

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
סך הכול	—	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות: אין

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טייטה" בראש כל עמוד המשמש טייטה.
כתיבת טייטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה 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 ($\frac{1}{3}$ נקודות)

ענה על אחת מן השאלות 1-2.

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

1. השאלה עוסקת בתגובה (1) שבה גופרית דו־חמצנית, $\text{SO}_2(\text{g})$, מגיבה עם חמצן, $\text{O}_2(\text{g})$, ומתקבלת גופרית תלת־חמצנית, $\text{SO}_3(\ell)$.

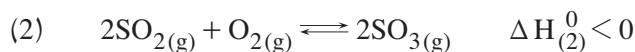


בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנתלפיית ההתהוות התקנית, ΔH_f^0 , עבור החומרים המשתתפים בתגובה (1).

החומר	גופרית תלת־חמצנית $\text{SO}_3(\ell)$	חמצן $\text{O}_2(\text{g})$	גופרית דו־חמצנית $\text{SO}_2(\text{g})$
אנתלפיית ההתהוות התקנית, ΔH_f^0 ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)	- 441		- 297

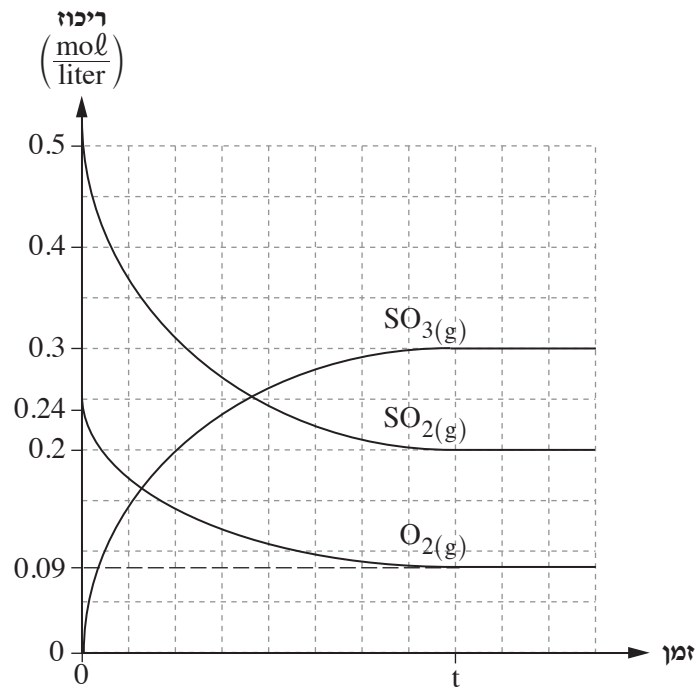
- א. i חשב את שינוי האנתלפייה בתגובה (1), $\Delta H_{(1)}^0$. פרט את חישוביך.
ii הסבר מדוע במהלך תגובה (1) האנטרופיה של המערכת יורדת.

גופרית דו־חמצנית, $\text{SO}_2(\text{g})$, משמשת חומר ביניים בייצור תעשייתי של חומצה גופרתית, $\text{H}_2\text{SO}_4(\ell)$.
באחד משלבי הייצור מבצעים את תגובה (2):



- ב. i גם במהלך תגובה (2) אנטרופיית המערכת יורדת.
במהלך איזו משתי התגובות, (1) או (2), הירידה באנטרופיה גדולה יותר? נמק.
ii קבע אם במהלך תגובה (2) הלחץ בכלי עולה, יורד או אינו משתנה. נמק.
iii קבע באיזו משתי התגובות, (1) או (2), משתחררת אנרגייה רבה יותר. נמק.

במעבדה ערכו ניסוי I: לכלי סגור שנפחו 1 ליטר הכניסו את המגיבים של תגובה (2). הכלי הוחזק בטמפרטורה 1100 K ולאחר זמן t המערכת הגיעה למצב שיווי משקל. הגרף שלפניך מתאר את השתנות הריכוזים של מרכיבי המערכת עם הזמן.

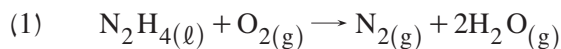


ג. רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל, K_c , עבור תגובה (2), וחשב את ערכו. פרט את חישוביך.

