

כימיה

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

פרק ראשון	—	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
פרק שני	—	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
פרק שלישי	—	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
סה"כ	—	—	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות: אין

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתוב "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים. ענה על שלוש שאלות — שאלה אחת מכל פרק.

פרק ראשון — שיווי משקל כימי ואנטרופיה ($33\frac{1}{3}$ נקודות)

ענה על אחת מן השאלות 1-2.

שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

1. עקב שרפת הדלק הטמפרטורה במנוע של מכונית היא גבוהה. לכן החנקן והחמצן שבאוויר מגיבים זה עם זה ונוצר, בין השאר, חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_{2(g)}$, שהוא גז בצבע חום. כשמכניסים $\text{NO}_{2(g)}$ לכלי ריק, מתרחשת תגובה (1), ובה נוצר דו-חנקן ארבע חמצני, $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$, שהוא גז חסר צבע:
- $$(1) \quad 2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)} \quad \Delta H_{(1)}^0 < 0$$

א. כיצד אפשר להבחין בהתרחשות תגובה (1) בתוך הכלי?

- ב. i קבע אם האנטרופיה של המערכת עולה או יורדת במהלך תגובה (1). נמק.
 ii קבע אם האנטרופיה של הסביבה עולה או יורדת במהלך תגובה (1).
 iii תגובה (1) ספונטנית בטמפרטורה 298 K.

קבע אם בטמפרטורה 298 K השינוי באנטרופיה של הסביבה גדול מן השינוי באנטרופיה של המערכת או קטן ממנו. נמק.

במעבדה ביצעו את תגובה (1) בשני כלים סגורים, I ו-II. נפחו של כל כלי היה 1 ליטר. לכל אחד מן הכלים הריקים הכניסו אותו מספר מולים של $\text{NO}_{2(g)}$, וסגרו את הכלים. כלי I הוחזק בטמפרטורה 298 K. כלי II הוחזק בטמפרטורה 500 K. בשני הכלים התרחשה תגובה (1), ושתי המערכות הגיעו למצב שיווי משקל.

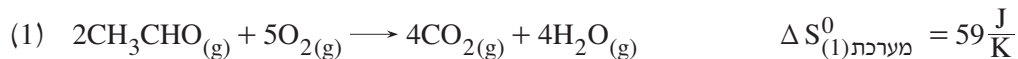
ג. קבע באיזה כלי, I או II, הגיעה המערכת למצב שיווי משקל בזמן קצר יותר.

נמק בעזרת תורת התנגשויות.

- ד. i הערכים של קבועי שיווי משקל, K_c , עבור המערכות שבשני הכלים I ו-II, הם 0.025 ו-170. התאם לכל אחת מן המערכות, הנמצאות בכלים I ו-II, את ערך ה- K_c . הסבב.
- ii קבע אם הריכוז של $N_2O_{4(g)}$ בכלי II במצב שיווי משקל גדול מן הריכוז של $N_2O_{4(g)}$ בכלי I במצב שיווי משקל, קטן ממנו או שווה לו. נמק.
- iii כשהמערכת בכלי I הגיעה למצב שיווי משקל, נמצאו בכלי 0.03 מול $NO_{2(g)}$. רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל, K_c . חשב את הריכוז של $N_2O_{4(g)}$ בכלי I במצב שיווי משקל. פרט את חישוביך.
- ה. כשהמערכת בכלי I הייתה במצב שיווי משקל, הוסיפו לכלי מעט $N_2O_{4(g)}$, ושיווי המשקל הופר. לאחר זמן מה הגיעה המערכת למצב שיווי המשקל החדש. קבע אם במצב שיווי המשקל החדש הריכוז של $NO_{2(g)}$ גדול מן הריכוז של $NO_{2(g)}$ במצב שיווי המשקל הקודם, קטן ממנו או שווה לו. נמק.

2. אתאנאל, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$, הוא חומר דליק, המשמש, בין השאר, לייצור בשמים.

לפניך ניסוח תגובת שרפה של אתאנאל במצב גז, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$.



בטבלה שלפניך מוצגים נתונים תרמודינמיים עבור המגיבים והתוצרים בתגובה (1).

נוסחת החומר	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	$\text{CO}_{2(\text{g})}$	$\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$
אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 $\left(\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \right)$	189	214	205	X
אנתלפיית התהוות תקנית, ΔH_f^0 $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$	- 242	- 394	—	- 166

א. i חשב את הערך של האנטרופיה המולרית התקנית של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$ (הערך של X שבטבלה).
פרט את חישוביך.

ii חשב את שינוי האנתלפיה בתגובה (1), $\Delta H_{(1)}^0$. פרט את חישוביך.

