

מדינת ישראל  
משרד החינוך התרבות והספורט

סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ד, 2004  
מספר השאלון: 037202  
נספחים: 1. המערכה המחזורית  
2. רשימה של חומצות אמיניות  
3. דף נוסחאות

## כ י מ י ה

השלמה מ-3 ל-5 יחידות לימוד

לתלמידים הנבחרים במעבדה אנליטית או אינסטרומנטלית

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

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

פרק ראשון —  $(33 \frac{1}{3} \times 1)$  —  $33 \frac{1}{3}$  נקודות

פרק שני —  $(33 \frac{1}{3} \times 2)$  —  $66 \frac{2}{3}$  נקודות

סה"כ — 100 נקודות

ג. חומר עזר מומלץ לשימוש: מחשבון.

ד. הוראה מיוחדת: רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה

את הנושא או 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 שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

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

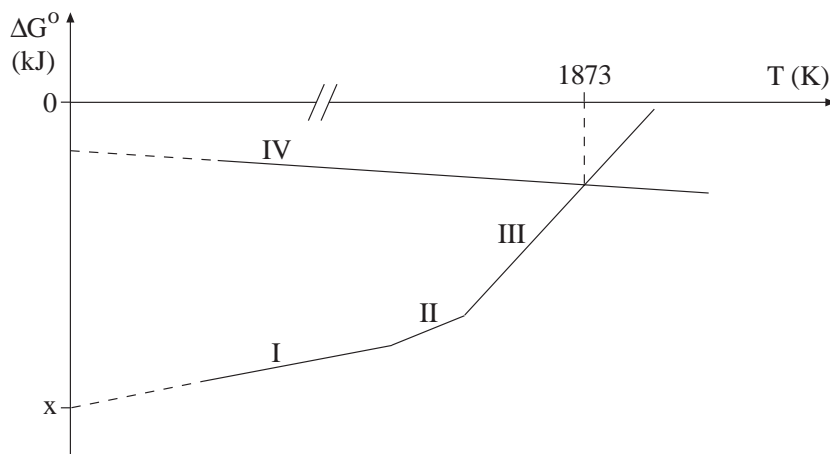
שים לב: הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

פרק ראשון – פרק חובה (33  $\frac{1}{3}$  נקודות)

### תרמודינמיקה ושיווי-משקל בחמצון-חיזור

ענה על אחת מהשאלות 1-2.

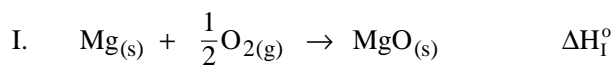
1. בגרף שלפניך שתי עקומות:



עקומה אחת (קטעים I, II, III) מתארת את השתנות  $\Delta G^\circ$  עם הטמפרטורה

בתגובות בין מגנזיום במצבי צבירה שונים לבין חמצן:

בקטע I מתרחשת התגובה:



בקטע II מתרחשת התגובה:



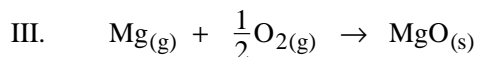
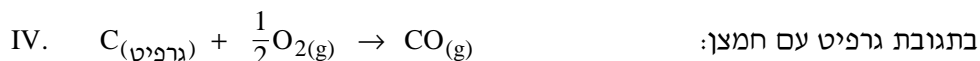
/המשך בעמוד 3/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

בקטע III מתרחשת התגובה:

עקומה שנייה (IV) מתארת את השתנות  $\Delta G^\circ$  עם הטמפרטורה

בתגובת גרפיט עם חמצן:

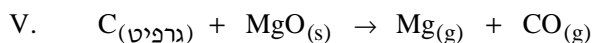
א. נתון:  $\Delta S^\circ$  של תגובה I הוא  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ ,  $-108.4$ .  $\Delta G^\circ$  של תגובה I בטמפרטורה של 298 K הוא  $-570 \text{ kJ}$ .מצא את הערך של x בגרף. פרט את חישוביך.

ב. i רשום ניסוח לתהליך ההתכה של מגנזיום.

ii חשב את שינוי האנתלפיה לתהליך ההתכה ( $\Delta H_m^\circ$ ) של 1 מול מגנזיום.פרט את חישוביך.ג. i האם התגובה של גרפיט,  $\text{C}_{(g)}$ , עם חמצן מועדפת תרמודינמיתבטמפרטורת החדר? נמק.

ii הסבר כיצד תשובתך לתת-סעיף ג i מתיישבת עם העובדה שגרפיט משמש

חומר מילוי לעפרונות.

ד. מהו תחום הטמפרטורות שבו יש עדיפות תרמודינמית לתגובה V שלפניך? נמק.