ד. בניסוי II ביצעו את תגובה (2) בטמפרטורה 700 K. קבע אם ערך K_c עבור תגובה (2) בטמפרטורה זו גדול מן הערך שחישבת בסעיף ג, קטן ממנו או שווה לו. נמק.

2. מדענים ישראלים השיגו הישג מרשים: החללית "בראשית" שהם פיתחו הגיעה למסלול סביב הירח. מקור האנרגיה של החללית היה הדלק הנוזלי הידרזין, $N_2H_4(\ell)$.

תגובה (1) היא תגובת השַרפה של הידרזין:



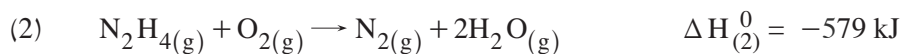
א. קבע אם במהלך תגובה (1) האנטרופיה של המערכת עולה, יורדת או אינה משתנה. נמק.

ב. i נסח את תהליך האידיוי של הידרזין, $N_2H_4(\ell)$.

ii קבע אם אנטרופיה מולרית תקנית, S^0 , של הידרזין במצב גז גבוהה מזו של הידרזין במצב נוזל,

נמוכה ממנה או שווה לה. נמק.

ג. תגובה (2) היא תגובת השַרפה של הידרזין במצב גז:



i קבע אם במהלך תגובה (2) יש עלייה או ירידה באנטרופיה של הסביבה, סביבה $\Delta S_{(2)}^0$.

נמק ללא חישוב.

ii חשב את השינוי באנטרופיה של הסביבה, סביבה $\Delta S_{(2)}^0$, בטמפרטורה 323 K, במהלך תגובה (2).

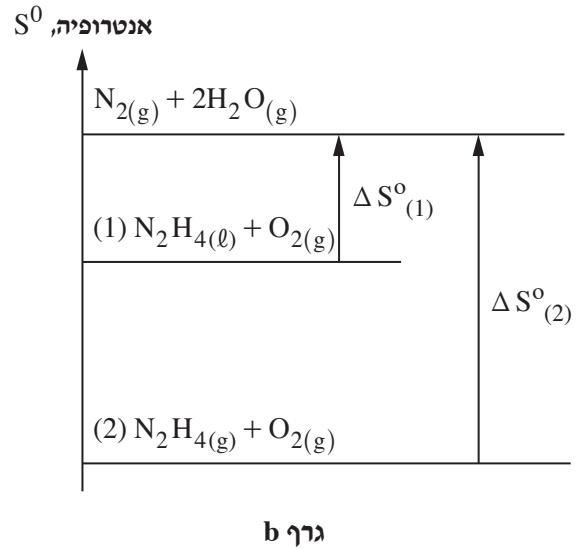
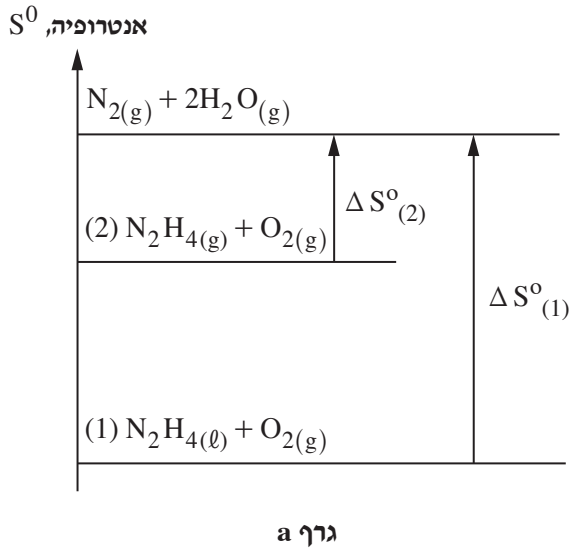
פרט את חישוביך.

ד. השינוי באנטרופיה של היקום, יקום $\Delta S_{(2)}^0$, במהלך תגובה (2) בטמפרטורה 323 K הוא $1922 \frac{J}{K}$.

חשב את השינוי באנטרופיה של המערכת, מערכת $\Delta S_{(2)}^0$, בתגובה (2) בטמפרטורה 323 K.

