

מדינת ישראל  
משרד החינוך

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016  
מספר השאלון: 162,037201  
נספח: נוסחאות ונתונים בכימיה

## 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 מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
- 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).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמוחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

פרק ראשון (25 נקודות)

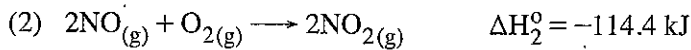
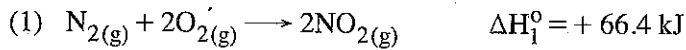
### נושא חובה – אנרגיה ודינמיקה 1

ענה על אחת מהשאלות 1-2.

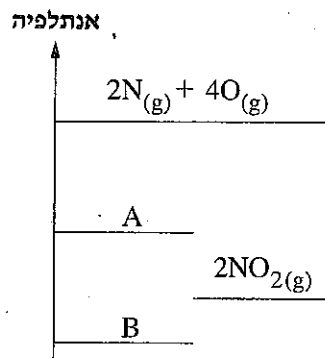
**שם לב:** הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

1. השאלה עוסקת בתגובות שמעורבות בהן תחמוצות חנקן.

נתונות שתי תגובות (1)-(2):



בתרשים שלפניך מוצג שינוי האנתלפיה התקינית בתגובות (1)-(2) במהלך ניתוק קשרים במולקולות המגיבים, ובמהלך יצירת קשרים במולקולות התוצרים.



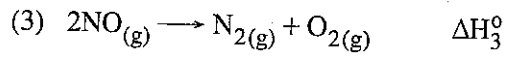
א. i קבע אם ניתוק הקשרים במולקולות המגיבים הוא תהליך אקסותרמי או תהליך אנדותרמי. נמק.

ii נסח את תהליך ניתוק הקשרים במולקולות המגיבים בכל אחת מהתגובות (1)-(2).

iii העתק את התרשים למחברתך, ורשום על כל אחד מהקווים המסומנים באותיות A ו-B את הנוסחאות של המגיבים המתאימים. נמק.

/המשך בעמוד 3/

ב. נתונה תגובה (3):



חשב את ערכו של  $\Delta H_3^\circ$ . פרט את חישוביך.

ג. i קבע אם תגובה (1) היא ספונטנית בתנאי תקן בטמפרטורה 298 K. נמק ללא חישובים.

ii שינוי האנטרופיה התקנית בתגובה (3) הוא  $\Delta S_{\text{מערכת}}^\circ = -24.6 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ .

קבע אם תגובה (3) היא ספונטנית בתנאי תקן בטמפרטורה 298 K. פרט את חישוביך, ונמק.

ד. הגזים הנפלטים ממנוע המכונית עוברים, בדרכם החוצה, דרך התקן הנקרא ממיר קטליטי.

תפקידו של הממיר לצמצם פליטה לאוויר של גזים מזהמים, כגון התחמוצת  $\text{NO}_{(g)}$

הנוצרת במנוע המכונית. במעבר הגזים דרך הממיר מתרחשת תגובה (3) על פני

פלטינה,  $\text{Pt}_{(s)}$ , המשמשת זרו. תוצרי תגובה (3) נפלטים עם שאר הגזים לאוויר.

i לפניך שני היגדים a, b. קבע איזה היגד, a או b, הוא נכון.

הסבר מדוע פסלת את ההיגד האחר.

a השינוי באנתלפיה של תגובה (3), המתרחשת על פני  $\text{Pt}_{(s)}$ , קטן

מהשינוי באנתלפיה של תגובה (3), המתרחשת ללא  $\text{Pt}_{(s)}$ .

b אנרגיית השפעול של תגובה (3), המתרחשת על פני  $\text{Pt}_{(s)}$ , נמוכה

מאנרגיית השפעול של תגובה (3), המתרחשת ללא  $\text{Pt}_{(s)}$ .

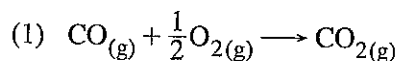
ii קבע אם תגובה (3) יכולה להגיע למצב שיווי-משקל בממיר הקטליטי בזמן

פעולת המנוע. נמק.

/המשך בעמוד 4/

2. פחמן חד-חמצני,  $\text{CO}_{(g)}$ , הוא גז רעיל, חסר ריח וצבע.  $\text{CO}_{(g)}$  נוצר, בין היתר, בתהליך השרפה של גז בישול. כדי למנוע הרעלה מגז  $\text{CO}_{(g)}$  מתקינים במעבדות ובבתים גלאים שמתריעים על נוכחותו.

בגלאי מתרחשת תגובה (1):



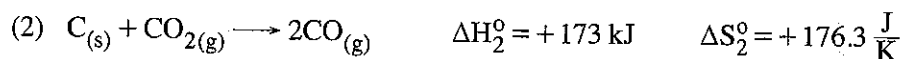
בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנטרופיה מולרית תקינה,  $S^\circ$ , של המגיבים ושל התוצר בתגובה (1).

החומר	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CO}_{(g)}$	$\text{O}_{2(g)}$
אנטרופיה מולרית תקינה, $S^\circ$ $\left(\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}\right)$	213.6	197.9	205.0

א. i חשב את השינוי באנטרופיה של המערכת, מערכת  $\Delta S^\circ$ , עבור תגובה (1).  
פרט את חישוביך.

ii תגובה (1) היא תגובה ספונטנית בתנאי תקן, בטמפרטורה 298 K.  
קבע אם תגובה (1) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמק.

בתעשייה מייצרים  $\text{CO}_{(g)}$  על פי תגובה (2) לשימושים שונים:



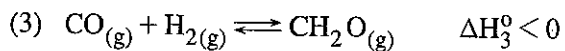
ב. i הסבר מדוע  $\Delta S_2^\circ > 0$ .

ii קבע אם תגובה (2) היא תגובה ספונטנית בתנאי תקן, ב- 298 K.

פרט את חישוביך, ונמק.

/המשך בעמוד 5/

הגז  $\text{CO}_{(g)}$  משמש, בין היתר, לייצור מתאנאל,  $\text{CH}_2\text{O}_{(g)}$ , שהוא חומר גלם לייצור מוצרי פלסטיק. מתאנאל נוצר על פי תגובה (3):



- ג. i רשום את הביטוי של קבוע שיווי המשקל,  $K_c$ , עבור תגובה (3).  
 ii עבור תגובה (3), הערך של קבוע שיווי המשקל ב-  $298 \text{ K}$  הוא  $K_c = 4.1 \cdot 10^{-4}$ .  
 לכלי סגור, שנפחו  $1 \text{ ליטר}$ , הכניסו  $0.01 \text{ מול } \text{CO}_{(g)}$ ,  $0.01 \text{ מול } \text{H}_2(g)$ ,  
 ו-  $0.008 \text{ מול } \text{CH}_2\text{O}_{(g)}$ .  
 קבע אם קצב התגובה הישירה, עד ההגעה למצב שיווי משקל, גדול מקצב התגובה  
 ההפוכה או קטן ממנו. נמק.

- ד. לפניך שני ההיגדים i-ii הנוגעים לתגובה (3), המתרחשת בכלי סגור.  
 קבע עבור כל אחד מהם אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.  
 i במצב שיווי משקל סך כל המולקולות במערכת הוא קבוע.  
 ii הערך של  $K_c$  ב-  $1000 \text{ K}$  יהיה גדול מ-  $4.1 \cdot 10^{-4}$ .

/המשך בעמוד 6/

**פרק שני (75 נקודות)**

בפרק זה שבעה נושאים (שאלות 3-16). עליך לענות על שלוש שאלות (לכל שאלה – 25 נקודות).  
רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה את הנושאים שענית עליהם בפרק זה.

**נושא ראשון – ברום ותרכובותיו**

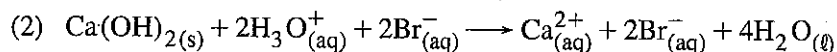
**שים לב:** הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

3. השאלה עוסקת בייצור תמיסת סידן ברומי,  $\text{CaBr}_{2(aq)}$ , במפעל "תרכובות ברום" ברמת חובב. קיימות שתי שיטות לייצור של תמיסת  $\text{CaBr}_{2(aq)}$ , ובשתיהן אחד מחומרי הגלם הוא תמיסה של חומצת מימן ברומי,  $\text{HBr}_{(aq)}$ .