ב. i במהלך התגובה יש עלייה באנטרופיה של הסביבה. הסבר מדוע.

ii במהלך התגובה יש עלייה באנטרופיה של המערכת. הסבר מדוע.

iii קבע אם תגובה (1) היא ספונטנית בטמפרטורת החדר. נמק.

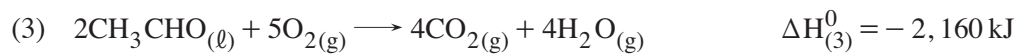
ג. תגובה (2) מתארת מעבר בין מצבי צבירה של אתאנאל.



i קבע אם האנטרופיה המולרית התקנית, S^0 , של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$ גבוהה מ- S^0 של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$
או נמוכה ממנה. נמק.

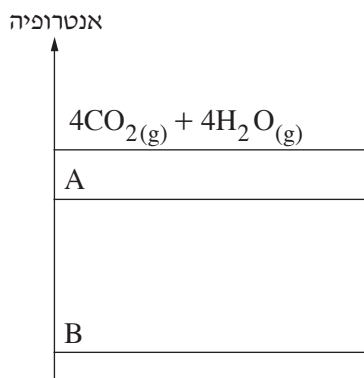
ii קבע אם תגובה (2) היא ספונטנית בכל טמפרטורה. נמק.

7. לפניך ניסוח תגובת שרפה של אתאנאל במצב נוזל, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$.



i חשב את שינוי האנטרופיה של הסביבה עבור תגובה (3) בטמפרטורה 280 K.

ii בתרשים שלפניך מוצגת האנטרופיה של המערכת בתגובות (1) ו-(3).



העתק את התרשים למחברתך, ורשום על כל אחד מן הקווים המסומנים באותיות A ו-B

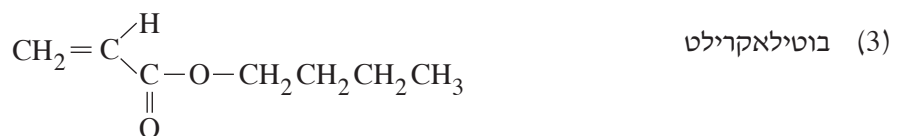
את נוסחאות המגיבים של התגובות (1) ו-(3) המתאימים.

פרק שני — פולימרים ($33\frac{1}{3}$ נקודות)

ענה על אחת מן השאלות 3-4.

3. צבע אקרילי מכיל קופולימר אקראי ופיגמנט (חומר צבע).

לפניך נוסחאות מבנה של שלושה מונומרים:

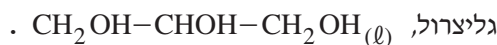
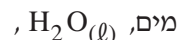


להכנת צבע אקרילי אפשר להשתמש בקופולימר A או בקופולימר B.

- א.** i רשום קטע מייצג של קופולימר אקראי A המתקבל ממונומר (1) וממונומר (2).
 ii רשום קטע מייצג של קופולימר אקראי B המתקבל ממונומר (1) וממונומר (3).
 iii קבע עבור כל אחד מקופולימרים A ו-B אם הוא מתקבל בשיטת סיפוח אנ בשיטת דחיסה.

ב. לצביעת קירות משתמשים בתערובת של צבע אקרילי ומים בתור מדלל (מים הם ממס המתנדף בקלות יחסית). המים מתנדפים מן הקיר והצבע האקרילי נשאר. יש צבעים אקריליים מדוללים במים שמוסיפים להם מעט גליצרול.

לפניך נוסחאות של שני המדללים:



i הסבר מדוע מולקולות המים ומולקולות הגליצרול יכולות להיקשר למולקולות הקופולימר.

ii הגליצרול נדיף פחות מן המים. ציין שתי סיבות לכך.

ג. צבע אקרילי משמש גם מגן מפני חלודה על כלים העשויים מברזל. חלודה נוצרת מתגובה בין ברזל ובין החמצן שבאוויר.

קופולימר A מגן טוב יותר מקופולימר B על ברזל מפני חדירת האוויר. הסבר עובדה זו.

ד. בתנאים מתאימים, שני הקופולימרים, A ו- B, יכולים לעבור הידרוליזה מלאה.

i רשום את נוסחאות המבנה של כל תוצרי ההידרוליזה המלאה של קופולימר A.

ii רשום את נוסחאות המבנה של כל תוצרי ההידרוליזה המלאה של קופולימר B.

ה. טמפרטורת ההיתוך, T_m , של תוצר ההידרוליזה העיקרי של קופולימר A גבוהה יותר מ- T_m של קופולימר A.

