

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 10
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

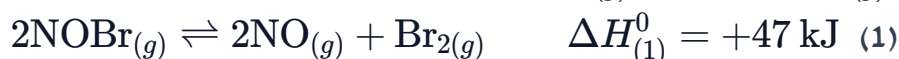
פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה

1. (33% נקודות)

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

ניטרוזיל ברומי, NOBr , הוא גז בצבע אדום-חום. בחימום הוא מתפרק לחנקן חד-חמצני,

$\text{NO}_{(g)}$, ולברום, $\text{Br}_{2(g)}$, על פי תגובה (1):



החוקרים ערכו ניסוי: לכלי A שנפחו 2.0 ליטר הם הכניסו 1.00 מול $\text{NOBr}_{(g)}$.

התרחשה תגובה (1). כלי A הוחזק בטמפרטורה קבועה של 373 K.

לאחר זמן מה המערכת הגיעה למצב שיווי משקל. במצב זה היו בכלי 0.15 מול $\text{Br}_{2(g)}$.

א. (i) רשמו ביטוי לקבוע שיווי משקל של תגובה (1), וחשבו את ערכו בטמפרטורה 373 K.

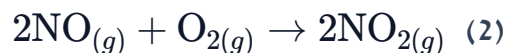
פרטו את החישובים.

(ii) קבעו אם במהלך תגובה (1), עד להשגת מצב שיווי משקל, הלחץ בכלי עלה, ירד או לא

השתנה. נמקו.

ב. למערכת בכלי A הנמצאת במצב שיווי משקל הוסיפו החוקרים מעט חמצן, $\text{O}_{2(g)}$.

התרחשה תגובה (2):



($\text{O}_{2(g)}$ אינו מגיב עם $\text{NOBr}_{(g)}$ ועם $\text{Br}_{2(g)}$).

התייחסו לתגובה (1) וענו על תת-הסעיפים i-iii.

(i) קבעו אם הוספת $\text{O}_{2(g)}$ לכלי גורמת להפרה של מצב שיווי משקל.

(ii) קבעו אם בעקבות הוספת $\text{O}_{2(g)}$ לכלי, הריכוז של $\text{NOBr}_{(g)}$ עלה, ירד או לא השתנה.

נמקו.

(iii) קבעו אם בעקבות הוספת $\text{O}_{2(g)}$ לכלי, הקצב של התגובה ההפוכה לתגובה (1) עלה, ירד

או לא השתנה. נמקו.

ג. בטבלה שלהלן מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית של החומרים המשתתפים בתגובה (1):

Br _{2(g)}	NO _(g)	NOBr _(g)	החומר
245.5	210.8	273.7	S^0 ** $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$

(i) היעזרו בנתונים שבטבלה וחסבו את שינוי האנטרופיה התקנית של המערכת, $\Delta S^0_{\text{מערכת}}$

, עבור תגובה (1) בטמפרטורה 298 K. פרטו את החישובים.

(ii) היעזרו בנתוני השאלה וחסבו את שינוי האנטרופיה התקנית של הסביבה, $\Delta S^0_{\text{סביבה}}$,

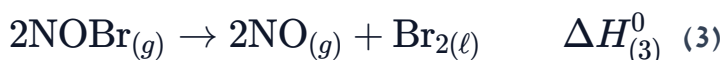
עבור תגובה (1) בטמפרטורה 298 K. פרטו את החישובים.

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

קבעו אם תגובה (1) היא ספונטנית בטמפרטורת החדר, 298 K. נמקו.

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

בטמפרטורת החדר ברום הוא נוזל. ניטרוזיל ברומי יכול להתפרק גם על פי תגובה (3), שבה מתקבל ברום במצב נוזל:



היעזרו בנתוני השאלה וקבעו איזה משני ערכים: +16 kJ או +78 kJ מתאים להיות הערך של $\Delta H^0_{(3)}$. נמקו.

2. (333/1 נקודות)

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

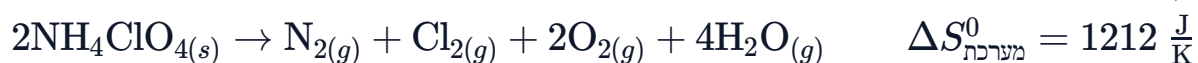
אמוניום פרכלורט, $\text{NH}_4\text{ClO}_{4(s)}$, הוא מוצק לבן המשמש כמחמצן בדלק מוצק של טילים. בחימום הוא מתפרק לתערובת של גזים.