בשיטה הראשונה תמיסת  $\text{HBr}_{(aq)}$  מגיבה עם אבן גיר,  $\text{CaCO}_{3(s)}$ , על פי תגובה (1):



בשיטה השנייה תמיסת  $\text{HBr}_{(aq)}$  מגיבה עם סידן הידרוקסידי,  $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ , על פי תגובה (2):



- א. i הייצור של תמיסת  $\text{CaBr}_{2(aq)}$  בשיטה הראשונה זול יותר. הסבר מדוע.  
ii מדוע משתמשים בשתי השיטות בתמיסת  $\text{HBr}_{(aq)}$  ולא בגז מימן ברומי,  $\text{HBr}_{(g)}$ ?  
רשום סיבה אחת.

ב. החיסרון העיקרי של השיטה הראשונה הוא היווצרות הגז  $\text{CO}_{2(g)}$ .

i ציין סיבה אחת לכך שהיווצרות  $\text{CO}_{2(g)}$  היא חיסרון.

ii כיצד מתגברים במפעל על חיסרון זה?

/המשך בעמוד 7/

ג. בתהליך הייצור לפי השיטה הראשונה, אחוז ההמרה הוא 100%, ואחוז הניצולת הוא 95%.

i הסבר מדוע אחוז ההמרה בתהליך זה הוא 100%.

ii למתקן התגובה, שהכיל כמות מתאימה של  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ , הוסיפו 20,000 ליטר

תמיסת  $\text{HBr}(\text{aq})$  בריכוז 5.47 M. המגיבים הגיבו בשלמות.

חשב את הריכוז של תמיסת  $\text{CaBr}_2(\text{aq})$  שהתקבלה. פרט את חישוביך.

הנח שנפח התמיסה לא השתנה במהלך התגובה.

ד. הייצור של תמיסת  $\text{CaBr}_2(\text{aq})$  לפי השיטה השנייה, נעשה בשלושה שלבים עיקריים I-III:

I ייצור תמיסת  $\text{CaBr}_2(\text{aq})$  על פי תגובה (2).

II סינון התמיסה המתקבלת בשלב I.

III אידוי של חלק מהמים מהתמיסה כדי לקבל תמיסה מרוכזת יותר, בהתאם לדרישות השיווק.

צייר תרשים של התהליך, המכיל את שלושת השלבים.

ציין בתרשים את הנוסחאות של החומרים הנכנסים לכל מתקן, ושל החומרים היוצאים ממנו.

סמן בחצים את כיוון הזרימה של כל אחד מן החומרים.

ה. שיטה נוספת לקבלת תמיסת  $\text{CaBr}_2(\text{aq})$  מרוכזת היא הוספת המוצק  $\text{CaBr}_2(\text{s})$

לתמיסה מהולה.

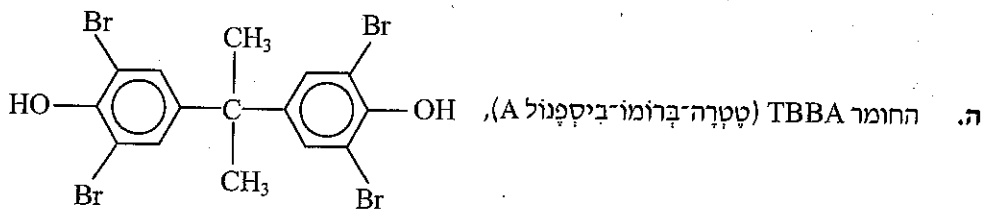
ציין יתרון אחד לשיטה זו לעומת אידוי מים מתמיסה מהולה.

/המשך בעמוד 8/

4. השאלה עוסקת בשימושים של תרכובות ברום.
- א. כיום משנעים ברום,  $\text{Br}_2(\ell)$ , אך בזמן מלחמת העולם השנייה הובילו סידן ברומי,  $\text{CaBr}_2(\text{s})$ , באוניות לארץ היעד, ורק שם הפיקו ממנו  $\text{Br}_2(\ell)$ .
- i ציין יתרון אחד וחסרון אחד לשינוע  $\text{CaBr}_2(\text{s})$  שימש מקור ל-  $\text{Br}_2(\ell)$ .
- ii תאר באיזה אופן ובאילו מקלים משנעים את הברום כיום.
- ב. בקידוחי נפט משתמשים בתמיסות המכילות  $\text{CaBr}_2$  וגם מלחים נוספים, כמו  $\text{ZnBr}_2$  ו-  $\text{NaBr}$ .
- קבע אם ההיגד שלפניך הוא נכון או לא נכון. נמק.
- הרכב התמיסות נקבע, בין היתר, על פי הטמפרטורה השוררת באזור הקידוח.
- ג. תמיסות מימיות של נתרן תת-כלוריתי,  $\text{NaClO}(\text{aq})$ , משמשות לחיטוי מים בברכות שחייה. כאשר מוסיפים  $\text{NaBr}(\text{s})$  לתמיסת  $\text{NaClO}(\text{aq})$  מתרחשות התגובות (1) ו- (2):
- (1)  $\text{Br}^-(\text{aq}) + \text{ClO}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BrO}^-(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
- (2)  $\text{BrO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{HOBr}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- הוספת  $\text{NaBr}(\text{s})$  לתמיסת  $\text{NaClO}(\text{aq})$  מגבירה את כושר החיטוי של התמיסה. הסבר עובדה זו.
- ד. אמוניום ברומי,  $\text{NH}_4\text{Br}(\text{s})$ , משמש מעכב בערה מוסף, בעיקר למוצרי עץ ונייר.
- i הסבר מדוע  $\text{NH}_4\text{Br}(\text{s})$  יכול לשמש מעכב בערה.
- ii הסבר מדוע  $\text{NaBr}(\text{s})$  אינו יכול לשמש מעכב בערה.

/המשך בעמוד 9/





יכול לשמש מעכב בערה למוצרים פלסטיים העשויים מפולימרים.

i. לפניך שלושה היגדים, c-a.

קבע אילו מן ההיגדים מתייחסים ליכולת של TBBA לשמש מעכב בערה מוסף.

a במולקולה של TBBA יש ארבעה אטומי ברום.

b במולקולה של TBBA יש שתי קבוצות -OH.

c במוצר פלסטי בין המולקולות של TBBA ובין המולקולות של הפולימר נוצרים

כוחות משיכה.

ii TBBA יכול לשמש גם מעכב בערה פעיל. הסבר מדוע.

/המשך בעמוד 10/

**נושא שני – פולימרים**

5. בטבלה שלפניך מוצגים קטעים מייצגים של פולימרים אחדים, שבהם נעשה שימוש  
בניתוחים רפואיים.

