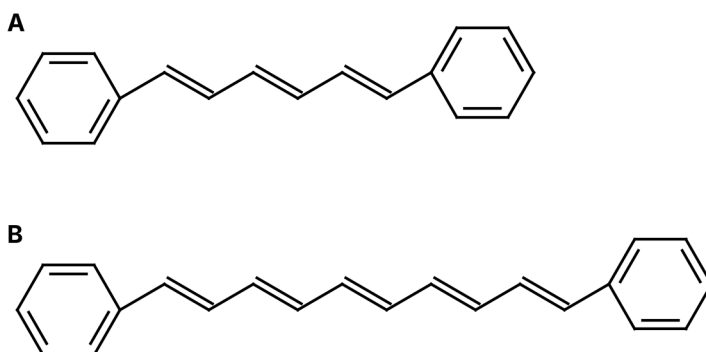
(I) הסרטוט של התלמיד נכון - אדי נתון חמים פולטים אור בכל אורכי הגל של התחום הנראה.

(II) הסרטוט של התלמיד שגוי - ספקטרום הפליטה של אטומי נתון הוא ספקטרום קווי, שבו מופיעים קווים צבעוניים באורכי גל מסוימים בלבד.

- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
- בספקטרום הפליטה של אטומי נתרן מופיעים רק אורכי גל מסוימים, ולא כל אורכי הגל. איזה מבין ההיגדים, I או II, שלפניכם מסביר עובדה זו?
- I. לאלקטרונים באטום נתרן רמות אנרגיה בדידות. אנרגיית הפוטון הנפלט שווה להפרש בין שתי רמות, ולכן נפליטים רק אורכי גל המתאימים להפרשים אלה.
- II. לאטומי נתרן מעוררים אין די אנרגיה כדי לפלוט פוטונים בכל אורכי הגל, ולכן הם פולטים רק פוטונים של אור צהוב.

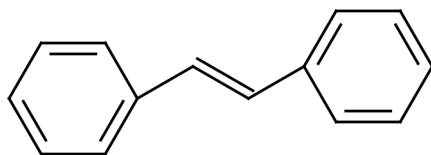
6. (33% נקודות)

- יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ועל אחד מן הסעיפים ד או ה.
- השאלה עוסקת בחומרים אורגניים צבעוניים ובבליעת אור.
- א. החומרים A ו-B שייכים לסדרה של דיפניל-פוליאנים: בכל מולקולה שתי טבעות בנזן מחוברות בשרשרת של קשרים כפולים ויחידים לסירוגין. לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של A ושל B:

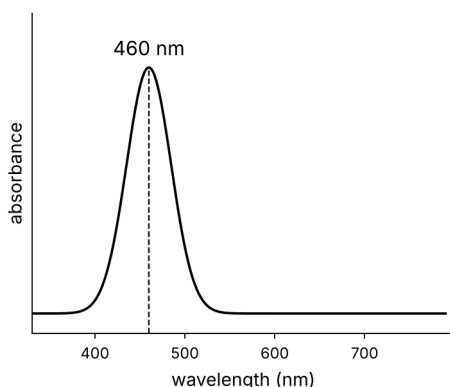


- (i) לחומר A צבע צהוב. מהו צבע האור הנבלע על ידי חומר A? **נמקו.**
- (ii) קבעו אם הפרש האנרגיה בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO במולקולת B גדול מהפרש זה במולקולת A או קטן ממנו. **נמקו.**
- (iii) קבעו מהו צבע האור שנבלע על ידי חומר B: כחול או סגול. **נמקו.**
- (iv) מהו הצבע של חומר B? **נמקו.**

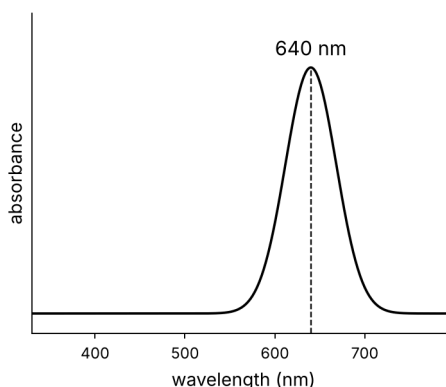
- ב. סטילבן (Stilbene) הוא מוצק לבן (חסר צבע). במולקולה שתי טבעות בנזן המחוברות זו לזו דרך קשר כפול אחד בין שני אטומי פחמן. לפניכם ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של סטילבן:



- נתונים שני היגדים (1) ו-(2). קבעו איזה מן שני ההיגדים האלה הוא ההיגד הנכון.
- (1) הפרש האנרגיה בין HOMO ל-LUMO במולקולת סטילבן קטן, ועירור אלקטרוני מתרחש כאשר נבלעת קרינה בתחום הנראה.
- (2) הפרש האנרגיה בין HOMO ל-LUMO במולקולת סטילבן גדול, ועירור אלקטרוני מתרחש כאשר נבלעת קרינה בתחום העל-סגול.
- ג. תינוקות שנולדים עם צהבת מטופלים בהקרנה באור כחול. האור נבלע על ידי בילירובין (Bilirubin) - תרכובת אורגנית צבעונית המצטברת בעור, ובליעת האור גורמת לשינוי במבנה הבילירובין, כך שהגוף מסלק אותו בקלות רבה יותר. לפניכם שני ספקטרה:



I



II

- (ספקטרום I: שיא בליעה ב- 460 nm ; ספקטרום II: שיא בליעה ב- 640 nm).
- (i) קבעו איזה משני הספקטרה הנתונים הוא ספקטרום הבליעה של בילירובין. **נמקו.**
- (ii) מהו הצבע של בילירובין הנראה לעין? **נמקו.**
- (iii) חשבו את אנרגיית הפוטון הנבלע על ידי בילירובין באורך הגל 460 nm. **פרטו את חישוביכם.**

- ד. חנקן הוא יסוד המצוי באוויר ובתרכובות רבות, ובהן גם תחמוצות חנקן צבעוניות. סעיף ד הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה. רשמו היערכות האלקטרונים:

• באטום חנקן, N

• ביון N_2^-

ה. חנקן הוא יסוד המצוי באוויר ובתרכובות רבות, ובהן גם תחמוצות חנקן צבעוניות.

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

חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_{2(g)}$, הוא גז חום. אחת מתדירויות הקרינה הנבלעת על ידי $\text{NO}_{2(g)}$ היא $7.0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

קבעו מהו צבע האור הנבלע. פרטו את חישוביכם ונמקו.

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