

## מדינת ישראל

### משרד החינוך

- א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ג, 2003  
מספר השאלון: 162,037201  
נספחים: 1. המערכה המחזורית  
2. רשימה של חומצות אמיניות  
3. דף נוסחאות

## כ י מ י ה

השלמה מ-3 ל-5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.  
פרק ראשון – (25x1) – 25 נקודות  
פרק שני – (25x3) – 75 נקודות  
סה"כ – 100 נקודות
- ג. חומר עזר מומלץ לשימוש: מחשבון.
- ד. הוראה מיוחדת: **רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה את הנושאים שענית עליהם בפרק השני.**

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

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

## ב ה צ ל ח ה !

/המשך מעבר לדף/

## ה ש א ל ו ת

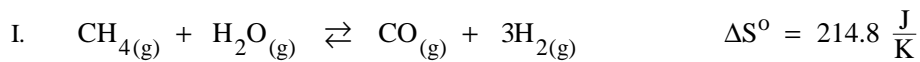
שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות

**פרק ראשון – פרק חובה** (25 נקודות)

### תרמודינמיקה

ענה על אחת מהשאלות 1-2.

1. נתונה תגובה I :



בטבלה שלפניך רשומים ערכי  $\Delta G_f^\circ$  של שלושה חומרים בטמפרטורה של 298 K :

$\Delta G_f^\circ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	החומר
- 50.8	$\text{CH}_4(\text{g})$
- 228.6	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- 137.3	$\text{CO}(\text{g})$

א. חשב את הערך של:

i  $\Delta G_{298\text{K}}^\circ$  של תגובה I . פרט את חישוביך.

ii  $\Delta H^\circ$  של תגובה I . פרט את חישוביך.

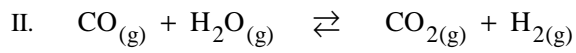
ב. באיזה תחום טמפרטורות מועדפת (מבחינה תרמודינמית) התגובה הישירה I ?

פרט את חישוביך.

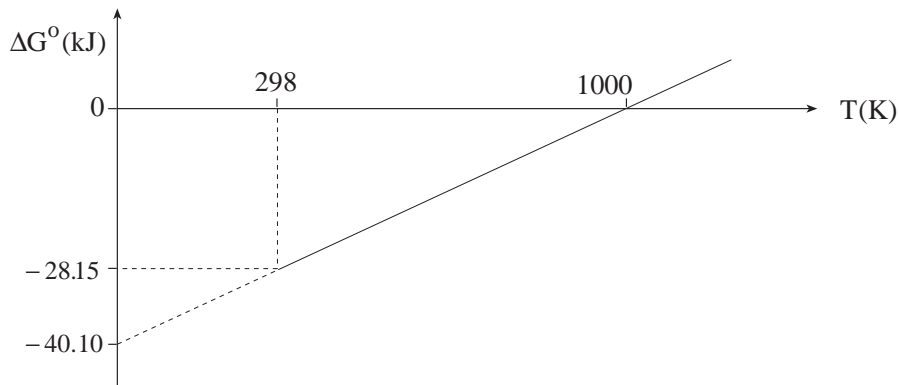
/המשך בעמוד 3/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

נתונה תגובה II :



לפניך גרף המתאר את השתנות  $\Delta G^\circ$  של תגובה II עם הטמפרטורה.



ג. i מהו הערך של  $\Delta H^\circ$  לתגובה II ? נמק.

ii חשב את הערך של  $\Delta S^\circ$  לתגובה II . פרט את חישוביך.

ד. i חשב את הערך של  $\Delta G_f^\circ$  בטמפרטורה של 298 K עבור  $\text{CO}_{2(g)}$ .

פרט את חישוביך.

ii לאיזה חומר,  $\text{CO}_{(g)}$  או  $\text{CO}_{2(g)}$ , יציבות תרמודינמית גדולה יותר

ב- 298 K ? הסבר.

2. בטבלה שלפניך רשומים נתונים תרמודינמיים של אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , ושל היסודות

המרכיבים אותה,  $\text{N}_2(\text{g})$  ו-  $\text{H}_2(\text{g})$  :

האנטרופיה התקנית $S^\circ$ ( $\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ )	אנתלפיית ההתהוות התקנית $\Delta H_f^\circ$ ( $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ )	החומר
192.5	- 46.0	$\text{NH}_3(\text{g})$
191.4	0	$\text{N}_2(\text{g})$
130.6	0	$\text{H}_2(\text{g})$

א. i מדוע ערך האנטרופיה התקנית של  $\text{N}_2(\text{g})$  גדול מערך האנטרופיה התקנית

של  $\text{H}_2(\text{g})$  ?

ii מדוע ערך האנטרופיה התקנית של  $\text{N}_2(\text{g})$  קרוב לערך האנטרופיה התקנית

של  $\text{NH}_3(\text{g})$  ?

ב. טמפרטורת הרתיחה של מימן נוזלי,  $\text{H}_2(\ell)$ , היא  $T_b = 20 \text{ K}$  (בלחץ 1 אטמוספירה).

אנתלפיית האידוי של מימן נוזלי,  $\text{H}_2(\ell)$ , היא  $\Delta H_b^\circ = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ .

חשב את השינוי באנטרופיה,  $\Delta S_b^\circ$ , עבור אידוי מול  $\text{H}_2(\ell)$ . פרט את חישוביך.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

ג. נסח את תהליך ההתהוות של אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ .

ד. i כיצד משתנה האנטרופיה של הסביבה בתהליך ההתהוות של אמוניה: עולה,

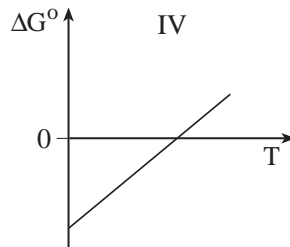
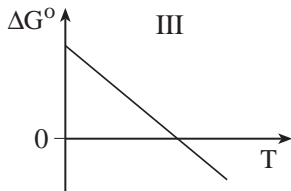
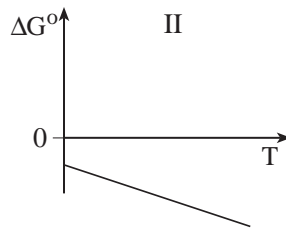
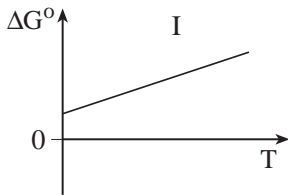
יורדת או אינה משתנה? נמק.

ii איזה תהליך מועדף (מבחינה תרמודינמית) בטמפרטורת החדר (298 K):

התהוות האמוניה או התפרקותה? נמק.

iii איזה גרף מבין הגרפים I-IV שלפניך עשוי להתאים לתהליך ההתהוות של

אמוניה? נמק.