שימושים בניתוחים רפואיים	קטע מייצג של פולימר	שם הפולימר
חוטים לתפרים חיצוניים בניתוחים. חוטים אלה מוצאים מהגוף לאחר כשבועיים.	$\text{---N---(CH}_2\text{)}_5\text{---C(=O)---N---(CH}_2\text{)}_5\text{---C(=O)---N---(CH}_2\text{)}_5\text{---C(=O)---}$	(1) ניילון 6
חוטים לתפרים פנימיים בניתוחים. חוטים אלה מתפרקים בגוף לאחר כמה שבועות.	$\text{---ABAAABBAAABBBABAA---}$ $\text{---O---CH}_2\text{---C(=O)---}$ <p style="text-align: center;">B</p> $\text{---O---CH---C(=O)---}$ <p style="text-align: center;">  CH<sub>3</sub> A</p>	(2) קופולימר אקראי של פולי-חומצה לקטית ופולי-חומצה גליקולית
דבק רפואי לניתוחים במקום תפרים חיצוניים.	$\text{---CH}_2\text{---C(CN)(C(=O)OCH(CH}_3\text{)(CH}_2\text{)}_5\text{CH}_3\text{)---CH}_2\text{---C(CN)(C(=O)OCH(CH}_3\text{)(CH}_2\text{)}_5\text{CH}_3\text{)---CH}_2\text{---C(CN)(C(=O)OCH(CH}_3\text{)(CH}_2\text{)}_5\text{CH}_3\text{)---}$	(3) 2-אוקטיל-2-ציאנואקרילט
תיקון עצמות – מילוי חלקים חסרים בעצמות.	$\text{---CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)(C(=O)O(CH}_2\text{)}_2\text{OH)---CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)(C(=O)O(CH}_2\text{)}_2\text{OH)---CH}_2\text{---C(CH}_3\text{)(C(=O)O(CH}_2\text{)}_2\text{OH)---}$	(4) פולי-הידרוקסי-אתיל-מתאקרילט

i. א. קבע באיזו שיטה – דחיסה או סיפוח – הוכן כל אחד מהפולימרים (1)-(4).

ii. רשום את נוסחאות המבנה של המונומרים עבור שני הפולימרים (1) ו- (4) בלבד.

/המשך בעמוד 11/

- ב.** הקופולימר האקראי (2) מורכב מיחידות A ומיחידות B.  
 במעבדה הכינו שתי דגימות של קופולימר (2) באותם התנאים.  
 לשתי הדגימות הייתה אותה דרגת פלמור.  
 בדגימה I היו יותר יחידות A מאשר יחידות B.  
 בדגימה II היו יותר יחידות B מאשר יחידות A.
- i הכוחות הבין מולקולריים בקופולימר שבדגימה II חזקים מהכוחות הבין מולקולריים בקופולימר שבדגימה I. הסבר עובדה זו.
- ii קבע אם אחוז הגבישיות של הקופולימר שבדגימה II גבוה מאחוז הגבישיות של הקופולימר שבדגימה I, נמוך ממנו או שווה לו.
- ג.** i במהלך הניתוח תופרים חתכים פנימיים בגוף, בחוטים העשויים מקופולימר (2).  
 חוטים אלה מתפרקים בגוף במשך כמה שבועות בתהליך הידרוליזה, באמצעות נוזלי הגוף (שרובם מים).
- ii רשום נוסחאות מבנה של התוצרים המתקבלים בהידרוליזה מלאה של קופולימר (2).  
 גם פולימר (4) יכול לעבור הידרוליזה באמצעות נוזלי הגוף, אך ההידרוליזה לא פוגעת בדרגת הפלמור של הפולימר. הסבר עובדה זו.
- ד.** פולימר (3) מתקבל מהמונומר בעת ההדבקה של פצע הניתוח.
- i רשום את נוסחת המבנה של המונומר.
- ii בתנאים מתאימים, פולימר (3) מתפרק בהידרוליזה.  
 לפניך נוסחאות של שלושה חומרים, III-I:
- |  |  |  |
|--|--|--|
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OH}$ | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\begin{array}{c} \text{CHOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\begin{array}{c} \text{CHCOOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ |
| <b>I</b>   | <b>II</b>  | <b>III</b>   |
- קבע איזה מבין החומרים III-I הוא אחד מתוצרי ההידרוליזה של פולימר (3).

6. השאלה עוסקת בפולימרים המכילים קבוצה סולפונית,  $\text{SO}_3^-$ , בקבוצות הצדדיות. בטבלה שלפניך מוצגים קטעים של שלושה פולימרים (1)-(3) וערכים של הטמפרטורה הזגוגית,  $T_g$ .

מספר הפולימר	נוסחת המבנה לקטע של הפולימר	הטמפרטורה הזגוגית $T_g$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
(1)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{CF}_2 \\   \\ \text{CF}_2 \\   \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	100
(2)	$\begin{array}{c} \text{---CF}_2\text{---CF---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---CF}_2\text{---} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{CF}_2 \\   \\ \text{CF---CF}_3 \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{CF}_2 \\   \\ \text{CF}_2 \\   \\ \text{SO}_3^- \end{array}$	140
(3)	$\begin{array}{c} \text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---} \\   \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{C}_6\text{H}_4 \\   \quad \quad   \quad \quad   \\ \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \quad \text{SO}_3^- \end{array}$	152

- א. i קבע עבור כל אחד מן הפולימרים (1) ו-(3) אם הוא נוצר בפלמור של מונומר אחד או בפלמור של שני מונומרים.
- ii רשום נוסחאות מבנה למונומרים שמהם נוצרו שני הפולימרים (1) 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. גזים, המשמשים להרדמת חולים בניתוחים, יכולים להכיל מים. פולימר (2) משמש לספיגת המים מגזים אלה. הסבר מדוע פולימר (2) סופג מים.

/המשך בעמוד 13/

- ד. במעבדה הכינו שתי דגימות I ו- II, של פולימר (3), מכמויות שוות של מונומר. להכנת דגימה I השתמשו ב- 1 גרם יזם, ולהכנת דגימה II השתמשו ב- 5 גרם יזם. קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i-ii אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.
- i היחידה החוזרת של הפולימר בדגימה I קצרה מהיחידה החוזרת של הפולימר בדגימה II.
- ii דרגת הפילמור הממוצעת של הפולימר בדגימה I גדולה מדרגת הפילמור הממוצעת של הפולימר בדגימה II.
- ה. פולימר (3) אינו מתאים לייצור סיבים. הסבר מדוע.

/המשך בעמוד 14/

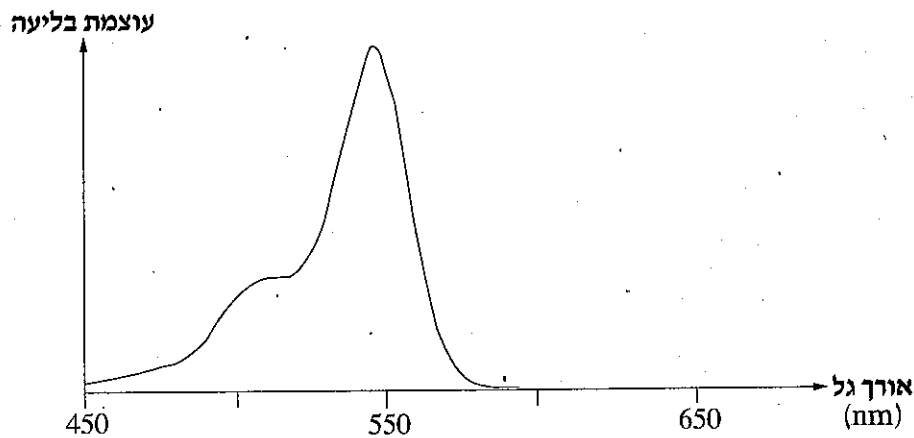
### נושא שלישי – כימיה פיזיקלית – מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

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

7. טיפול פוטודינמי באמצעות אור בתחום הנראה מאפשר להרוס גידולים סרטניים מסוימים, בלי ניתוח ובלי תופעות לוואי.

א. i בשלב הראשון של הטיפול מזריקים לאזור הגידול הסרטני תרכובת פחמן צבעונית (צבען) שהמולקולות שלה נקלטות בעיקר בתאים הסרטניים. ציין שני מאפייני מבנה של מולקולות הצבען.

ii לפניך ספקטרום הבליעה של צבען שמשמש בו בטיפולים מסוג זה. על פי ספקטרום הבליעה, קבע מהו הצבע של צבען זה. נמק.



ב. בשלב השני של הטיפול מאירים את התאים הסרטניים, שקלטו את מולקולות הצבען, בקרינה באורך גל מתאים. מולקולות הצבען בולעות את הקרינה ועוברות עירור אלקטרוני. באיזה אורך גל, 543 nm או 650 nm, יש להאיר את מולקולות הצבען כדי לגרום לעירור אלקטרוני שלהן? נמק.