פרט את חישוביך.

ה. קבע איזה משני הגרפים שלפניך, **a** או **b**, מציג נכון את השינוי באנטרופיה של המערכת בתגובות (1) ו-(2).



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

ענה על אחת מן השאלות 3-4.

3. פולימרים שאינם מתכלים פוגעים בסביבה, באדם ובבעלי החיים. בשנים האחרונות חלה עלייה במודעות הציבור לפגיעה זו. כדי לצמצם פגיעה זו, משתמשים יותר ויותר בפולימרים ביו־מתכלים. פולימרים אלה מתפרקים למונומרים שלהם בתגובת הידרוליזה. בטבלה שלפניך מוצג מידע על ארבעה פולימרים.

מספר הפולימר	שם הפולימר המתקבל	נוסחת המבנה ליחידה חוזרת של הפולימר	טמפרטורה זגוגית T_g ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים בפולימר
(1)	פוליוויניל כלוריד (PVC)	$\text{—CH}_2\text{—CH—}$ $\quad\quad\quad\text{Cl}$	80	— צינורות בויב — כרטיסים מגנטיים
(2)	פוליאתילן גבה צפיפות (HDPE)	$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—}$	-50	— צינורות השקיה — בקבוקי שתייה
(3)	פולי-3-הידרוקסי בוטיראט (PHB)	$\text{—O—CH—CH}_2\text{—C—}$ $\quad\quad\quad\text{CH}_3$ $\quad\quad\quad\text{O}$ $\quad\quad\quad\parallel$	2	— כלים חד־פעמיים — חומרי אריזה
(4)	פולי-קפרולקטון (PCL)	$\text{—O—(CH}_2\text{)}_5\text{—C—}$ $\quad\quad\quad\text{O}$ $\quad\quad\quad\parallel$	-60	— שתלים בגוף האדם — תעשיית התרופות

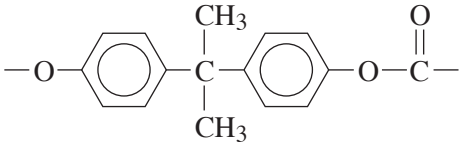
- א. i קבע אם הפולימרים הביו־מתכלים מתקבלים בשיטת דחיסה או בשיטת סיפוח.
 ii אילו מבין פולימרים (1)-(4) הם פולימרים ביו־מתכלים? נמק.
 iii רשום נוסחאות מבנה למונומרים של כל אחד מן הפולימרים שציינת בתת־סעיף א ii.

- ב. נמצא כי ההידרוליזה של הפולימרים הביו־מתכלים מתרחשת תחילה באזורים האמורפיים של הפולימר ולאחר מכן באזורים הגבישיים.
 הסבר מדוע ההידרוליזה מתרחשת תחילה באזורים האמורפיים.

- ג. במעבדה לקחו דגימות של שני הפולימרים (1) ו-(2) בדרגות פלמור ממוצעות שוות. קבע באיזו דגימה — של פולימר (1) או של פולימר (2) — המרחק הממוצע בין קצות השרשרות גדול יותר. נמק.
- ד. אחד השימושים בפולימר (1) הוא לייצור צינורות ביוב. האם תמליץ להשתמש בפולימר (2) במקום בפולימר (1) לייצור צינורות ביוב? נמק.
- ה. נוסחת המבנה ליחידה החוזרת של הפולימר פוליוויניל פלואוריד היא $\text{—CH}_2\text{—CH—}$,
 $\begin{array}{c} | \\ \text{F} \end{array}$ והטמפרטורה הזגוגית שלו היא $T_g = 40^\circ\text{C}$.
 הסבר את ההבדל בטמפרטורה הזגוגית של הפולימר פוליוויניל פלואוריד ושל פולימר (1).

4.

באחת משיטות ההדפסה בתלת־ממד מתיכים פולימר תרמופלסטי ויוצרים חוט דק של פולימר, וכך המוצר נבנה ממנו שכבה על שכבה. בתהליך זה הפולימר עובר ממצב מוצק למצב נוזל ובחזרה בכמה שלבי חימום וקרור. בטבלה שלפניך מוצגות נוסחאות מבנה ליחידות חוזרות של שלושה פולימרים המשמשים להכנת מוצרים בהדפסה בתלת־ממד. כמו כן, מוצגים גם שימושים אחדים של פולימרים אלה.