**פרק שני** (75 נקודות)

בפרק זה שישה נושאים (שאלות 3-16). עליך לענות על שלוש שאלות, ומהן מותר לך לענות לכל היותר על שתי שאלות מנושא התעשייה (לכל שאלה – 25 נקודות).  
**רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה את הנושאים שענית עליהם.**

**נושא ראשון – תעשייה**

שים לב: מותר לך לענות לכל היותר על שתיים מהשאלות 3-6.

**ייצור דשנים בישראל**

3. השאלה עוסקת בדשן אמון חנקתי,  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ , ובחומרי המוצא להפקתו:

אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , ותמיסת חומצה חנקתית,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ .

א. לפניך שלושה תהליכים הקשורים להפקת אמוניה בתעשייה:

פירום פחמימנים, ספיגת  $\text{CO}_2(\text{g})$ , ניזול אמוניה.

מהי המטרה של כל אחד משלושת התהליכים?

חומצה חנקתית,  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ , מפיקים מאמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , בתהליך שיש בו

שלושה שלבים.

בשלב הראשון מתרחשת התגובה:  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

בשלב זה עשויה להתרחש תגובת לוואי שאינה רצויה:

$4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

ב. i את מה מורידה תגובת הלוואי: את אחוז ההמרה או את אחוז הניצולת?

הסבר את קביעתך.

ii כיצד מונעים במפעל את תגובת הלוואי? הסבר.

בשלב השני מתרחשת התגובה:  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$

בשלב השלישי מתרחשת התגובה:  $4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 4\text{HNO}_{3(aq)}$

בשלב השלישי מקררים את המערכת.

ג. ציין שתי סיבות לקירור המערכת בשלב השלישי.

ד. בתגובה בין אמוניה לחומצה חנקתית נוצר הדשן אמון חנקתי,  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$ .

i נסח את התגובה.

ii ציין יתרון אחד וחיסרון אחד לשימוש בדשן זה.

ה. הדשן אמון חנקתי,  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)}$ , משווק בתמיסה מימית. בקיץ משווקים תמיסה

בריכוז של 60% דשן. בחורף משווקים תמיסה בריכוז של 51% דשן, כדי למנוע את

שקיעת האמון החנקתי מהתמיסה.

i מדוע בחורף עלול האמון החנקתי לשקוע?

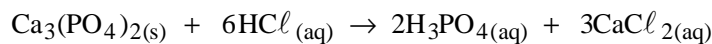
ii איזו בעיה נגרמת על ידי המשקע של הדשן?

iii לחקלאי נשארה תמיסת דשן מהקיץ. מה צריך החקלאי לעשות, כדי להכין

תמיסת דשן שתתאים לשימוש בחורף?

4. השאלה עוסקת בתהליך הייצור של חומצה זרחתית,  $H_3PO_{4(aq)}$ , במפעל "חיפה כימיקלים". חומר גלם לייצור חומצה זו הוא פוספט. המרכיב העיקרי בפוספט הוא סידן זרחתי,  $Ca_3(PO_4)_2(s)$ .
- הפוספט עובר כמה תהליכי העשרה, הכוללים בין היתר שטיפה במים וקלייה חלקית.
- א. הסבר כיצד השטיפה והקלייה מעשירים את הפוספט.

ייצור החומצה הזרחתית במפעל "חיפה כימיקלים" הוא על פי התגובה:

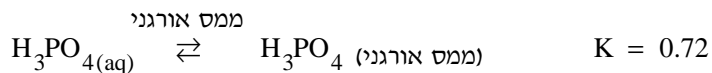


- ב. i בתהליך הייצור יש להוסיף לפוספט עודף של חומצה,  $HCl_{(aq)}$ , למרות אחוז ההמרה הגבוה. הסבר מדוע.
- ii מדוע אין מוסיפים עודף גדול מדי של חומצה?

ממתקן התגובה ב"חיפה כימיקלים" יוצאת תמיסה גולמית המכילה:



החומצה  $H_3PO_4$  מופרדת מהתמיסה הגולמית בעזרת ממס אורגני על פי התהליך:

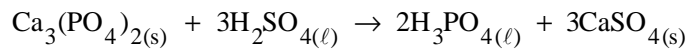


- ג. i ציין שתי תכונות הנדרשות מהממס האורגני.
- ii ממצים  $H_3PO_4$  לתוך ממס אורגני מ-1 ליטר תמיסה מימית של  $14 \text{ M } H_3PO_{4(aq)}$ .
- מקבלים 1 ליטר תמיסה של  $H_3PO_4$  בממס האורגני.
- כמה מול  $H_3PO_4$  יש בממס האורגני בתום המיצוי? פרט את חישוביך.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

במקומות שונים בעולם מייצרים חומצה זרחתית בתגובה בין

סידן זרחתי,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ , לחומצה גפרתית,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ :



ד. i מהו היתרון של השימוש ב-  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$  בתהליך הייצור של  $\text{H}_3\text{PO}_{4(\ell)}$

לעומת השימוש ב-  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ? הסבר.

ii הסבר מדוע מפעל "חיפה כימיקלים" משתמש בחומצה  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  ולא

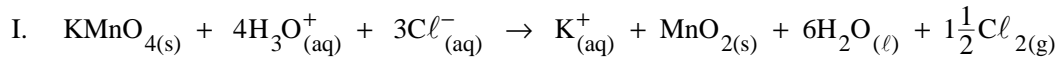
בחומצה  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)}$ .

**ברום ותרבותיו**

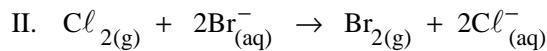
5. השאלה עוסקת בהפקת ברום, בהפקת סידן ברומי ובתכונות של חומרים אלה.

הפקת ברום,  $\text{Br}_{2(g)}$ , במעבדה מתבצעת בשני שלבים:

בשלב הראשון מתקבל כלור,  $\text{Cl}_{2(g)}$ :



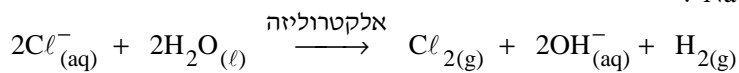
בשלב השני מתקבל ברום,  $\text{Br}_{2(g)}$ :



הפקת ברום בתעשייה מתבצעת גם היא בשני שלבים:

השלב הראשון לקבלת  $\text{Cl}_{2(g)}$  מתבצע על ידי אלקטרוליזה של תמיסה מימית

של מלח בישול,  $\text{NaCl}_{(aq)}$ :



השלב השני לקבלת  $\text{Br}_{2(g)}$  מתבצע על ידי תגובה של כלור עם תמלחת שעשירה ביוני

ברום, על פי תגובה II.