- ג. הקרינה הנפלסת ממולקולות הצבען המעוררות נבלעת על ידי מולקולות החמצן,  $O_2$ , הנמצאות ברקמות. מולקולות חמצן אלה עוברות עירור. מולקולות החמצן המעוררות פועלות כמחמצן חזק, ולכן הן הורסות את רקמות הגידול הסרטני שבסביבתן.
- i רשום את היערכות האלקטרוניים במולקולת החמצן במצב אלקטרוני יסודי.  
ii ציין את אורביטלי ה- HOMO וה- LUMO בהיערכות האלקטרוניים במולקולת חמצן במצב אלקטרוני יסודי.
- ד. i האנרגיה הדרושה לעירור מולקולה אחת של חמצן היא  $J \cdot 10^{-19} \cdot 1.566$ .  
חשב את אורך הגל של הקרינה המתאימה לעירור של מולקולת חמצן.  
פרט את חישוביך.
- ii קבע אם הקרינה באורך הגל שחישבת בתת-סעיף ד i היא בתחום האולטרה סגול, בתחום הנראה או בתחום האינפרא אדום.
- ה. קבע עבור כל אחד משלושת ההיגדים e-a שלפניך אם הוא נכון או לא נכון.
- a סדר הקשר במולקולת חמצן במצב אלקטרוני יסודי הוא 1.  
b מולקולות החמצן בולעות קרינה בתחום הנראה.  
c בעת בליעת הקרינה בתחום הנראה, אלקטרוניים במולקולות הצבען עוברים מאורביטל ה- HOMO לאורביטל בעל אנרגיה גבוהה יותר.

8. השאלה עוסקת בקרינה הנפלטת מנורות שונות.

א. נורות כספית שימשו בעבר בפנסי רחוב.

שני הקווים העיקריים בספקטרום הפליטה של נורת כספית בתחום הנראה הם באורכי גל:

466 nm ו- 546 nm.

i קבע עבור כל אחד מאורכי הגל בספקטרום הפליטה מהו צבע האור הנראה לעין.

ii חשב את אנרגיית הפוטון המתאימה לכל אחד משני אורכי הגל הנתונים.

פרט את חישוביך.

ב. יש שלטי פרסומת מאירים שהם נורות שבהן אטומי ניאון מעוררים.

שתיים מהתדרויות העיקריות של הקרינה הנפלטת משלט ניאון מאיר הן:

$4.83 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  ,  $4.27 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .

i באיזה צבע נראה לעין שלט ניאון מאיר: אדום או כחול? פרט את חישוביך ונמק.

ii רשום את היערכות האלקטרונים באטום ניאון במצב אלקטרוני יסודי.

iii רשום אפשרות אחת להיערכות האלקטרונים באטום ניאון במצב אלקטרוני מעורר.

ג. נורות חסכוניות מסוימות, הפולטות אור לבן, מיוצרות על ידי חיבור שלושה סוגים שונים של

דיודות פולטות אור (LED).

בטבלה שלפניך נתונים אורכי הגל של הקרינה שנפלטת מחמש דיודות פולטות אור.

מספר הדיודה הפולטת אור	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
אורך גל (nm)	390	480	500	650	810

i בחר מהטבלה שלוש דיודות פולטות אור שמחיבורן תתקבל נורה המאירה באור לבן.

נמק את בחירתך.

ii לפניך שני היגדים a, b. קבע איזה היגד, a או b, הוא נכון.

הסבר מדוע פסלת את ההיגד האחר.

a בדיודות פולטות אור מתרחש בעת פעולתן מעבר אלקטרוניים מפס ההולכה

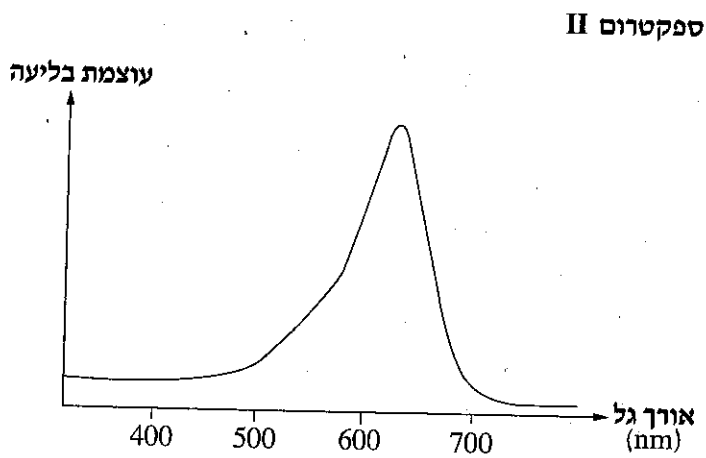
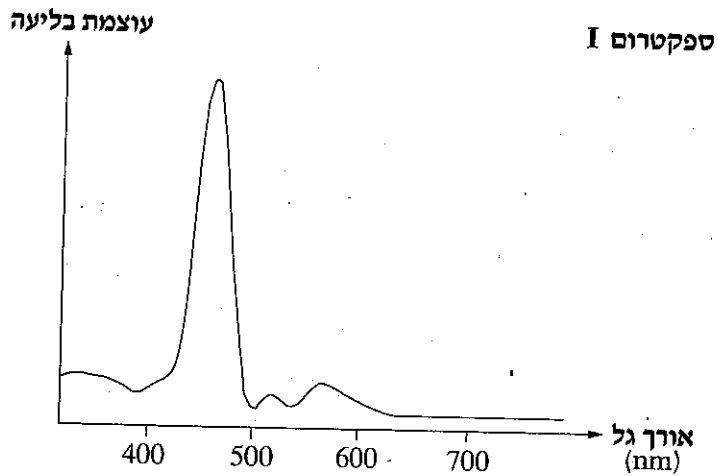
לפס הערכיות.

b בדיודה (5) פער האנרגיה בין פס ההולכה לפס הערכיות הוא הגדול ביותר.

/המשך בעמוד 17/



7. בתנאים מתאימים אפשר לשמר מזון בלי חומרים משמרים, על ידי הקרנתו באור הנפלט מ-LED כחול. האור נבלע על ידי פורפירינים, שהם תרכובות הנמצאות בתאי החיידקים. בליעת האור גורמת לשרשרת תגובות שבעקבותיהן נהרסים תאי החיידקים שבמזון. לפניך שני ספקטרה:



של

- i קבע איזה משני הספקטרה הוא ספקטרום הבליעה של פורפירין. נמק.
- ii האם אפשר להשתמש ב-LED אדום לשימור מזון? נמק.

/המשך בעמוד 18/

**נושא רביעי – כימיה אורגנית מתקדמת**

9. השאלה עוסקת בתגובות של 2-כלורופרופאן,  $\text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ , עם נוקלאופילים שונים.

לכל אחד מארבעה כלים (1)-(4) הכניסו תמיסה של 2-כלורופרופאן בממס מתאים. הכלים מצויים באותה טמפרטורה.

לכל אחד מהכלים הוסיפו תמיסה של נוקלאופיל, והתרחשה תגובה.

בטבלה שלפניך מוצג מידע על הממס, על הנוקלאופיל שהוסיפו לכל כלי ועל תוצרי התגובות.

הכלי	הממס	נוסחת הנוקלאופיל	תוצר/תוצרי התגובה*
(1)	מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{CH}_3\text{O}^-$	A ו- B
(2)	מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{OH}^-$	A בלבד
(3)	t-בוטאנול, $(\text{CH}_3)_3\text{COH}_{(l)}$	$(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$	?
(4)	מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{Br}^-$	C בלבד

\* A, B, C הן אותיות המייצגות תרכובות שונות.

- א. i טמפרטורת הרתיחה של תוצר A נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של תוצר B.  
 רשום נוסחאות מבנה לשני התוצרים, A ו- B, בתגובה שהתרחשה בכלי (1).  
 ii ציין באיזה מנגנון התקבל כל אחד משני התוצרים בכלי (1).

- ב. i בממס מתאנול, יוני  $\text{OH}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$  הם בסיס חזק מיוני  $\text{CH}_3\text{O}^-_{(\text{CH}_3\text{OH})}$ .  
 הסבר כיצד אפשר להסיק זאת לפי המידע על התגובות בכלים (1) ו- (2).  
 ii רשום את המנגנון של התגובה שהתרחשה בכלי (2).