בטבלה שלפניך מוצגים ערכים תרמודינמיים של חמישה מן החומרים המשתתפים בתגובות (1) ו-(2) שיכולות להתרחש בפירוק אמוניום פרכלורט.

HCl _(g)	Cl _{2(g)}	H ₂ O _(g)	O _{2(g)}	N _{2(g)}	החומר
187	223	189	205	191	S^0 ** $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$
-92	0	-242	0	0	ΔH^0_f ** $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$

תגובה (1):

(1)



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

(i) בכל תהליך ספונטני האנטרופיה של היקום עולה.

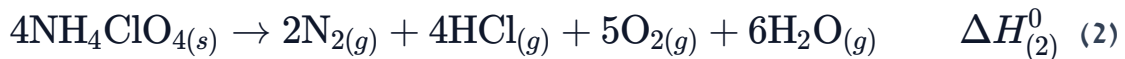
(ii) האנטרופיה של מול חומר במצב גז קטנה מהאנטרופיה של מול מאותו חומר במצב נוזל, באותה טמפרטורה.

ב. היעזר בנתונים שבטבלה ובתגובה (1) וחשב את האנטרופיה התקנית, S^0 , של



פרט את חישוביך.

ג. תגובה (2):



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

$$\Delta S_{\text{סביבה}}^0 = 2148 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

(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,

$$\Delta S_{\text{מערכת}}^0$$

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,



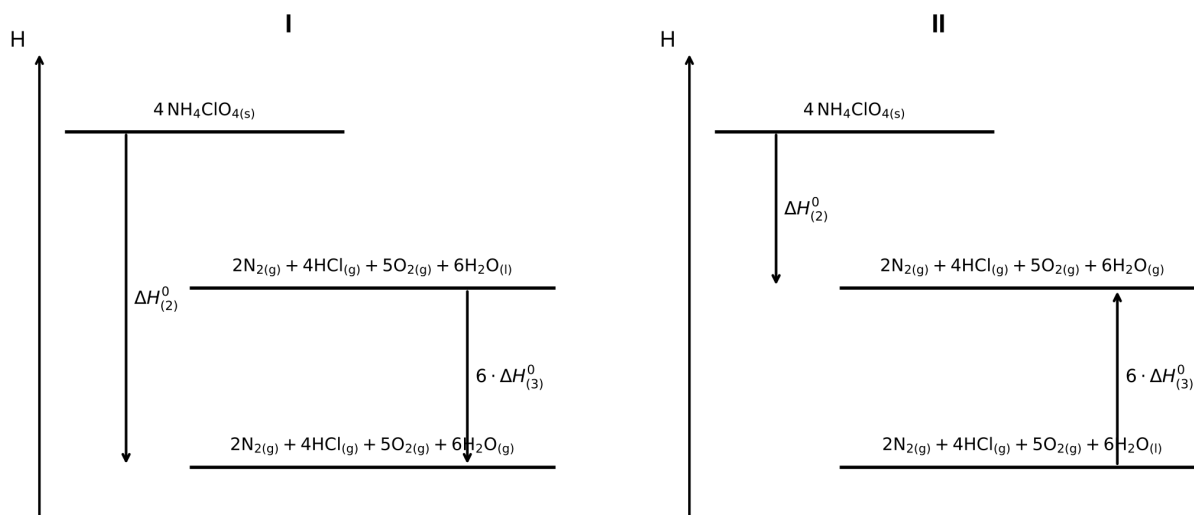
ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחר לענות עליו, אל תענה על סעיף ד.

תגובה (3) מציגה אידוי של מים:



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. (33% נקודות)

השאלה עוסקת בפולימרי סיפוח שלפחות אחד מהמונומרים שלהם הוא תרכובת אקרילית.

בטבלה שלפניך מוצגים קטעים של שלושה פולימרים (1)-(3) וערכים של הטמפרטורה הזגוגית, T_g .