א. מדוע בתעשייה אין מפיקים כלור בשיטה הנהוגה במעבדה? הסבר.

ב. מה עשויה להיות הסיבה שבתעשייה אין מפיקים ברום על ידי אלקטרוליזה של

תמלחת המכילה יוני ברום? הסבר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

במפעל "תרכובות ברום" מייצרים בין היתר תמיסת סידן ברומי,  $\text{CaBr}_{2(\text{aq})}$ , המשמשת לקידוחי נפט. התמיסה מיוצרת על פי התגובה:



ג. i במפעל יש מימן ברומי,  $\text{HBr}$ , משני מקורות:

– מימן ברומי המיוצר במפעל מ-  $\text{H}_{2(\text{g})}$  ומ-  $\text{Br}_{2(\text{g})}$ ,

– מימן ברומי המתקבל במפעל כתוצר לוואי בתהליכי ייצור של חומרים אורגניים.

באיזה מימן ברומי כדאי למפעל להשתמש לייצור תמיסת סידן ברומי שתשמש לקידוחי נפט?

ii ציין שני יתרונות לשימוש במימן הברומי שציינת בתת-סעיף ג i.

iii ציין בעיה העלולה להיווצר בגלל פליטת  $\text{CO}_{2(\text{g})}$  בתגובה.

ד. i ציין שתי תכונות של תמיסת  $\text{CaBr}_{2(\text{aq})}$  שמאפשרות להשתמש בה לקידוחי נפט.

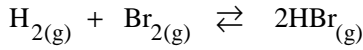
ii בקידוחי נפט משתמשים כיום בתמיסות המכילות סידן ברומי וכמה מרכיבים נוספים ( $\text{ZnBr}_2$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ).

מהו היתרון של השימוש בתמיסות אלה באזורי אקלים שונים? הסבר.

6. השאלה עוסקת בשיטות הפרדה בתהליכי הייצור של מימן ברומי,  $\text{HBr}_{(g)}$ ,

ושל מתיל ברומיד,  $\text{CH}_3\text{Br}_{(g)}$ , במפעל "תרכובות ברום".

המימן הברומי מיוצר על פי התגובה:



בתהליך הייצור משתמשים בעודף מימן.

כדי להפריד את התוצר,  $\text{HBr}_{(g)}$ , מעקבות ברום,  $\text{Br}_{2(g)}$ , ומעודף מימן,  $\text{H}_{2(g)}$ , עושים

ספיחה של  $\text{Br}_{2(g)}$ , ולאחר מכן מזרימים את  $\text{HBr}_{(g)}$  עם  $\text{H}_2(g)$  למים. התוצר הסופי הוא

תמיסה מימית של  $\text{HBr}$ .

i. א. על איזה עיקרון מתבססת ההפרדה בין  $\text{H}_2(g)$  ל-  $\text{HBr}_{(g)}$ ? הסבר.

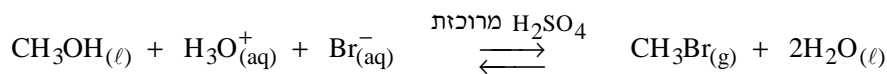
ii. מדוע אין מפרידים קודם את  $\text{H}_2(g)$  מתערובת התגובה ואחר כך

מזרימים למים את  $\text{Br}_{2(g)}$  עם  $\text{HBr}_{(g)}$ ?

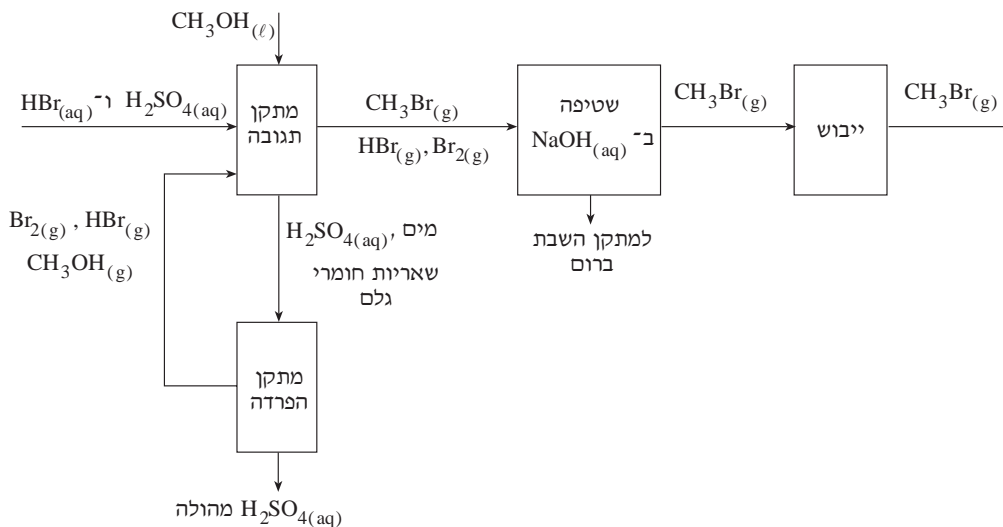
iii. הצע שיטה נוספת להפרדה בין  $\text{H}_2(g)$  ל-  $\text{HBr}_{(g)}$ . נמק.

iv. מדוע במפעל "תרכובות ברום" אין משתמשים בשיטה שהצעת?

במפעל מייצרים מתיל ברומיד,  $\text{CH}_3\text{Br}$ , על פי התגובה:



ממתקן התגובה יוצאת תערובת גזים ותמיסה מימית, כמתואר בתרשים:



/המשך בעמוד 13/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ב. i על איזה עיקרון מתבססת ההפרדה של מתיל ברומיד מתערובת הגזים? הסבר.
- ii לאחר הפרדת מתיל ברומיד מתערובת הגזים, מייבשים אותו מאדי מים במתקן ייבוש. הצע דרך לייבוש המתיל ברומיד.
- ג. החומצה הגפרתית,  $H_2SO_{4(aq)}$ , מופרדת משאריות חומרי הגלם. על איזה עיקרון מתבססת הפרדה זו? הסבר.