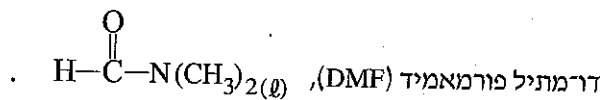
- ג. לפניך שני היגדים i-ii. קבע עבור כל היגד אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.
- i העלאת הטמפרטורה בכלי (1) גורמת להגדלת האחוז של תוצר A בתערובת התגובה.
- ii הגדלת הריכוז של יוני  $\text{OH}^-$  ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) בכלי (2) גורמת להגדלת קצב התגובה.
- ד. רשום את נוסחת המבנה לתוצר / לתוצרים של התגובה שהתרחשה בכלי (3).
- i. ה. נסח את התגובה שהתרחשה בכלי (4).
- ii הסבר מדוע בכלי (4) לא התקבל תוצר A.

/המשך בעמוד 20/

10. השאלה עוסקת בהשפעת הממס על תגובות ההתמרה של אלקיל הלידים.

א. לפניך רשימה של ארבעה ממסים:

אצטון,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3(l)$ , מים,  $\text{H}_2\text{O}(l)$ , מתאנול,  $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ ,



קבע אילו מבין הממסים הם ממסים פרוטיים ואילו מהם הם ממסים אפרוטיים קוטביים.

בטבלה שלפניך מוצג מידע על זמני התגובה של מתיל יודי,  $\text{CH}_3\text{I}$ , עם יוני ברום,  $\text{Br}^-$ , בשני ממסים: מתאנול ו-DMF, ב- $25^\circ\text{C}$ . הריכוז של כל אחד מהמגיבים היה שווה בשני הממסים.

הממס	מתאנול	DMF
זמן התגובה – הזמן הדרוש להתרחשות התגובה עד תום	12 שעות	8.7 שניות

ב. i נסח את התגובה של מתיל יודי עם יוני  $\text{Br}^-(\text{CH}_3\text{OH})$  בממס מתאנול.

ii באיזה מנגנון מתרחשת תגובה זו?

iii הסבר מדוע זמן התגובה בממס מתאנול ארוך מזמן התגובה בממס DMF.

ג. i ביצעו את התגובה בין מתיל יודי ליוני כלור,  $\text{Cl}^-(\text{CH}_3\text{OH})$ , בממס מתאנול.

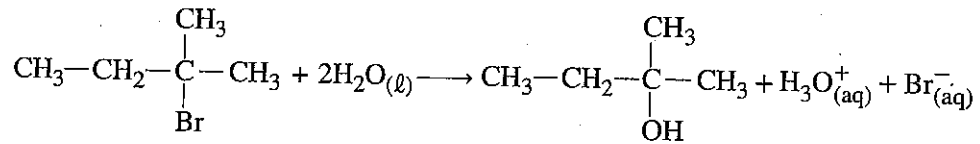
קבע אם זמן התגובה של מתיל יודי עם יוני  $\text{Cl}^-(\text{CH}_3\text{OH})$  היה גדול מ-12 שעות,

קטן מ-12 שעות או שווה ל-12 שעות. נמק.

ii זמן התגובה של מתיל יודי עם יוני  $\text{Cl}^-(\text{DMF})$  היה 1.4 שניות.

קבע איזה נוקלאופיל חזק יותר בממס DMF:  $\text{Cl}^-(\text{DMF})$  או  $\text{Br}^-(\text{DMF})$ .

7. 2-ברומו-2-מתיל בוטאן,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{Br}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ , מגיב עם  $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$  על פי התגובה:



i נסח את השלב הראשון של מנגנון התגובה.

ii ביצעו את התגובה בשתי תערובות של הממסים: מים ואצטון.

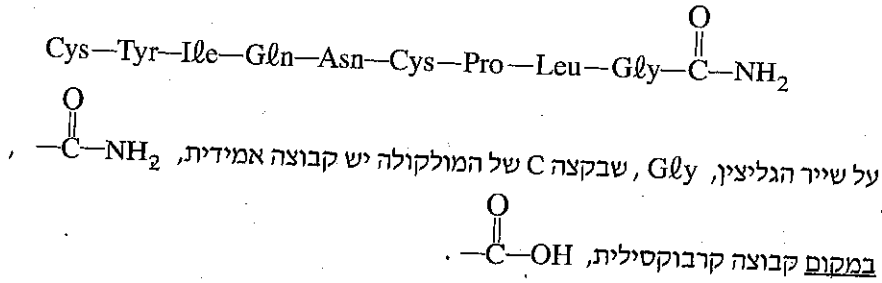
בתערובת הממסים שהכילה 70% מים ו-30% אצטון, התגובה הייתה מהירה יותר

מאשר בתערובת הממסים שהכילה 30% מים ו-70% אצטון. הסבר מדוע.

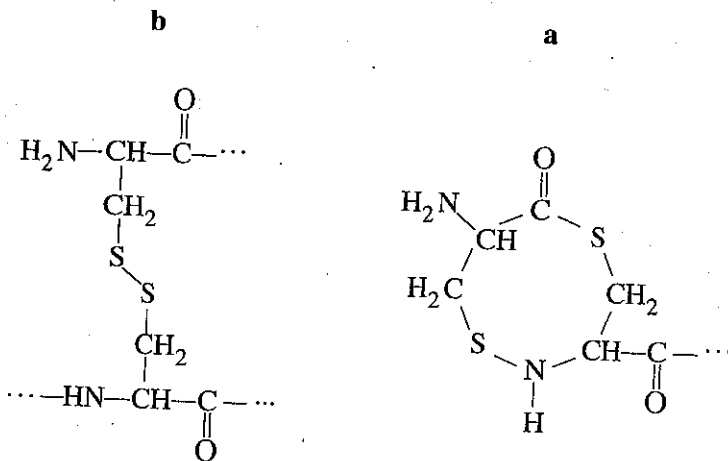
/המשך בעמוד 22/

**נושא חמישי – כימיה של חלבונים ושל חומצות גרעין**

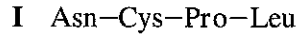
11. הפפטיד אוקסיטוצין (Oxytocin) הוא הורמון המופרש מבלוטת יותרת המוח, וממלא תפקיד במערכות רבות בגוף. לדוגמה, הוא מגביר את כיווץ הרחם בזמן לידה. במולקולה של אוקסיטוצין יש תשעה שיירים של חומצות אמיניות. לפניך הרצף של החומצות האמיניות במולקולה של אוקסיטוצין.



א. למולקולה של אוקסיטוצין מבנה טבעתי, שנוצר על ידי קשר דרגפרית בין שני השיירים של ציסטאין, Cys, המצויים במולקולה. לפניך שתי נוסחאות, a ו b. קבע איזו מן הנוסחאות, a או b, היא הנוסחה הנכונה לקטע המציג את הקשר דרגפרית בין שני השיירים של ציסטאין, Cys, במולקולה של אוקסיטוצין. נמק.

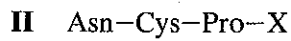


ב. בניסוי מעבדה, בתנאים מתאימים, אוקסיטוצין עבר פירוק חלקי. אחד מתוצרי הפירוק היה ארבע-פפטיד I:



- i במה שונה המבנה של מולקולת פרולין, Pro, מן המבנה של המולקולות של יתר החומצות האמיניות שמהן נוצר הארבע-פפטיד I?
- ii לפניך ערכי pKa של הקבוצות החומציות בארבע-פפטיד I:  
 pKa של קצה C הוא כ-3.6.  
 pKa של קצה N הוא כ-8.  
 קבע מהו המטען הכולל של הארבע-פפטיד I ב- $pH=7$ .