מספר הפולימר	שם הפולימר המתקבל	נוסחת המבנה ליחידה חוזרת של הפולימר	שימושים אחדים במוצרים המודפסים
(1)	פוליוויניל אלכוהול (PVA)	$\text{—CH}_2\text{—CH—}$ OH	— תמיכות לדגמים המודפסים — דבקים
(2)	פוליסטירן (PS)	$\text{—CH}_2\text{—CH—}$ 	— כלים חד־פעמיים — חומרי בידוד
(3)	פוליקרבונט (PC)		— חלקים של טלפונים ניידים — תקליטורים

א. שלושת הפולימרים הנתונים הם פולימרים תרמופלסטיים המתאימים למדפסות תלת־ממד.

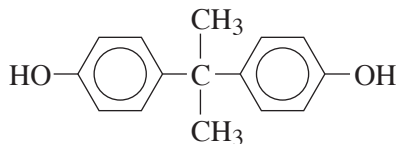
הסבר מדוע פולימרים תרמופלסטיים מתאימים למדפסות תלת־ממד.

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

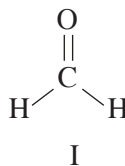
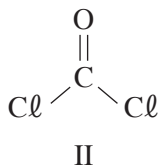
ii רשום נוסחת מבנה של המונומר עבור פולימר (2).

iii פולימר (3) מתקבל משני מונומרים.

לפניך נוסחת מבנה של אחד מן המונומרים האלה.



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



ג.

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

במעבדה לקחו שתי דגימות של הפולימרים (1) ו-(2). דרגת הפלמור הממוצעת של שני הפולימרים הייתה שווה.

באיזה משני הפולימרים השרשרות מפותלות יותר? נמק.

ד.

פולימר (1) משמש, בין השאר, לייצור תמיכות לדגמים המודפסים העשויים מפולימר (2).

לאחר השלמת הדגם ממיסים את התמיכות במים פושרים, מפני שהם אינם פוגעים בדגם.

i הסבר מדוע פולימר (1) מתמוסס במים.

ii הסבר מדוע פולימר (2) אינו מתמוסס במים.

iii בתהליך ההמסה של התמיכות משתמשים במים בטמפרטורה נמוכה מ- 70°C כדי שלא לפגוע בדגם.

לפניך שני ערכים: 50°C , 100°C .

קבע איזה מן הערכים האלה הוא הערך הנכון של הטמפרטורה הזגוגית, T_g , של פולימר (2).

נמק את קביעתך.

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

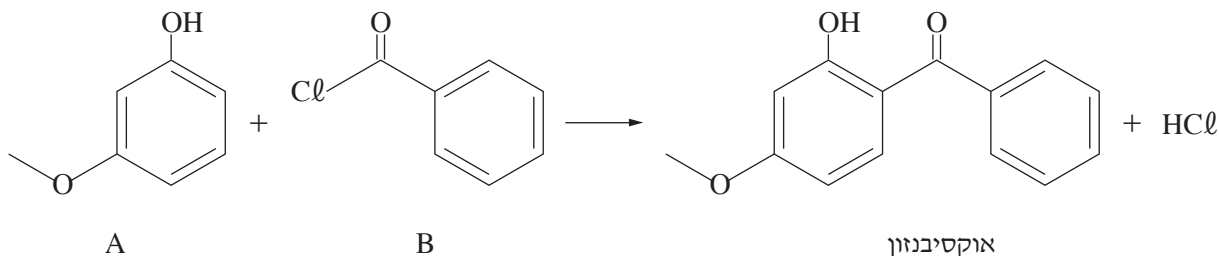
ענה על אחת מן השאלות 5-6.