## נושא שני – פולימרים

7. בטבלה שלפניך רשומים נתונים על חמישה פולימרים:

$T_m$ (K)	$T_g$ (K)	יחידה חוזרת	שם הפולימר
512	373	$- \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} -$	I. פוליסטירן
342	206	$- \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} -$	II. פוליאטן אוקסיד
503	358	$- \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} -$	III. פוליוויניל אלכוהול
	378	$- \text{CH}_2 - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}} -$	IV. פוליחומצה אקרילית
	303	$- \text{CH}_2 - \underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}} -$	V. פוליוויניל אצטט

א. על פי המבנה של היחידה החוזרת ושל מבנה השרשרות, הסבר מה גורם להבדל בין ערכי ה- $T_g$ :

i של פולימר I ופולימר II.

ii של פולימר III ופולימר V.

ב. i על פי המבנה של שרשרות הפולימר, הסבר מה גורם להבדל בין טמפרטורות ההיתוך,  $T_m$ , של פולימר I ופולימר II.

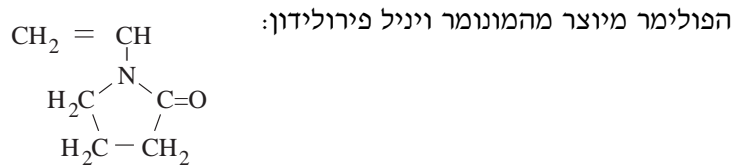
ii מה עשויה להיות טמפרטורת ההיתוך,  $T_m$ , של פולימר V: גבוהה

מטמפרטורת ההיתוך של פולימר III או נמוכה ממנה? ציין שני גורמים

שעשויים להשפיע על טמפרטורות ההיתוך של פולימרים אלה. הסבר.

- ג. i מפולמר I מייצרים כוסות לשימוש חד-פעמי בשביל משקאות קרים.  
הסבר מדוע אין משתמשים בכוסות העשויות מפולמר I למשקאות חמים.
- ii האם אפשר להשתמש בפולמר II לייצור כוסות לשימוש חד-פעמי? הסבר.
- ד. איזה פולמר אפשר לקבל מפולמר V : פולמר III או פולמר IV? ציין כיצד.

8. הפולימר פוליוויניל פירולידון הוא אחד המרכיבים בתרסיס (ספרי) לשער. התרסיס מצפה כל שערה בציפוי דקיק וקשיח ומונע את תזוזתה.



- א. i רשום יחידה חוזרת לפולימר.  
 ii חשב את אורך השרשרת הפרושה של הפולימר, המכילה 500 יחידות חוזרות. הנח שכל קשר C-C תורם 1.27 Å לאורך השרשרת.  
 iii מה יהיה אורך השרשרת במציאות: קרוב לאורך המחושב או קטן ממנו בהרבה? הסבר.
- ב. i לפולימר יש מבנה אמורפי (אחוז גבישיות נמוך). הסבר מדוע.  
 ii הפולימר נשטף מהשער במים. הסבר מדוע.

אחד המרכיבים של מרכז שער הוא הפולימר פוליסורבט. היחידה החוזרת של פולימר



- ג. i רשום את נוסחת המבנה של המונומר, שממנו מייצרים את הפולימר פוליסורבט.  
 ii מהמונומר שרשמת בתת-סעיף ג i אפשר לייצר גם פולימר אחר, שבשלב שלו יש יותר פחמנים ביחידה החוזרת מאשר בפולימר פוליסורבט. רשום את היחידה החוזרת של הפולימר האחר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ד. קבע אם אפשר להבחין בין פוליסורבט לפולימר האחר באמצעות הבדיקות i , ii , iii שלפניך, ונמק את קביעתך עבור כל אחת מהבדיקות.
- i בודקים אם הפולימרים מגיבים עם חומר מצליב.
  - ii בודקים אם הפולימרים מגיבים עם מים בנוכחות חומצה (הידרוליזה).
  - iii בודקים אם יש הבדל בין הטמפרטורות הזגוגיות,  $T_g$ , של הפולימרים.

## נושא שלישי – אלקטרוכימיה

9. לפניך פוטנציאלי חיזור של תגובות אלקטרודה:

1.  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + e^- \rightleftharpoons \text{Na}_{(\text{s})} \quad E^\circ = -2.71 \text{ V}$
2.  $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(\text{s})} \quad E^\circ = -0.76 \text{ V}$
3.  $2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{g})} + 2\text{OH}^-_{(\text{aq})} \quad E = -0.41 \text{ V} \quad \text{pH} = 7$
4.  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}_{(\text{s})} \quad E^\circ = 0.80 \text{ V}$
5.  $\frac{1}{2} \text{O}_{2(\text{g})} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + 2e^- \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \quad E = 0.82 \text{ V} \quad \text{pH} = 7$
6.  $\text{Cl}_{2(\text{g})} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-_{(\text{aq})} \quad E^\circ = 1.36 \text{ V}$
7.  $\text{F}_{2(\text{g})} + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-_{(\text{aq})} \quad E^\circ = 2.87 \text{ V}$

בטבלה שלפניך רשומים ערכים של מתח יתר על אלקטרודת פלטינה,  $\text{Pt}_{(\text{s})}$ ,

ועל אלקטרודת גרפיט,  $\text{C}_{(\text{s})}$  (באותה צפיפות זרם):

$\text{Cl}_{2(\text{g})}$ , כלור	$\text{O}_{2(\text{g})}$ , חמצן	$\text{H}_{2(\text{g})}$ , מימן	
0.07 V	0.77 V	0.05 V	מתח יתר על $\text{Pt}_{(\text{s})}$
0.50 V	1.24 V	1.20 V	מתח יתר על $\text{C}_{(\text{s})}$

במעבדה מפיקים מימן וחמצן באלקטרוליזה של מים בעזרת אלקטרודות פלטינה. כדי לבצע את האלקטרוליזה, יש להוסיף מלח למים.

א. i חשב את המתח המינימלי הדרוש לקבלת מימן וחמצן באלקטרוליזה של מים

בעזרת אלקטרודות פלטינה ב-  $\text{pH} = 7$ . פרט את חישוביך.

ii איזו משתי התמיסות שלפניך מתאימה להפקת מימן וחמצן באלקטרוליזה

של מים בעזרת אלקטרודות פלטינה:  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$  בריכוז 1 M

או  $\text{NaF}_{(\text{aq})}$  בריכוז 1 M ? הסבר עבור כל אחת משתי התמיסות.

הנח כי בכל אחת מהתמיסות  $\text{pH} = 7$ .