ג. הפפטיד ואזופרסין (vasopressin) הוא הורמון המופרש אף הוא מבלוטת יותרת המוח, והוא אחראי, בין היתר, לנוסט את הפרשת השתן. המולקולה של ואזופרסין דומה בהרכב ובמבנה למולקולה של אוקסיטוצין. בשתי המולקולות יש תשעה שיירים של חומצות אמיניות, אך במולקולה של ואזופרסין, במקום Ile ו-Leu, יש שיירים של שתי חומצות אמיניות אחרות. בניסוי מעבדה, בתנאים מתאימים, ואזופרסין עבר פירוק חלקי. אחד מתוצרי הפירוק היה ארבע-פפטיד II:



- X מסמל שייר של חומצה אמינית. המטען הכולל של הארבע-פפטיד II ב- $pH=7$  הוא +1.
- i נתונות ארבע חומצות אמיניות: Val, Glu, Arg, Asp. קבע שייר של איזו מבין החומצות האמיניות הנתונות הוא שייר X בארבע-פפטיד II. נמק.
- ii רשום ייצוג מלא לנוסחת המבנה של הארבע-פפטיד II ב- $pH=7$ .

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

2 ד. לפניך רצף נוקליאוטידים של DNA. לאחר תהליכי תעתוק ותרגום, מתקבל ממנו אחד משני הארבע-פפטידים, I או II.

3' TTA ACA GGT TCC 5'

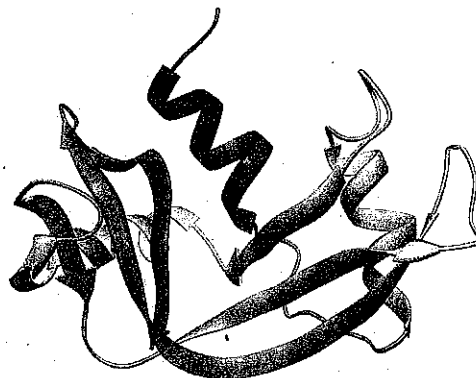
- i רשום את רצף הנוקליאוטידים ב־ mRNA, המתקבל לאחר התעתוק של רצף ה־ DNA הנתון. ציין את קצה 3' ואת קצה 5'.
- ii קבע אם הארבע-פפטיד, המתקבל בתרגום של רצף ה־ mRNA שרשמת בתת־סעיף ד i, הוא ארבע-פפטיד I או ארבע-פפטיד II. נמק.

ה. רשום אפשרות אחת לרצף הנוקליאוטידים ב־ mRNA, שבתהליך התרגום נוצר ממנו הארבע-פפטיד האחר (שלא בחרת בתת־סעיף ד ii). ציין את קצה 3' ואת קצה 5'.

/המשך בעמוד 25/



12. האנזים ריבונוקלאז (Ribonuclease) הוא חלבון כדורי, שאת המבנה שלו קבע לראשונה הביוכימאי אַנפִינסון, ועל תגליתו הוא זכה בפרס נובל בכימיה בשנת 1972. באיור שלפניך מוצג מודל של המבנה המרחבי של מולקולת הריבונוקלאז.

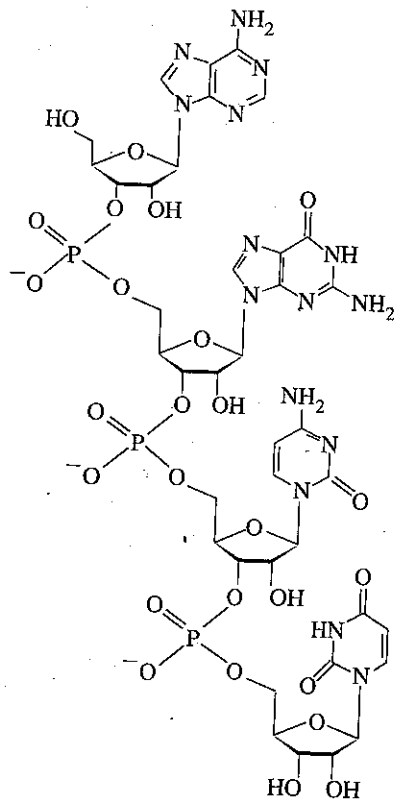


- i. א. הכוחות המייצבים את המבנה השלישוני של חלבון הם כוחות הפועלים בין קבוצות הצד של שיירי החומצות האמיניות. ציין שלושה סוגי כוחות המייצבים את המבנה השלישוני.
- ii ריבונוקלאז הוא חלבון מסיס במים. הסבר כיצד המבנה המרחבי של המולקולות מאפשר את המסיסות של הריבונוקלאז במים.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- ב. בנוכחות האנזים ריבונוקלאז מתרחשת הידרוליזה חלקית של גדיל RNA. גדיל ה-RNA מתפרק למולקולות המכילות רצפים קצרים של נוקלאוטידים. לפניך נוסחת מבנה של מולקולה שהתקבלה בהידרוליזה חלקית של גדיל RNA. נסמן מולקולה זו באות A.

A



- i על פי נוסחת המבנה, הסבר כיצד קבעו שמולקולה A התקבלה בהידרוליזה חלקית של גדיל RNA ולא בהידרוליזה חלקית של גדיל DNA. הבא שני נימוקים.
- ii רשום את רצף הנוקלאוטידים במולקולה A. ציין את קצה 3' ואת קצה 5'.

/המשך בעמוד 27/

- ג. ברצף שרשמת בתת-סעיף ב ii אפשר למצוא שני קודונים.
- i רשום את הרצפים של הנוקלאוטידים בשני הקודונים. ציין את קצה 3' ואת קצה 5'.
- ii ציין את שתי החומצות האמיניות שאפשר לקבל בתרגום של רצף הנוקלאוטידים הנתון.
- ד. רשום את רצף הנוקלאוטידים בקטע של גדיל ה-DNA, שממנו נוצר, בתהליך התעתוק, הרצף שרשמת בתת-סעיף ב ii. ציין את קצה 3' ואת קצה 5'.
- ה. בחימום ל- $100^{\circ}\text{C}$  הסליל הכפול של ה-DNA מתפרק לשני גדילים נפרדים.
- i אילו קשרים בסליל הכפול של ה-DNA מתפרקים ב- $100^{\circ}\text{C}$ ?
- ii בחימום ל- $100^{\circ}\text{C}$  גדיל ה-DNA אינו מתפרק לנוקלאוטידים. הסבר מדוע.

/המשך בעמוד 28/

## נושא שישי – כימיה של הסביבה

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

13. נחל בצפון הארץ זוהם בשפכים המכילים יוני ניקל,  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$ .

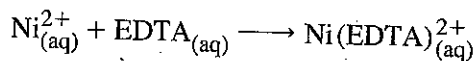
מים שבהם ריכוז יוני  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  גבוה מ- 0.02 ppm פוגעים בבריאות האדם, ולכן אסורים לשתייה. אחת השיטות לקביעת ריכוז יוני  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  במי שתייה היא טיטרציה עם תמיסת EDTA, בנוכחות האינדיקטור קסילנול כתום.

במעבדה קבעו את ריכוז יוני ה-  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  במי הנחל על פי השלבים האלה:

א. i לדגימה של מי הנחל שנפחה 25 מ"ל, הוסיפו 25 מ"ל של תמיסת  $\text{EDTA}_{(aq)}$

בריכוז 0.001M. תמיסת  $\text{EDTA}_{(aq)}$  הוספה בעודף, כדי שכל יוני ה-  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$

יגיבו ליצירת יוני תצמיד, על פי התגובה:



חשב את מספר המולים של EDTA ב- 25 מ"ל תמיסה. פרט את חישוביך.

ii הוסיפו את האינדיקטור קסילנול לאחר הוספת  $\text{EDTA}_{(aq)}$  לתמיסה שנוצרה.

צבע התמיסה השתנה לאדום.

טיטרו את העודף של  $\text{EDTA}_{(aq)}$  על ידי תמיסת יוני אבץ,  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$ , בריכוז 0.001M.

יוני  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$  יוצרים עם EDTA תצמיד  $\text{Zn}(\text{EDTA})_{(aq)}^{2+}$ .

נקודת הסוף של הטיטרציה נקבעה על פי שינוי צבע התמיסה מאדום לצהוב.