הטמפרטורה הזגוגית T_g ($^{\circ}\text{C}$)	נוסחת המבנה לקטע של הפולימר	מספר הפולימר
10	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{O} - \text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{O} - \text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{O} - \text{CH}_3) -$	(1)
105	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CN}) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CN}) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) -$	(2)
165	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{NH}_2) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{NH}_2) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CO} - \text{NH}_2) -$	(3)

(הסימן $-\text{C}_6\text{H}_5$ מייצג טבעת בנזן הקשורה לשרשרת.)

- א. (i) קבע עבור כל אחד מן הפולימרים (2) ו- (3) אם הוא נוצר בפלמור של מונומר אחד או בפלמור של שני מונומרים.
- (ii) רשום נוסחאות מבנה למונומרים שמהם נוצרו שני הפולימרים (2) ו- (3).
- ב. (i) הסבר מדוע ערך ה- T_g של פולימר (2) גדול מערך ה- T_g של פולימר (1).
- (ii) הסבר מדוע ערך ה- T_g של פולימר (3) גדול מערך ה- T_g של פולימר (2).
- ג. פולימר (3) משמש, בין השאר, להכנת ג'לים במעבדה ובתעשייה, משום שהוא סופג כמות גדולה של מים.
- הסבר מדוע פולימר (3) סופג מים.
- ד. במעבדה הכינו שתי דגימות, I ו-II, של פולימר (1), מכמויות שוות של מונומר. להכנת דגימה I השתמשו ב-0.5 גרם יזם, ולהכנת דגימה II השתמשו ב-2 גרם יזם. קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i-ii אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.
- (i) מספר שרשרות הפולימר שנוצרו בדגימה II גדול ממספר שרשרות הפולימר שנוצרו בדגימה I.
- (ii) המסה המולרית הממוצעת של הפולימר בדגימה I קטנה מהמסה המולרית הממוצעת של הפולימר בדגימה II.

4. (33% נקודות)

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

השאלה עוסקת בפוליאסטרים המשמשים לייצור סיבים, יריעות ומוצרים נוספים. בטבלה שלפניכם מוצג מידע על שלושה פוליאסטרים.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
פולי(בוטילן אדיפט) (PBA)	$-O-(CH_2)_4-O-CO-(CH_2)_4-CO-$	54	רכיב בייצור פוליאוריתנים גמישים ודבקים
פולי(בוטילן סוקצינט) (PBS)	$-O-(CH_2)_4-O-CO-(CH_2)_2-CO-$	115	שקיות ויריעות חקלאיות מתכלות
פולי(בוטילן טרפלט) (PBT)	$-O-(CH_2)_4-O-CO-C_6H_4-CO-$ (טבעת בנזן בעמוד השדרה; שתי קבוצות CO קשורות לטבעת בעמדות מנוגדות)	225	סיבים לבדים נמתחים, חלקים במכשירי חשמל

(בייצוג המקוצר, $-CO-$ מייצג קבוצה $-C(=O)-$.)

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 מתפרקים האזורים האמורפיים של הפולימר, ואילו האזורים הגבישיים נשמרים.

(II) ככל שהמשיכות בין שרשרות הפולימר באזורים הגבישיים חזקות יותר, ערך T_m גבוה יותר.

ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של PBS גבוה מערך ה- T_m של PBA.

(ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של PBT גבוה מערך ה- T_m של PBS.

ד. נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של פולי(אתילן טרפאלט), PET:



ערך ה- T_m של PET (260°C) גבוה מערך ה- T_m של PBT.

הסבירו את ההבדל בטמפרטורת ההיתוך של שני הפולימרים.

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.

(1) שרשרות מסועפות מאוד.

(2) מבנה סדיר של השרשרת לכל אורכה.

(3) T_m גבוהה בהרבה מטמפרטורות השימוש בסיב.

(4) משיכות חלשות בין השרשרות.

(5) אפשרות לסדר את השרשרות במקביל לאורך הסיב בתהליך המתיחה.

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

ערך ה- T_g של PET הוא כ- 75°C . בקבוק משקה העשוי מ-PET שומר על צורתו בטמפרטורת

החדר, אך מתעוות ומתרכך כאשר ממלאים אותו במים בטמפרטורה של 90°C .