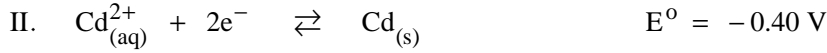
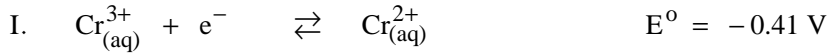
iii אלקטרוליזה של מים אפשר לבצע גם על ידי שימוש באלקטרודות גרפיט. מהו המתח המינימלי הדרוש לביצוע האלקטרוליזה: נמוך מהמתח הדרוש לביצוע האלקטרוליזה כאשר משתמשים באלקטרודות פלטינה, גבוה ממנו או שווה לו? נמק בלי לחשב.

באמבט אלקטרוליזה A טבלו שתי אלקטרודות: אלקטרודת פלטינה,  $Pt_{(s)}$ , ומוט ברזל,  $Fe_{(s)}$ , שאותו רוצים לצפות באבץ,  $Zn_{(s)}$ . התמיסה באמבט היא ב-  $pH = 7$  ומכילה יוני אבץ,  $Zn_{(aq)}^{2+}$ , בריכוז 1 M. חיברו את שתי האלקטרודות למקור מתח. i. לאיזה הדק מחובר מוט הברזל: להדק החיובי או להדק השלילי של מקור המתח? נמק.

ii חשב את עצמת הזרם שעבר במעגל, אם האלקטרוליזה נמשכה 24 שעות, ומספר המולים של ציפוי האבץ היה 0.09 מול. פרט את חישוביך.

באמבט אלקטרוליזה B טבלו שתי אלקטרודות: אלקטרודת פלטינה,  $Pt_{(s)}$ , ומוט ברזל,  $Fe_{(s)}$ , שאותו רוצים לצפות בכסף,  $Ag_{(s)}$ . התמיסה באמבט היא ב-  $pH = 7$  ומכילה יוני כסף,  $Ag_{(aq)}^+$ , בריכוז 1 M. חיברו את שתי האלקטרודות למקור מתח. לאחר 24 שעות שקעו 0.09 מול כסף על מוט הברזל. g. מהי עצמת הזרם באמבט B: גדולה מעצמת הזרם שבאמבט A, קטנה ממנה או שווה לה? הסבר בלי לחשב.

10. נתונות שתי תגובות אלקטרודה:



ביצעו שני ניסויים בטמפרטורת החדר. בניסוי הראשון בנו תא, המבוסס על שתי תגובות

האלקטרודה הנתונות ומורכב מחצי־תא A ומחצי־תא B. לפני סגירת המעגל הכיל

חצי־תא A תמיסה של  $1 \text{ M Cr}_{(\text{aq})}^{3+}$ ,  $1 \text{ M Cr}_{(\text{aq})}^{2+}$ ,

וחצי־תא B הכיל תמיסה של  $0.01 \text{ M Cd}_{(\text{aq})}^{2+}$ .

בחצי־תא A טבלו אלקטרודת  $\text{Pt}_{(\text{s})}$ , בחצי־תא B טבלו אלקטרודת  $\text{Cd}_{(\text{s})}$ ,

וסגרו את המעגל.

א. i חשב את המתח ההפיך של התא. פרט את חישוביך.

ii נסח את התגובה הכוללת המתרחשת בתא.

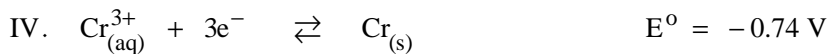
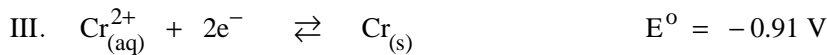
ב. כיצד אפשר להפוך את כיוון זרימת האלקטרונים בתא שנבנה בניסוי הראשון:

להגדיל את ריכוז יוני  $\text{Cd}_{(\text{aq})}^{2+}$  בחצי־תא B או להקטין את ריכוזם בו? הסבר.

בניסוי השני בנו אותו תא כמו בניסוי הראשון, אך במקום אלקטרודת  $\text{Pt}_{(\text{s})}$

טבלו בחצי־תא A אלקטרודת  $\text{Cr}_{(\text{s})}$  (מרכיבי התא האחרים לא השתנו).

לפניך שתי תגובות אלקטרודה נוספות:

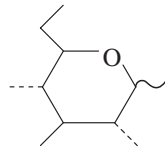


ג. מבין התגובות שיכולות להתרחש בתא בניסוי השני, נסח את התגובה הכוללת שיש

לה הנטייה הגדולה ביותר להתרחש. נמק.

ד. כתוב סכמה של תא, שבו מתרחשת רק התגובה שניסחת בסעיף ג.

## נושא רביעי – סוכרים



11. נתונה נוסחת מילס של גלוקוז:

דו-סוכר לקטוז, הנמצא בחלב, מורכב מטבעת גלוקוז (*Glc*) ומטבעת גאלקטוז (*Gal*) המחוברות בקשר גליקוזידי  $\beta(1-4)$ .

גאלקטוז הוא אפימר של גלוקוז באטום פחמן מספר 4.

א. i רשום שתי נוסחאות מקוצרות אפשריות של לקטוז.

ii האם אפשר לקבוע איזו מהנוסחאות שרשמת מתאימה ללקטוז, בעזרת

הידרוליזה חומצית וזיהוי התוצרים בכרומטוגרפיה? נמק.

iii האם אפשר לקבוע איזו מהנוסחאות שרשמת מתאימה ללקטוז, בעזרת תגובה

עם מי ברום, לאחר מכן הידרוליזה חומצית וזיהוי התוצרים בכרומטוגרפיה?

נמק.

ב. במחקר על תלת-סוכר מאלטוטריאז,  $Glc \alpha(1-4)Glc \alpha(1-4)Glc$ ,

בוצעו שלושה ניסויים:

I. מתילציה בסביבה חומצית.

II. מתילציה בסביבה בסיסית של התוצר שהתקבל בניסוי I.

III. הידרוליזה חומצית של התוצר שהתקבל בניסוי II.

i רשום את נוסחת מילס של התוצר שהתקבל בניסוי I.

ii רשום את נוסחת מילס של תוצר המתילציה בסביבה בסיסית, שהתקבל

בניסוי II.

iii רשום את נוסחת מילס של כל תוצרי ההידרוליזה שהתקבלו בניסוי III.

כדי לקבוע מבנה של חמש-סוכר, מאלטופנטוז, הפעילו עליו אנזים המפרק

קשרי  $\beta(1-4)$ . התקבלו:

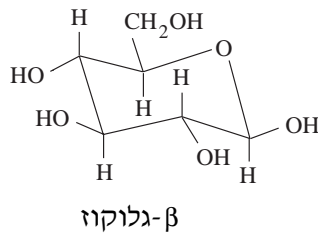
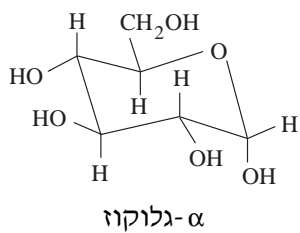
התלת-סוכר מאלטוטריאז והדו-סוכר איזומאלטוז,  $Glc \alpha(1-6)Glc$ .