לטיטרציה נדרשו 22 מ"ל של תמיסת יוני  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$ .

חשב את מספר המולים של יוני  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$  ב- 22 מ"ל תמיסה. פרט את חישוביך.

ב. i כדי לחשב את מספר המולים של יוני  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  בדגימה, יש להחסיר את מספר

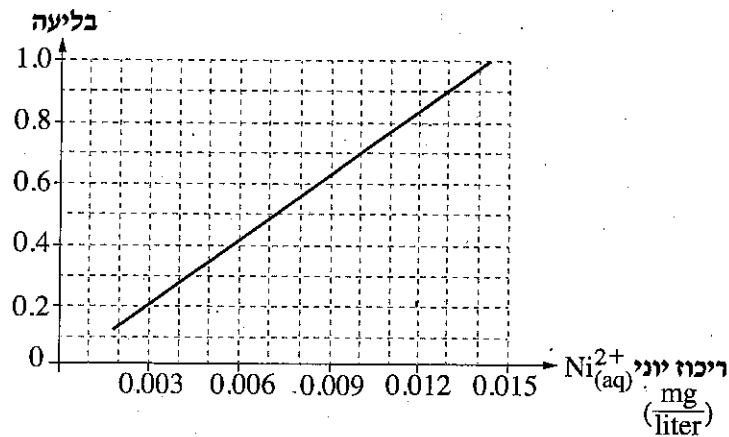
המולים של יוני  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}$  ממספר המולים של EDTA, שהוסיפו לדגימת מי הנחל.

חשב את הריכוז המולרי של יוני  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  בדגימה. פרט את חישוביך.

ii חשב את הריכוז של יוני  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}$  בדגימה ביחידות ppm. פרט את חישוביך.

ג. לאחר הטיהור של מי הנחל, החליטו לבדוק את ריכוז יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  במים בשיטה ספקטרוֹפוטומטרית ולא בטיטרציה. הסבר מדוע.

גרף הכיול שלפניך מציג קשר בין הבליעה של תמיסות המכילות יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  לבין הריכוז של יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  בתמיסות אלה. כל המדידות בוצעו באורך גל קבוע 232 nm.



ד. לתמיסה שבה ריכוז יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  הוא  $0.012 \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ , הבליעה גדולה יותר מאשר לתמיסה

שבה ריכוז יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  הוא  $0.006 \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ . הסבר מדוע.

ה. לאחר טיהור הנחל, נלקחו שתי דגימות מים (1)-(2) בשני מקומות לאורך הנחל.

i בבדיקת דגימה (1) נמדדה הבליעה 0.9.

קבע את הריכוז של יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  בדגימה (1).

ii הריכוז של יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  בדגימה (2) היה נמוך מ-  $0.001 \frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ . במקרה זה

אי אפשר להשתמש ישירות בגרף הכיול הנתון.

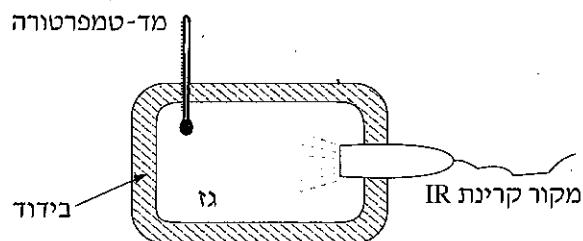
מה תעשה במעבדה כדי לקבוע את הריכוז של יוני  $\text{Ni}_{(\text{aq})}^{2+}$  בדגימה (2)?

/המשך בעמוד 30/

14. השאלה עוסקת בגזי חממה.

- א. קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i-iii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.
- i גזי חממה בולעים רק את הקרינה המגיעה ישירות מן השמש.
  - ii ללא גזי חממה הטמפרטורה על כדור הארץ הייתה נמוכה מכדי לאפשר קיום חיים כפי שהם כיום.
  - iii כל הקרינה שנפלטת מכדור הארץ עוברת את האטמוספירה ויוצאת לחלל החיצון.
- ב. אפקט החממה מושפע, בין היתר, מתהליכים שהאדם מעורב בהם. הבא דוגמה אחת לתהליך כזה.

חוקרים בדקו את השפעת התדירות של קרינה אינפרא אדומה (IR), הנבלעת על ידי גזי חממה, על הטמפרטורה של הגז. הם ערכו ניסוי בשלושה גזי חממה, המצויים בכלים זהים, סגורים ומבודדים. מספר המולים של גז בכל אחד מהכלים היה שווה. הקרינו כל אחד מהגזים בשלוש תדירויות שונות של קרינת IR, במשך 20 דקות. בכל בדיקה מדדו את הטמפרטורה ההתחלתית והסופית של הגז בכלי סגור ומבודד. לפניך איור של מערכת הניסוי.



הטבלה שלפניך מציגה את תוצאות המדידות של טמפרטורת הגז, T.

תדירות הקרינה (Hz)	$2.0 \cdot 10^{13}$	$3.1 \cdot 10^{13}$	$3.9 \cdot 10^{13}$
גז החממה שהוקרן	מתאן, $\text{CH}_4(\text{g})$	אין שינוי ב-T	עלייה ב-T
אוזון, $\text{O}_3(\text{g})$	אין שינוי ב-T	עלייה ב-T	אין שינוי ב-T
פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$	עלייה ב-T	אין שינוי ב-T	אין שינוי ב-T

ג. i קבע איזה משלושת הגזים שנבדקו בניסוי בלע קרינה שאנרגיית הפוטון שלה היא

הגדולה ביותר. נמק ללא חישוב.

ii החוקרים ערכו בדיקה נוספת שבה הכפילו את מספר המולים של אוזון,  $\text{O}_3(\text{g})$ , בכלי,

והקרינו את  $\text{O}_3(\text{g})$  בקרינת IR בתדירות  $3.9 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ , במשך 20 דקות.

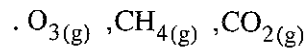
קבע אם הכפלת מספר המולים של  $\text{O}_3(\text{g})$  גרמה לעלייה של טמפרטורת הגז.

אם כן – הסבר כיצד.

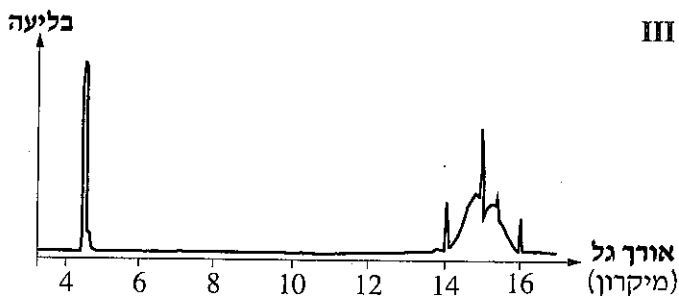
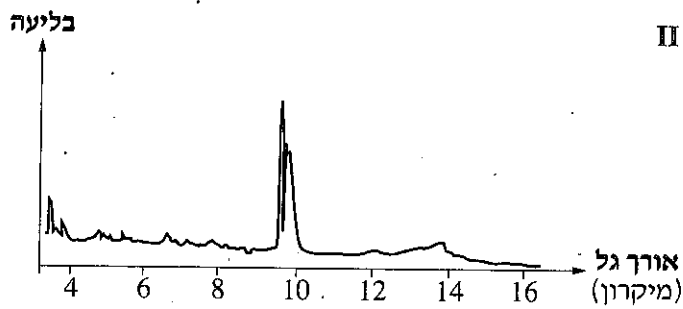
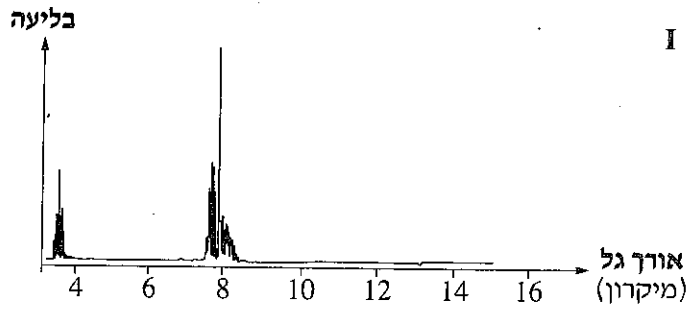
אם לא – הסבר מדוע.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

7. לפניך שלושה ספקטרה בליעה, III-I, בתחום 16-2 מיקרון של שלושה גזי חממה:



קבע איזה ספקטרום מתאים לכל אחד משלושת הגזים. פרט את חישוביך, ונמק.