ציין שתי סיבות לעובדה זו והסבר.

4. א. לפניך מאפיינים f-a של פולימרים.

- a מבנה אמורפי
b אחוז גבישיות גבוה
c שרשרות ארוכות ללא קבוצות צדדיות גדולות
d קבוצות צדדיות גדולות
e קטעים קשיחים בעמוד השדרה
f קשרי צילוב קוולנטיים

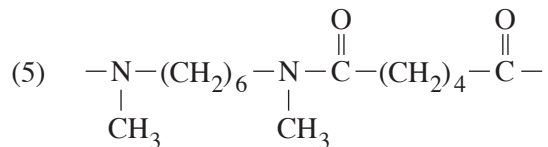
מבין המאפיינים f-a ציין שלושה מאפיינים המתאימים לפולימרים המשמשים לייצור סיבים.

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים של ארבעה פולימרים, (1)-(4), שדרגות הפלמור הממוצעות שלהם דומות.

	שם הפולימר	נוסחת מבנה של היחידה החוזרת	$T_g(^{\circ}\text{C})$	$T_m(^{\circ}\text{C})$
(1)	פוליאטילן אדיפאט	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	-45	50
(2)	ניילון 6,6	$-\underset{\text{H}}{\text{N}}-(\text{CH}_2)_6-\underset{\text{H}}{\text{N}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	80	265
(3)	דקרון	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	70	265
(4)	פרספקס	$-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}}-\text{O}-\text{CH}_3$	105	160

- ב. i הסבר מדוע ערך ה- T_g של פולימר (3) גבוה מערך ה- T_g של פולימר (1).
ii הסבר מדוע ערך ה- T_m של פולימר (2) שווה לערך ה- T_m של פולימר (3).

ג. כאשר אטומי המימן האמידיים בפולימר (2) מוחלפים בקבוצות מתיליות, CH_3 -, מתקבל פולימר (5) שנקרא ניילון (N-מתיל) 6,6:



i ערך ה- T_g של פולימר (5) נמוך מערך ה- T_g של פולימר (2). הסבר מדוע.

ii פולימר (5) אינו מתאים לייצור סיבים. ציין שתי סיבות לכך.

ד. השימוש הנרחב במוצרים פלסטיים יכול לפגוע באיכות הסביבה. אחת הדרכים להתגבר על בעיה זו היא לייצר פולימרים מתכלים. דוגמה לפולימר מתכלה היא פולימר שעובר הידרוליזה, ותוצרי ההידרוליזה שלו נמסים במים. כך אפשר לצמצם את הפגיעה באיכות הסביבה.

הפולימרים (1)-(4) שבטבלה עשויים לעבור הידרוליזה בתנאים מתאימים.

i רשום את נוסחאות המבנה של תוצרי ההידרוליזה המלאה של כל אחד מארבעת הפולימרים.

ii פולימר (4) אינו פולימר מתכלה, אף על פי שהוא עשוי לעבור הידרוליזה. הסבר עובדה זו.

ה. אחד מתוצרי ההידרוליזה של פולימר (2) הגיב עם אחד מתוצרי ההידרוליזה של פולימר (3).

התקבל פולימר (6), שערך ה- T_m שלו גבוה מערכי ה- T_m של פולימרים (2) ו- (3).

רשום את נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של פולימר (6).

פרק שלישי — כימיה פיזיקלית: מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה ($\frac{1}{3}$ 33 נקודות)

ענה על אחת מן השאלות 5-6.

שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

5. השאלה עוסקת בזרחן.

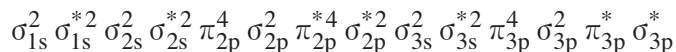
א. אטום זרחן, P, מעוֹרָר פולט קרינה. האנרגייה של אחד מן הפוטונים של קרינה זו היא 5.8 eV.

i קבע אם הקרינה הנפלטת, המתאימה לפוטון זה, היא בתחום האור הנראה או בתחום האולטרה-סגול (UV)

או בתחום האינפרא-אדום (IR). פרט את חישוביך, ונמק.

ii חשב את תדירות הקרינה הנפלטת, המתאימה לפוטון זה. פרט את חישוביך.