תארו ברמת החלקיקים מהו ההבדל בין שרשרות ה-PET באזורים האמורפיים בטמפרטורת

החדר, ובין השרשרות בטמפרטורה של 90°C .

פרק שלישי - כימיה פיזיקלית

5. (33% נקודות)

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

השאלה עוסקת בקרינה הנפלטת מאטומים מעוררים.

א. שפופרות פריקה, שבהן נמצאים אטומי ארגון, $\text{Ar}_{(g)}$, מעוררים, משמשות במעבדות ובתאורה.

שניים מהקווים בספקטרום הפליטה של ארגון הם: 750.4 nm ו- 763.5 nm .

(i) באיזה צבע נראה לעין האור של שני הקווים האלה: אדום או סגול?

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

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

ב. במעבדות לאופטיקה משתמשים בנורות קדמיום, המכילות אדי קדמיום, $\text{Cd}_{(g)}$, כמקור לאור בעל אורכי גל ידועים.

שתיים מהתדירויות של הקרינה הנפלטת מנורת קדמיום הן: $4.66 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ו- $6.25 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

(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. כאשר מכניסים מלח של צזיום ללהבה, אטומי צזיום, $\text{Cs}_{(g)}$, מתעוררים. האלקטרונים באטומים המעוררים חוזרים לרמות אנרגיה נמוכות יותר ופולטים קרינה אלקטרומגנטית. אנרגיות הפוטונים בשני קווים בספקטרום הפליטה של צזיום הן: 1.46 eV ו- 2.70 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.

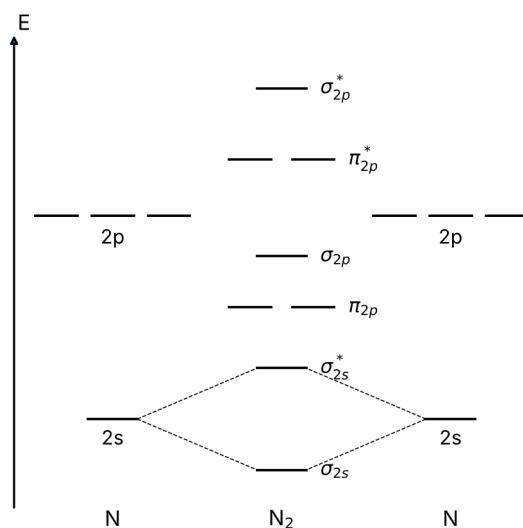
(iii) באיזה צבע נראה לעין האור הנפלט משני הקווים האלה? נמקו.

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

יהלום, $\text{C}_{(s)}$, הוא מבודד חשמלי. פער האנרגיה האסור בגביש יהלום (בין פס הערכיות לפס ההולכה) הוא 5.5 eV .

קבעו אם פוטון הנפלט בקו של 2.70 eV בספקטרום הצזיום (סעיף ג) יכול להעביר אלקטרון מפס הערכיות לפס ההולכה בגביש היהלום. 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 חנקן, N_2 .



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

- עבור שני אטומי חנקן
- עבור מולקולת חנקן

6. (33% נקודות)

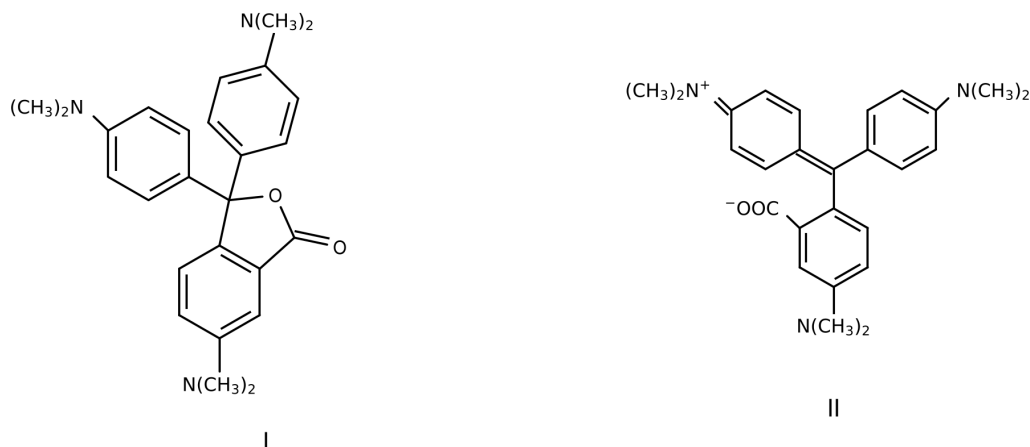
בנייר העתקה ללא פחמן ובנייר תרמי משתמשים בצבען לויקו (leuco) בשם קריסטל ויולט לקטון (CVL). הצבען עצמו חסר צבע, אך במגע עם חומר חומצי טבעת הלקטון שבו נפתחת, ומתקבלת צורה בצבע כחול - וכך נוצר הכתב על הנייר.