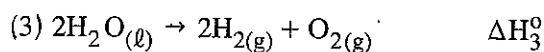
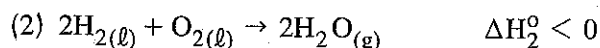
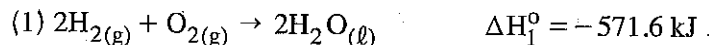
/המשך בעמוד 33/



## נושא שביעי – פרקים בתרמודינמיקה, שלב שני

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

15. נתונות שלוש תגובות (1)-(3).



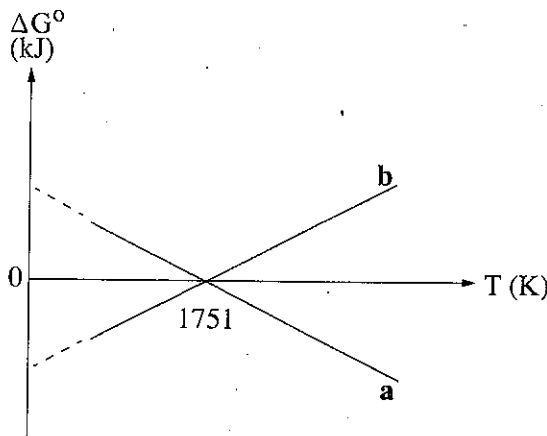
- א. מבצעים את תגובה (1) בכלי סגור בצורת מזרק, בלחץ קבוע ובטמפרטורה קבועה.
- קבע עבור תגובה (1) מהו הכיוון של מעבר האנרגיה בצורת עבודה, w. נמק.
  - חשב עבור תגובה (1) את כמות האנרגיה העוברת בצורת עבודה, w, ב- 298K. פרט את חישוביך.
  - חשב את השינוי באנרגיה הפנימית התקנית,  $\Delta U^\circ$ , בתגובה (1) ב- 298K. פרט את חישוביך.
  - מהו הערך של  $\Delta H_3^\circ$ ? נמק.
- ב. תגובה (2) סיפקה אנרגיה למעבורות חלל בעת המראתן למסע במסלול סביב כדור הארץ. לצורך המסע היה דרוש, בין היתר, מכל של חמצן נוזלי,  $\text{O}_2(\ell)$ . מסת החמצן הנוזלי היא  $6.24 \cdot 10^5$  ק"ג. חשב מה היה צריך להיות נפח המכל, אילו היו משתמשים במסע בחמצן במצב גז,  $\text{O}_2(\text{g})$ , בטמפרטורה 298 K ובלחץ 1 אטמוספירה. פרט את חישוביך.
- (שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בטבלה שלפניך מוצגים ערכי אנטרופיה מולרית תקנית,  $S^\circ$ , של החומרים המשתתפים בתגובות (1)-(3).

חומר	$H_2(g)$	$O_2(g)$	$H_2O(l)$	$H_2O(g)$
אנטרופיה מולרית תקנית, $S^\circ$ ( $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ )	130.6	205.1	70.0	188.7

- i הסבר מדוע הערך של האנטרופיה המולרית התקנית,  $S^\circ$ , של  $H_2O(g)$  גבוה מן הערך של האנטרופיה המולרית התקנית,  $S^\circ$ , של  $H_2O(l)$ .
- ii חשב את השינוי באנטרופיה המולרית התקנית של המערכת, מערכת  $\Delta S^\circ$ , עבור תגובה (3). פרט את חישוביך.

ד. בגרף שלפניך שתי עקומות, a ו-b, המתארות את השינוי באנרגיה החופשית התקנית,  $\Delta G^\circ$ , כפונקציה של הטמפרטורה, T, עבור התגובות (1) ו-(3).



קבע איזו מבין העקומות, a או b, מתאימה לתגובה (3). נמק.

ה. הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה החופשית,  $G$ , כפונקציה של הרכב המערכת עבור אחת מן התגובות, (1) או (3), בטמפרטורה קבועה.

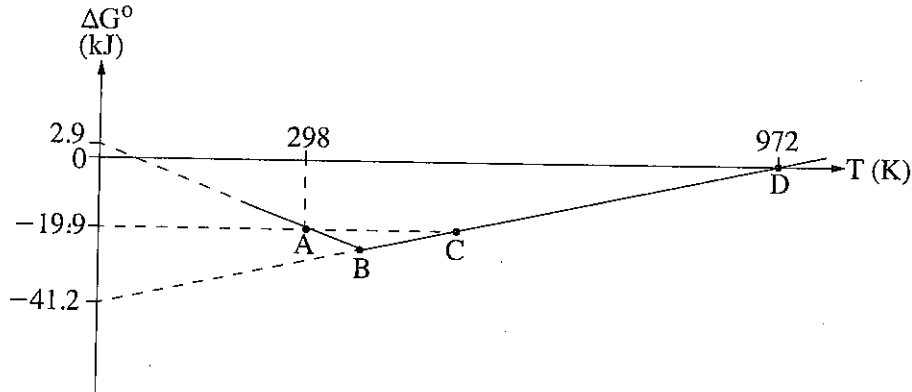


קבע איזה מבין ההיגדים III-I שלפניך הוא ההיגד הנכון. נמק את קביעתך.

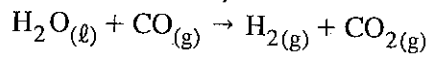
- I הגרף מתאים למערכת של תגובה (1) ב-  $298\text{ K}$ .
- II הגרף מתאים למערכת של תגובה (3) ב-  $298\text{ K}$ .
- III הגרף מתאים למערכת של תגובה (3) ב-  $2000\text{ K}$ .

/המשך בעמוד 36/

16. הגרף שלפניך מתאר את השינוי באנרגייה החופשית התקנית,  $\Delta G^\circ$ , כפונקציה של הטמפרטורה, T, עבור התגובה שבין מים לפחמן חד-חמצני.



א. אחד משני הקטעים שבעקומה, AB או BD, מתאים לתגובה שלפניך:



- i קבע איזה מן הקטעים, AB או BD, מתאים לתגובה הנתונה. נמק.
- ii הסבר מדוע בנקודה B שיפוע העקומה משתנה.
- iii נסח את התגובה שהקטע האחר (שלא בחרת בתת-סעיף א' i) מתאים לה.

- ב. i חשב את הערך של שינוי האנטרופיה התקנית במערכת, מערכת  $\Delta S^\circ$ , עבור התגובה שהקטע AB מתאים לה. פרט את חישוביך.
- ii חשב את הערך של מערכת  $\Delta S^\circ$  עבור התגובה שהקטע BD מתאים לה. פרט את חישוביך.

- ג. i הערך של  $\Delta G^\circ$  בנקודה C שווה לערך של  $\Delta G^\circ$  בנקודה A. הערך של קבוע שיווי המשקל, K, עבור המערכת בטמפרטורה המתאימה לנקודה C הוא  $K = 1.23 \cdot 10^2$ . קבע אם הערך של K עבור המערכת בנקודה A שווה ל-  $1.23 \cdot 10^2$  או שונה מ-  $1.23 \cdot 10^2$ . נמק.

ד. הגרף שלפניך מתאר את האנרגיה החופשית,  $G$ , כפונקציה של הרכב המערכת עבור התגובה הנתונה בטמפרטורה  $298\text{ K}$ .



קבע עבור כל אחד מההיגדים i-ii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

i מהגרף אפשר להסיק שהתגובה ספונטנית בכל טמפרטורה.

ii מהגרף אפשר להסיק שב-  $298\text{ K}$  קבוע שיווי המשקל  $K > 1$ .

**בהצלחה!**

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