/המשך בעמוד 4/

+

+

2. בנו תא אלקטרוכימי תקני משני חצי-תא (1) ו- (2) :

בחצי-תא (1): טבלו אלקטרודת קדמיום,  $\text{Cd}_{(s)}$ , בתמיסת  $1 \text{ M Cd(NO}_3)_2(\text{aq})$ .

בחצי-תא (2): טבלו אלקטרודת כרום,  $\text{Cr}_{(s)}$ , בתמיסת  $1 \text{ M Cr(NO}_3)_3(\text{aq})$ .

בטבלה שלפניך רשומים נתונים עבור התא האלקטרוכימי שנבנה.

מסת האלקטרודה בתום פעולת התא (גרם)	מסת האלקטרודה לפני פעולת התא (גרם)	$\Delta G_{(298)}^{\circ}$ ( $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ )	תגובת האלקטרודה
21.75	15	77.2	$\text{Cd}_{(\text{aq})}^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}_{(s)}$ (1)
?	14	214.23	$\text{Cr}_{(\text{aq})}^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}_{(s)}$ (2)

א. חשב את  $E^{\circ}$  של:

i חצי-תא (1). פרט את חישוביך.

ii חצי-תא (2). פרט את חישוביך.

ב. נסח את התגובה הכוללת המתרחשת בתא בעת פעולתו.

ג. חשב, על פי התגובה שניסחת בסעיף ב, את העבודה המקסימלית של התא שנבנה.

פרט את חישוביך.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 5/

+

+

ד. i חשב את מסת אלקטרודת הכרום,  $\text{Cr}_{(s)}$ , בתום פעולת התא.

פרט את חישוביך.

ii חשב כמה מול אלקטרונים עברו בתא בפרק הזמן שהתא פעל.

פרט את חישוביך.

לפניך תגובת אלקטרודה:  $\text{Fe}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(aq)}^{2+} + 2e^-$   $E^\circ = -0.44 \text{ V}$  (3)

ה. האם אפשר לשמור כל אחת מהתמיסות  $1 \text{ M Cd}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$  ו-  $1 \text{ M Cr}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$

בכלי שעשוי מברזל,  $\text{Fe}_{(s)}$ ? נמק עבור כל אחת מהתמיסות.

/המשך בעמוד 6/

+

+

**פרק שני** (66  $\frac{2}{3}$  נקודות)

בפרק זה שישה נושאים (שאלות 3-16). עליך לענות על שתי שאלות. (לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות)

שם לב: לתלמידי המיזם התעשייתי מותר לענות רק על אחת מהשאלות 3-6.

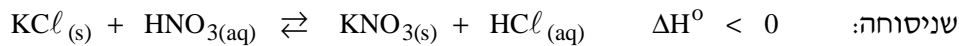
רשום על הצד החיצוני של מחברת הבחינה את הנושא או הנושאים שענית עליהם בפרק זה. אם השתתפת במיזם התעשייתי, רשום "מיזם" על הצד החיצוני של מחברת הבחינה.

**נושא ראשון – תעשייה**

שם לב: לתלמידי המיזם התעשייתי מותר לענות רק על אחת מהשאלות 3-6.

**ייצור דשנים בישראל**

3. במפעל "חיפה כימיקלים" מייצרים את הדשן אשלגן חנקתי,  $\text{KNO}_3(\text{s})$ , לפי התגובה



שניסוחה: במפעל מבצעים את התגובה בטמפרטורה שונה מטמפרטורת החדר.

i. א. באיזו טמפרטורה מבוצעת התגובה: גבוהה מטמפרטורת החדר או

נמוכה ממנה? ציין שתי סיבות.

ii. יישוב חקלאי הזמין 40 ק"ג  $\text{KNO}_3(\text{s})$ .

כמה ק"ג  $\text{KCl}(\text{s})$  יש להכניס למתקן התגובה (בנוכחות כמות מספקת

של  $\text{HNO}_3(\text{aq})$ ), כדי לייצר 40 ק"ג  $\text{KNO}_3(\text{s})$ , בהנחה שההמרה 90%

והניצולת 95%? פרט את חישוביך.

בעבר שימש  $\text{KCl}(\text{s})$  דשן.

b. i. איזה משני החומרים זמין יותר,  $\text{KCl}(\text{s})$  או  $\text{KNO}_3(\text{s})$ ? נמק.

ii. איזה משני החומרים זול יותר,  $\text{KCl}(\text{s})$  או  $\text{KNO}_3(\text{s})$ ? נמק.

iii. איזה משני החומרים,  $\text{KCl}(\text{s})$  או  $\text{KNO}_3(\text{s})$ , נחשב לדשן משובח יותר?

ציין שני נימוקים.