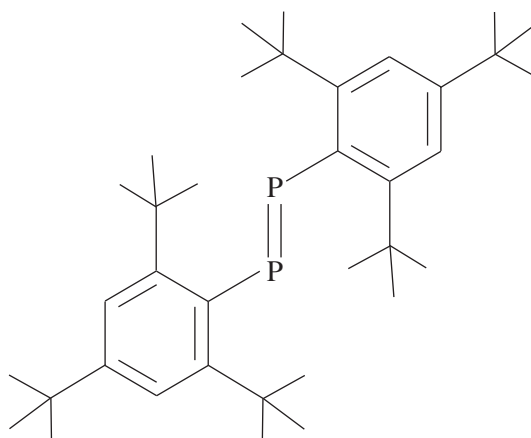
ב. לפניך אכלוס אלקטרוניים במולקולת זרחן, P_2 .



i רשום את רמת ה- LUMO במולקולת זרחן. נמק.

ii איזה חלקיק יציב יותר: מולקולה P_2 או יון P_2^+ ? נמק.

ג. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של דיפוספן, $C_{36}H_{58}P_2$.

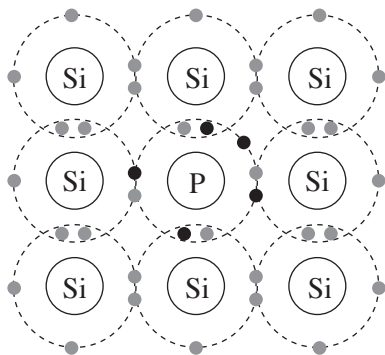


הסבר כיצד המבנה של מולקולות דיפוספן גורם לחומר להיות צבעוני.

יש פְּנָסִים המאירים באמצעות נורות LED (דיודה פולטת אור) הפולטות קרינה באורכי גל שונים.

7. LED מורכב ממוליך למחצה (מל"מ) מסוג N וממל"מ מסוג P.

האיור שלפניך מתאר קטע ממבנה של מל"מ.

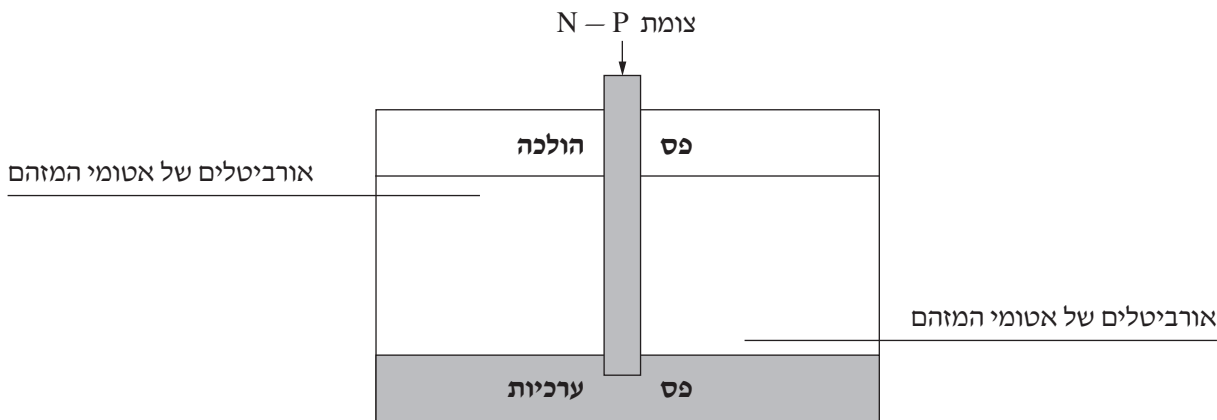


i קבע אם באיור מתואר מל"מ מסוג N או מל"מ מסוג P. נמק.

ii LED בנוי מגבישים של מל"מ. כאשר מעבירים זרם חשמלי דרך גבישים אלה נפלטת קרינה אלקטרומגנטית

בתחום האור הנראה.

לפניך סרטוט של LED המתקבל מחיבור של מל"מ מסוג N עם מל"מ מסוג P.



העתק את הסרטוט למחברתך.

— סמן בסרטוט את המל"מ מסוג N והמל"מ מסוג P.

— הוסף לסרטוט סוללה וחוטים מוליכים, כדי שייווצר מעגל חשמלי שזורם בו זרם.

— סמן בסרטוט את המטען, (+) או (-), על כל אחד מהדקי הסוללה,

וסמן בחץ את כיוון התנועה של האלקטרונים במעגל.

ה. הנורות ברמזורים הן נורות LED. ברמזור יש נורה הפולטת אור ירוק, ונורה הפולטת אור אדום.

i באיזה LED פער האנרגייה גדול יותר: LED ירוק או LED אדום? נמק.

ii ברמזורים יש גם נורה הפולטת אור צהוב.