ג. i רשום שתיים מהנוסחאות המקוצרות האפשריות עבור מאלטופנטוז.

ii הצע שיטה שבאמצעותה אפשר להבחין בין שני הסוכרים שאת נוסחאותיהם

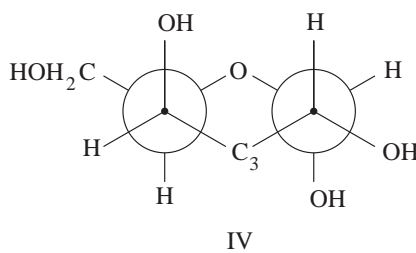
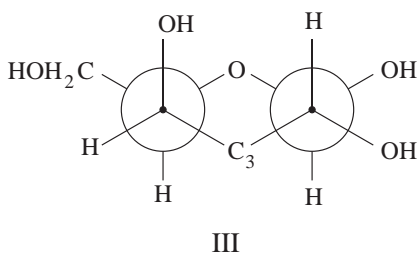
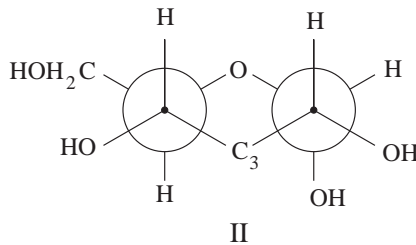
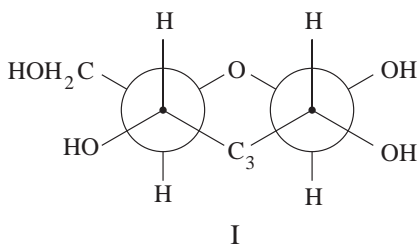
רשמת בתת-סעיף ג. i. נמק.

12. נתונות נוסחאות מבנה של  $\alpha$  ו- $\beta$  גלוקוז (Glc):



גאלקטוז (Gal) הוא אפימר של גלוקוז באטום פחמן מספר 4.

א. לפניך ארבע נוסחאות ניומן:

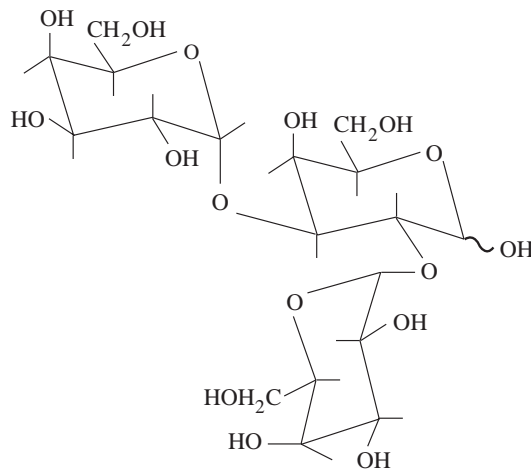


i איזו נוסחת ניומן, I, II, III או IV, מתאימה ל- $\beta$ -גאלקטוז

ואיזו מהן מתאימה ל- $\alpha$ -גאלקטוז? נמק.

ii איזה מבנה יציב יותר:  $\beta$ -גאלקטוז או  $\alpha$ -גאלקטוז? נמק.

לפניך נוסחת מבנה של תלת-סוכר שנמצא בדם מסוג B.



ב. רשום נוסחה מקוצרת לתלת-סוכר זה.

התלת-סוכר עבר הידרוליזה אנזימתית על ידי אנזים המבקע קשרים גליקוזידיים

מסוג (1-3).

ג. רשום את נוסחאות מילס לכל תוצרי ההידרוליזה האנזימתית.

ד. ביצעו דחיסה בין גלוקוז ובין אחד התוצרים של ההידרוליזה האנזימתית (סעיף ג),

שהמסה המולרית שלו היא הגדולה ביותר. נוצר קשר גליקוזידי חדש בתבנית

$\beta(1-4)$ .

רשום נוסחאות מקוצרות לשלושת התוצרים שעשויים להתקבל בתהליך הדחיסה.

ה. אחד מהתוצרים שרשמת בסעיף ד הוא סוכר A. סוכר זה עבר חמצון עם מי ברום

ולאחר מכן הידרוליזה חומצית. בין תוצרי ההידרוליזה הייתה חומצה גלוקונית

(תוצר חמצון של גלוקוז).

איזה מהתוצרים שרשמת בסעיף ד הוא סוכר A? נמק.

## נושא חמישי – חלבונים

13. נתון הטרי־פפטיד: Val-Ser-Glu.

- א. i ציין שני סוגי קשרים (כוחות) בין המולקולות של הטרי־פפטיד ב־  $\text{pH} = 2$ .  
הסבר.
- ii האם יהיה שינוי בסוגי הקשרים (הכוחות) ב־  $\text{pH} = 6$ ? הסבר.
- ב. ביצעו הידרוליזה מלאה של הטרי־פפטיד.
- i רשום נוסחת מבנה של כל אחד מתוצרי ההידרוליזה ב־  $\text{pH} = 3.2$ .
- ii ביצעו אלקטרופורזה לתוצרי ההידרוליזה. כל התוצרים נמשכו לאלקטרודה השלילית. מה עשוי להיות ה־ $\text{pH}$  שבו בוצעה האלקטרופורזה: 2, 10, 3.2?  
נמק את קביעתך.
- iii האם אפשר להפריד בין כל תוצרי ההידרוליזה על ידי אלקטרופורזה ב־  $\text{pH} = 6$ ? הסבר.
- ג. אחת מהחומצות האמיניות ב־טרי־פפטיד הוחלפה בתראונין, Thr, ולאחר ההחלפה עלתה מאוד מסיסות הטרי־פפטיד במים. איזו חומצה הוחלפה? הסבר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

הפיקו טטרה-פפטיד (פפטיד בעל 4 חומצות אמיניות) על ידי חיבור חומצה אמינית

נוספת לאחד הקצוות של הטרי-פפטיד הנתון,  $Val-Ser-Glu$ .

ערכי  $pK_a$  של החומצה הנוספת הם:  $pK_{a1} = 2.2$ ,  $pK_{a2} = 9.0$ ,  $pK_{a3} = 10.5$ .