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

5. השמש היא מקור האנרגיה העיקרי של כדור הארץ. הקרינה הנפלטת מן השמש מכילה קרינה אלקטרומגנטית בתחום האור הנראה ובתחום הקרינה האולטרה-סגולה (UV). טווח אורכי הגל של קרינת UV הוא מ-10 nm עד 390 nm.

i. א. קבע לאיזה תחום של הקרינה האלקטרומגנטית יש אנרגיה גבוהה יותר: לתחום האור הנראה או לקרינת UV. נמק.

ii. הקרינה המגיעה מן השמש עלולה לגרום נזק לעור. כדי להגן על העור, אפשר למרוח עליו קרמים המכילים נוגדי קרינה משום שהם בולעים חלק מקרינת UV, לדוגמה קרם המכיל אוקסיבנזון (Oxybenzone). מייצרים אוקסיבנזון על פי התגובה:



שני המגיבים, A ו-B, הם חסרי צבע, לעומת אוקסיבנזון שהוא צהוב. הסבר עובדה זו.

ב. בשמש מתרחשות תגובות גרעיניות שהן המקור לאנרגיה. לדוגמה, תגובה בין אטומי מימן, H, ליצירת אטומי הליום, He.

i. במעבר בין רמות אנרגיה של אטום מימן, נפלטת קרינה שאנרגיית הפוטון שלה היא בהתאמה לרמות שביניהן המעבר מתרחש:

— במעבר מרמה שלישית לרמה ראשונה אנרגיית הפוטון היא $1.94 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.

— במעבר מרמה שלישית לרמה שנייה אנרגיית הפוטון היא $3.03 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

קבע באיזה משני המעברים נפלטת אנרגיה בתחום האור הנראה. מהו צבע האור?

פרט את חישוביך, ונמק.

ii. נתון אכלוס האלקטרונים של חלקיק: $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^* 1$.

קבע לאיזה חלקיק מתאים אכלוס זה: למולקולת מימן, H_2 , ליון H_2^+ או ליון H_2^- .

נמק.

ג. נתונים ארבעה ערכים של אורכי גל מספקטרום הפליטה של אטומי הליום, He :

447 nm , 588 nm , 668 nm , 706 nm .

i בשניים מן הערכים של אורכי הגל הנתונים נפלט אור באותו הצבע. ציין את שני הערכים של אורכי הגל האלה.

ii באיזה מאורכי הגל האחרים יש לקרינה תדירות גבוהה יותר? חשב תדירות זו.

פרט את חישוביך, ונמק.

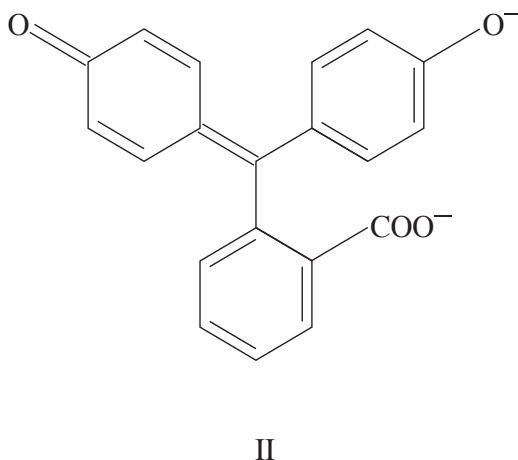
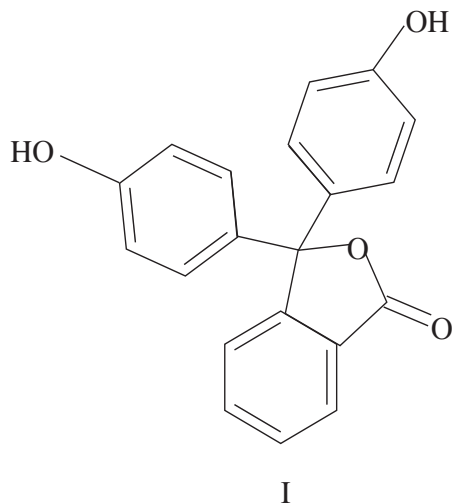
6. פנולתלאין הוא אינדיקטור שצבעו סגול בתמיסה בסיסית, והוא חסר צבע בתמיסה חומצית.