א. (i) חשב את הטווח של תדירויות הקרינה בתחום האור הכתום. **פרט את חישוביך.**

(ii) במעבדה הקרינו את הצורה הכחולה של הצבען בקרינה שהתדירות שלה היא $4.9 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

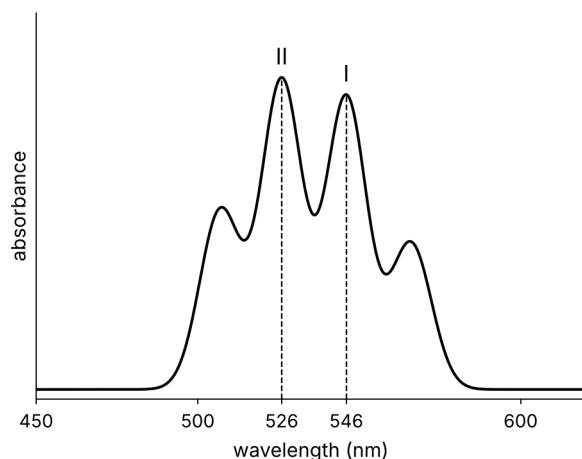
קבע אם הצורה הכחולה בולעת קרינה זו. **פרט את חישוביך, ונמק.**

(iii) לפניך נוסחאות מבנה של שתי הצורות, I ו-II, של הצבען:



קבע איזו משתי הנוסחאות, I או II, היא הנוסחה של הצורה חסרת הצבע. **נמק.**

ב. לפניך קטע מספקטרום הבליעה של תמיסה של אשלגן פרמנגנט, KMnO_4 .

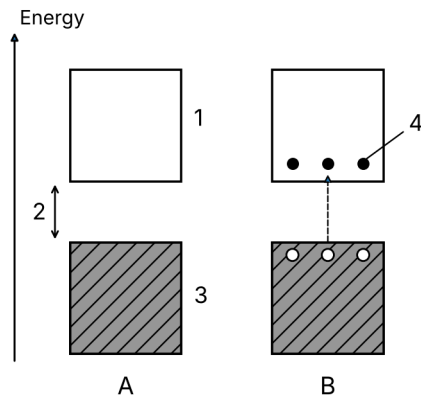


קבע אם תדירות הקרינה הנבלעת באורך הגל של בליעה I גבוהה מתדירות הקרינה הנבלעת באורך הגל של בליעה II, נמוכה ממנה או שווה לה. **נמק.**

ג. גרמניום, Ge, הוא מוליך למחצה. פער האנרגייה האסור בין פס הערכיות לפס ההולכה בגרמניום הוא 0.67 eV .

חשב את אורך הגל של פוטון שהאנרגייה שלו 0.67 eV . **פרט את חישוביך.**

- ד. (i) ציין הבדל אחד בין המבנה האלקטרוני של מוליך למחצה, כמו גרמניום, לבין המבנה האלקטרוני של מבודד.
- (ii) לפניך תרשים של פסי האנרגיה בגרמניום בשתי טמפרטורות שונות, A ו-B. חלקים בתרשים מסומנים במספרים 1-4.



- (1) התאם לכל מספר את המונח המתאים: פס ערכיות, פס הולכה, פער אנרגייה אסור, אלקטרון שעבר לפס ההולכה.
- (2) קבע איזה מן התרשימים, A או B, מתאר את הגרמניום בטמפרטורה גבוהה יותר, ובאיזה מהם המוליכות החשמלית גבוהה יותר. **נמק.**

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