ד. i הצע חומצה אמינית שעשויה להיות החומצה הנוספת בטטרה-פפטיד. נמק.

ii בהידרוליזה חלקית של הטטרה-פפטיד התקבלו שני דו-פפטידים.

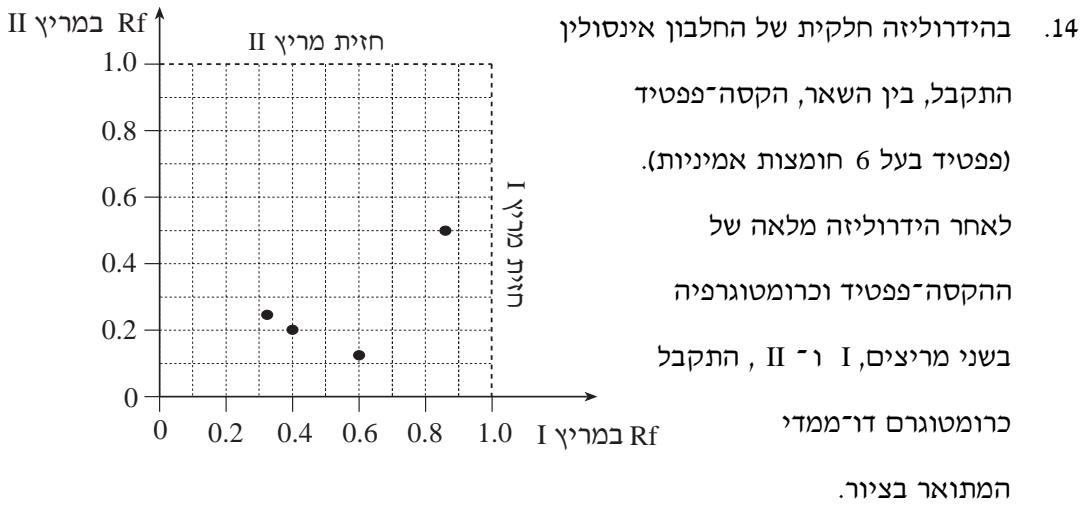
באלקטרופורזה ב-  $pH = 6$  נדד אחד הדו-פפטידים לכיוון הקוטב החיובי,

והדו-פפטיד האחר נדד לכיוון הקוטב השלילי.

הצע רצף של הטטרה-פפטיד. הסבר.

נתונים:

$pK_a R$	$pK_a \alpha - NH_3^+$	$pK_a \alpha - COOH$	החומצה
4.2	9.7	2.2	<i>Glu</i>
-	9.1	2.2	<i>Ser</i>
-	9.6	2.3	<i>Val</i>



להלן ערכי Rf של חומצות אמיניות אחדות במריצים I ו־ II:

חומצה האמינית	Rf במריץ I	Rf במריץ II
Gly	0.40	0.20
Glu	0.33	0.25
Val	0.74	0.40
Phe	0.86	0.50
Arg	0.60	0.13
Ala	0.55	0.24

א. אילו חומצות אמיניות נמצאות בהקסה־פפטיד?

כדי לקבוע את המבנה הראשוני של ההקסה־פפטיד, נערכו שלושה ניסויים, I, II, III.

I. הפעילו על ההקסה־פפטיד כמוטריפסין (מנתק קשרים פפטידיים בצד הקרבווקסילי

של חומצות אמיניות ארומטיות), והתקבלו חומצה אמינית בודדת ופנטה־פפטיד

(פפטיד בעל 5 חומצות אמיניות).

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

II. הפעילו על ההקסה-פפטיד טריפסין (מנתק קשרים פפטידיים בצד הקרבוקסילי של חומצות אמיניות בסיסיות), והתקבלו שני טרי-פפטידים (פפטידים בעלי 3 חומצות אמיניות).

III. בתגובה של כל אחד מהטרי-פפטידים עם DNFB (תרכובת הנקשרת לקצה האמיני) ואחריה הידרוליזה מלאה, התקבל DNB-Gly.

ב. על פי תוצאות הניסויים I, II, III, קבע עבור אילו חומצות ידוע מיקומן ברצף של ההקסה-פפטיד. ציין את מיקומן. הסבר.

באלקטרופורזה של שני הטרי-פפטידים שהתקבלו בניסוי II, נמצא כי שניהם כמעט שאינם נודדים בשדה חשמלי ב- pH = 6.

ג. הצע שתי אפשרויות לרצף החומצות האמיניות בהקסה-פפטיד. הסבר.

באלקטרופורזה ב- pH = 2 של שני הטרי-פפטידים שהתקבלו בניסוי II, נדדו שניהם לאותו כיוון.

ד. i לכיוון איזו אלקטרודה נדדו שני הטרי-פפטידים ב- pH = 2: לכיוון

האלקטרודה החיובית או לכיוון האלקטרודה השלילית? נמק.

ii האם שני הטרי-פפטידים נדדו לאותו מרחק? נמק.

נתונים:

pKa R	pKa $\alpha - \text{NH}_3^+$	pKa $\alpha - \text{COOH}$	החומצה
-	9.6	2.3	Gly
4.2	9.7	2.2	Glu
-	9.6	2.3	Val
-	9.1	1.8	Phe
12.5	9.0	2.2	Arg
-	9.7	2.3	Ala

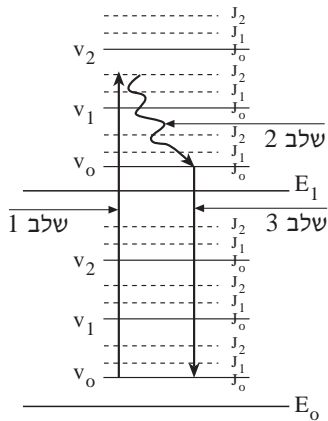
pKa של קצה N בפפטיד: ~ 8

pKa של קצה C בפפטיד: ~ 3.6

## נושא שישי – קרינה וחומר

שם לב: נוסחאות ונתונים לשאלות 15-16 נמצאים בעמודים 31-32.

15. השאלה עוסקת ברמות אנרגיה מולקולריות ובתהליכים מורכבים.



א. לפניך ציור סכמתי של מערכת רמות אנרגיה

עבור מולקולה דו-אטומית של חומר

פלאורסצנטי בתמיסה. (לשם פשוטות מוצגת

רק מערכת אחת של רמות רוטציה).