א. i חשב את הטווח של תדירויות הקרינה בתחום האור הסגול. פרט את חישוביך.

ii במעבדה הקרינו תמיסה בסיסית עם פנולתלאין בקרינה שהתדירות שלה היא $7.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

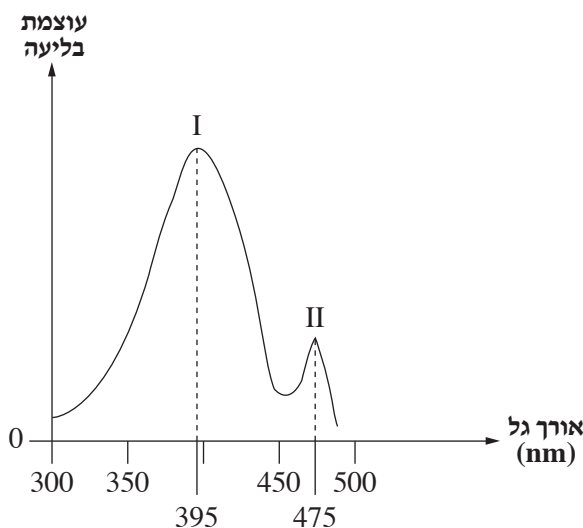
קבע אם הפנולתלאין בתמיסה הבסיסית בולע קרינה זו. פרט את חישוביך, ונמק.

iii לפניך ייצוג מקוצר לנוסחאות מבנה עבור שתי מולקולות II-I של פנולתלאין:



קבע איזו משתי הנוסחאות, I או II, היא הנוסחה של פנולתלאין בסביבה חומצית. נמק.

ב. לפניך קטע מספקטרום בליעה של חלבון מסוים.



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.

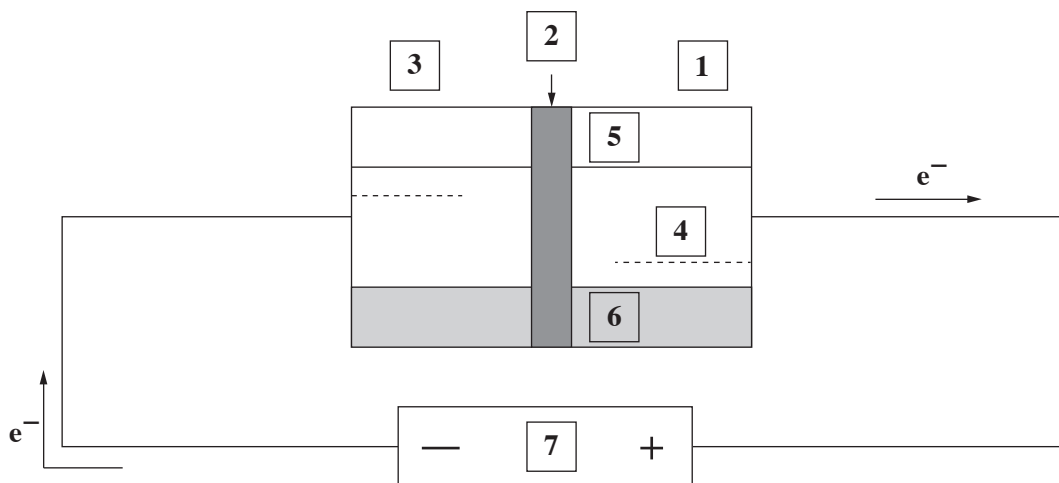
LED (דיודה פולטת אור) מורכב ממל"מ (מוליך למחצה) מסוג N וממל"מ מסוג P.

ג. LED סגול פולט קרינה שאנרגיית הפוטון שלה היא 3.1 eV .

חשב את אורך הגל של הקרינה הנפלטת מן ה-LED הסגול. פרט את חישוביך.

7. i ציין הבדל אחד בין מל"מ מסוג N לבין מל"מ מסוג P.

ii לפנך סרטוט של מעגל חשמלי ובו LED המתקבל מחיבור של מל"מ מסוג N עם מל"מ מסוג P.



הרכיבים של LED מסומנים בסרטוט במספרים 1-7.

לפנך רשימה של רכיבי ה-LED. התאם כל אחד מהם למספר שבסרטוט.

רכיבי ה-LED:

- צומת N-P
- אורביטלים של אטומי המזהם
- מל"מ מסוג N
- פס ערכיות
- מל"מ מסוג P
- סוללה
- פס הולכה

בהצלחה!