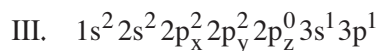
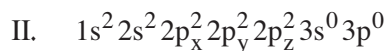
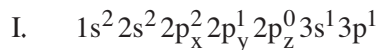
חשב את טווח אנרגיית הפוטונים של אור צהוב. פרט את חישוביך.

6. השאלה עוסקת במגנזיום, Mg.

א. i צייר דיאגרמה של אכלוס אלקטרונים עבור שלוש הרמות הראשונות של האטום Mg.

הצג את אכלוס האלקטרונים באורביטלים המתאימים.

ii לפניך שלוש היערכויות אלקטרוניים, III-I.



קבע איזו מן ההיערכויות, I, II או III, היא היערכות האלקטרונים של יון מעורר של מגנזיום, Mg^{2+} .
הסבר מדוע פסלת את שתי ההיערכויות האחרות.

ב. לפניך אורכי גל המתאימים לספקטרום הפליטה של אטום המגנזיום: 592 nm, 469 nm, 279 nm.

i קבע לאיזה מאורכי הגל הנתונים מתאימה אנרגיית הפוטון הקטנה ביותר. חשב אנרגייה זו.
פרט את חישוביך, ונמק.

ii קבע לאיזה מאורכי הגל הנתונים מתאימה תדירות הקרינה הגבוהה ביותר. חשב תדירות זו.
פרט את חישוביך, ונמק.

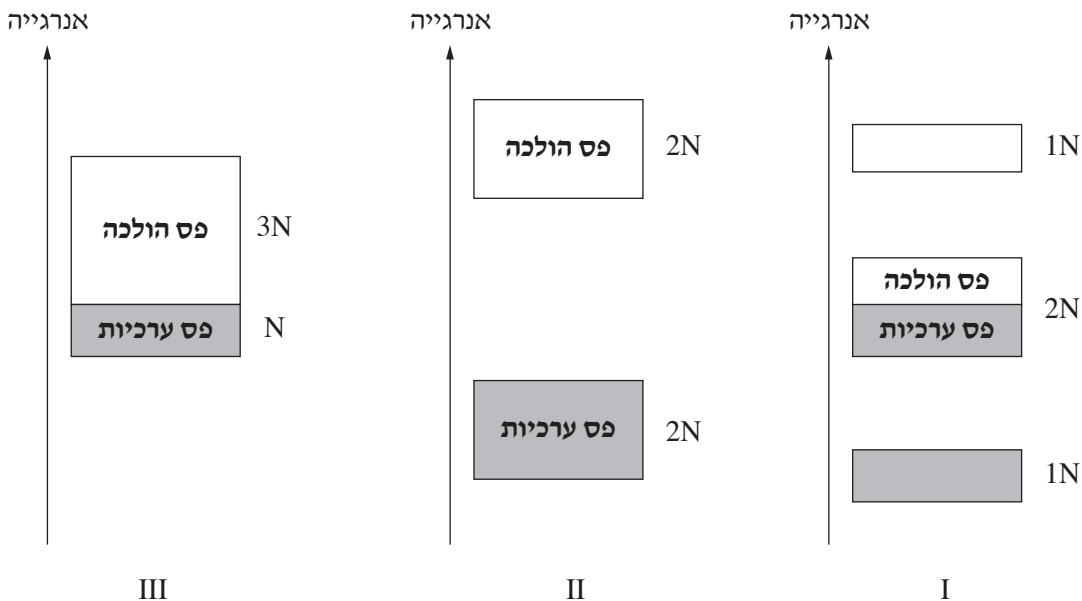
iii לספקטרום הפליטה של אטום המגנזיום יש קו פליטה נוסף באורך גל שעבורו אנרגיית הפוטון הנפלט היא 3.2 eV.

קבע אם אורך הגל של קו הפליטה הנוסף גדול מ- 469 nm, קטן ממנו או שווה לו. פרט את חישוביך, ונמק.

ג. i ציין הבדל אחד בין ספקטרום פליטה קווי ובין ספקטרום פליטה רציף בתחום האור הנראה.

ii ציין הבדל אחד בין בליעה של פוטון ובין פליטה של פוטון.

ד. לפניך שלוש דיאגרמות המתארות פסי ערכיות ופסי הולכה ברמת האנרגייה האחרונה של מוצק. בכל דיאגרמה $4N$ אורביטלים.



- i קבע איזו משלוש הדיאגרמות, I, II או III, מתארת גביש מגנזיום, $Mg_{(s)}$, המכיל N אטומים. נמק.
- ii אחת משלוש הדיאגרמות מתארת חומר שאינו מוליך חשמל. העתק דיאגרמה זו למחברתך, וציין עליה את פער האנרגייה האסור.

בהצלחה!