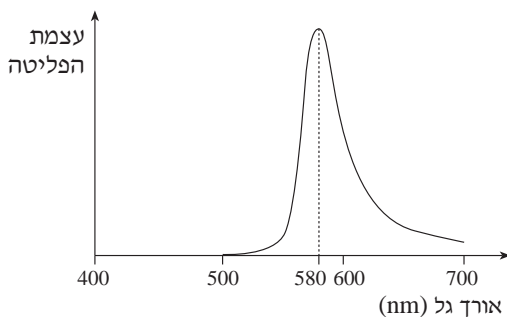
בציור מוצג תהליך מורכב המתבצע

בשלושה שלבים.

i מהו התהליך המתרחש בשלב 1? הסבר.

ii מהו התהליך המתרחש בשלב 2? הסבר.

iii מהו התהליך המתרחש בשלב 3? הסבר.



ב. לפניך ספקטרום פליטה

בתחום האור הנראה של

תמיסה מימית של רודאמין B,

שהוא חומר פלאורסצנטי.

i האם יש קשר בין עצמת הפליטה של התמיסה ובין ריכוז הרודאמין B שבה?

נמק.

ii באיזה אורך גל בספקטרום ה**בליעה** של התמיסה תופיע בליעה בעצמה מרבית:

באורך גל ארוך מ-580 nm, קצר מ-580 nm או שווה ל-580 nm? נמק.

- ג. מפעלי תעשייה גורמים לעתים לזיהום אוויר. כיצד אפשר לזהות מזהמי אוויר פלואורסצנטיים בעשן הנפלט מארובות המפעלים? הסבר את עקרון הבדיקה.
- ד. מקלון אור (Light Stick), המאיר בצבע אדום, מכיל שני חומרים המופרדים זה מזה על ידי מחיצה. שבירת המחיצה גורמת לחומרים אלה להתערבב ולהגיב. בין תוצרי התגובה יש חומר הפולט אור אדום.
- מה גרם לחומר זה לפלוט אור? הסבר.

16. השאלה עוסקת באינטראקציה שבין קרינה אלקטרומגנטית לבין אטומים ומולקולות.

א. נתונים ערכים של אנרגיות מעבר באטום מסוים:

$$E_{3 \rightarrow 2} = 1.8 \text{ eV} \quad E_{2 \rightarrow 1} = 2.1 \text{ eV} \quad E_{1 \rightarrow 0} = 4.9 \text{ eV}$$

i סרטט דיאגרמה של רמות אנרגיה עבור אטום זה. ציין בדיאגרמה את האנרגיה של כל רמה ב־ eV.

ii על פי הדיאגרמה שציירת, חשב את אורכי הגל (ב־ nm) שיופיעו בספקטרום הבליעה של אטומים אלה. הנח שכל האטומים נמצאים במצב היסוד שלהם לפני בדיקת הספקטרום.

iii סרטט ספקטרום בליעה מקורב של אטומים אלה.

iv כמה קווים יש בספקטרום הפליטה של אטומים אלה בהשוואה לספקטרום הבליעה שלהם: יותר קווים, פחות קווים או מספר שווה של קווים? הסבר.

ב. אורך הגל המקסימלי של הקרינה שתגרום לפירוק הקשר  $N \equiv N$

במולקולת חנקן,  $N_2$ , הוא 127 nm .

i כאשר הקרינו את המולקולות של  $N_{2(g)}$  באור סגול בעצמה נמוכה, המולקולות לא התפרקו.

האם המולקולות של  $N_{2(g)}$  יתפרקו, כאשר יכפילו את עצמת האור הסגול? הסבר.

ii אורך הגל המקסימלי של הקרינה שתגרום לפירוק הקשר  $P \equiv P$

במולקולת זרחן גזי,  $P_2$ , הוא 229 nm .

איזה קשר חזק יותר  $N \equiv N$  או  $P \equiv P$ ? הסבר בלי לחשב.

ג. האם אפשר להבחין בין ספקטרום הבליעה של גוף סגול אטום ובין ספקטרום הבליעה של תמיסה סגולה שקופה? נמק.

## ב ה צ ל ח ה !

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

## נוסחאות ונתונים לשאלות 15-16

### קרינה אלקטרומגנטית:

$$E = h\nu \quad \text{אנרגיה של פוטון:}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad E(\text{eV}) = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$$

$$c = \lambda\nu$$

### קבועים:

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Joule} \cdot \text{sec} \quad h = 6.63 \times 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec} \quad \text{קבוע פלאנק:}$$

$$c = 3.0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}} \quad c = 3.0 \times 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}} \quad \text{מהירות האור:}$$

$$N_o = 6.02 \times 10^{23} \frac{\text{חלקיקים}}{\text{מול}} \quad \text{מספר אבוגדרו:}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} \quad \text{יחידות:}$$

$$1 \text{ micron} = 1000 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ m}$$

### טבלת הצבעים

צבע	אורך גל, $\lambda$ (nm)	תדירות, $\nu$ (Hz)
סגול	455 - 390	$7.96 - 6.59 \times 10^{14}$
כחול	492 - 455	$6.59 - 6.10 \times 10^{14}$
ירוק	577 - 492	$6.10 - 5.20 \times 10^{14}$
צהוב	597 - 577	$5.20 - 5.03 \times 10^{14}$
כתום	622 - 597	$5.03 - 4.82 \times 10^{14}$
אדום	780 - 622	$4.82 - 3.84 \times 10^{14}$

### סיבוב (רוטציה):

$$\mu = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \quad \text{מסה מצומצמת של מולקולה דו-אטומית:}$$

$$I = \mu R^2 \quad \text{מומנט התמד של מולקולה דו-אטומית:}$$

$$B = \frac{k}{I} \quad k = 5.57 \times 10^{-55} \text{ erg} \cdot \text{gr} \cdot \text{cm}^2 \quad \text{קבוע רוטציה:}$$

$$E_J = BJ(J+1) \quad \text{אנרגיה רוטציונית:}$$

### תנודה (ויברציה):

$$E_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) h\nu \quad \text{אנרגיה ויברציונית:}$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{\mu}} \quad (K - \text{קבוע אופייני לקשר}) \quad \text{תדירות תנודה אופיינית:}$$

### מספרי גל של בליעות אופייניות בתחום האינפרא-אדום

סוג התנודה	הקשר	מספר הגל ( $\text{cm}^{-1}$ )
מתיחה	C – C	1150 - 1250
מתיחה	C = C	1600 - 1670
מתיחה	C ≡ C	2100 - 2260
מתיחה	O – H	3300 - 3680
מתיחה	C = O	1650 - 1800
מתיחה	C – O	1070 - 1150
מתיחה	C – H	2800 - 3000
כיפוף	C – H	790 - 990
מתיחה	C – N	1020 - 1220
כיפוף	N – H	1580 - 1650
מתיחה (שני קווים)	N – H	3340 - 3500