+

+

בשיווי-משקל, הביטויים לקבועי החלוקה של החומצות  $HCl$  ו-  $HNO_3$  בין מים לממס אורגני הם:

$$K_{HCl} = \frac{[HCl_{(ממס\ אורגני)}]}{[HCl_{(aq)}]}$$

$$K_{HNO_3} = \frac{[HNO_{3(ממס\ אורגני)}]}{[HNO_{3(aq)}]}$$

נתון ששני קבועי החלוקה  $K_{HCl}$  ו-  $K_{HNO_3}$  קטנים מ-1.

ג. i ממצים  $HCl$  מליטר תמיסה מימית לתוך ליטר ממס אורגני.

בתום המיצוי, באיזו תמיסה ריכוז  $HCl$  גבוה יותר: בממס האורגני או במים?

נמק.

ii נתון שהממס האורגני ממצה ממים את  $HNO_3$  טוב יותר משהוא ממצה

ממים את  $HCl$  ( $K_{HCl} < K_{HNO_3}$ ).

ממצים לתוך ליטר ממס אורגני את החומצות  $HCl$  ו-  $HNO_3$  מליטר

תמיסה מימית, המכילה את שתי החומצות בריכוזים שווים.

בתום המיצוי, מהו היחס  $\frac{[HNO_3]}{[HCl]}$  בממס האורגני: גדול מיחס זה בתמיסה

המימית או קטן ממנו? נמק.

ד. כדי למצות את  $HCl$  ממערכת התגובה, מכניסים לכלי התגובה ממס אורגני

המכיל חומצה חנקתית,  $HNO_3$ .

מדוע הממס האורגני צריך להכיל חומצה חנקתית?

+

+

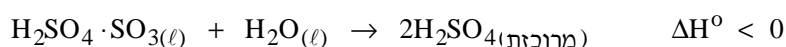
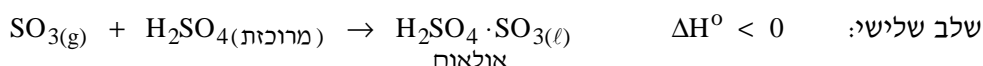
+

+

4. השאלה עוסקת בייצור של חומצה גפרתית מרוכזת, (מרוכזת)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ובייצור של

אמון גפרתי,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{s})$ .

ייצור החומצה נעשה בשלושה שלבים:



סביב חלק מהמתקנים לייצור חומצה גפרתית נמצאים צינורות ובהם זורמים מים.

א. i מהו תפקיד המים?

ii מדוע יש צורך בתפקיד זה? ציין שתי סיבות, והסבר.

ב. בשלב השני בתהליך הייצור משתמשים בזרז.

האם הזרז משפיע על אחוז ההמרה של שלב זה? נמק.

ג. רשום שתי תכונות הכרחיות לחומרי המבנה במתקן של השלב השלישי. הסבר.

מייצרים את הדשן אמון גפרתי,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{s})$ , על ידי הזרמת אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ ,

לחומצה גפרתית מרוכזת.

ד. i מדוע אמון גפרתי יכול לשמש דשן? ציין שתי סיבות.

ii נסח את התגובה לקבלת הדשן אמון גפרתי מחומצה גפרתית ואמוניה.

iii הריכוז של תמיסת חומצה גפרתית שהתקבלה בסופו של השלב השלישי

בתהליך הייצור היה 20 M. מ- 100 ליטר תמיסה זו התקבלו 1900 מול

של הדשן אמון גפרתי.

מהו אחוז הניצולת בתגובה לקבלת אמון גפרתי? הנח 100% המרה.

פרט את חישוביך.

+

+

+

+

כימיה, קיץ תשס"ד, מס' 037202 + נספחים

- 9 -

במתקן מסוים להפקת אמון גפרתי התקבלה מלבד הדשן הרצוי גם כמות מסוימת

של  $\text{NH}_4\text{HSO}_4(s)$ .

ה. i האם ההמרה במתקן זה עשויה להיות 100% ? נמק.

ii האם הניצולת במתקן זה עשויה להיות 100% ? נמק.

/המשך בעמוד 10/

+

+

## ברום ותרבותיו

5. השאלה עוסקת במלחי ברום אחדים.

אפשר לייצר תמיסת נתון ברומי,  $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$ , בתגובת סתירה בין תמיסת

נתון הידרוקסידי,  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ , לתמיסת מימן ברומי,  $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ .

א. i נסח את תגובת הסתירה.

ii האם אחוז ההמרה בתגובה זו גבוה? נמק.

כסף ברומי,  $\text{AgBr}_{(\text{s})}$ , משמש חומר מחמצן בתעשיית הצילום.

בייצור  $\text{AgBr}_{(\text{s})}$  (מלח קשה תמס) מכניסים למתקן הייצור תמיסה של

נתון ברומי,  $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$ , ותמיסה של כסף חנקתי,  $\text{AgNO}_{3(\text{aq})}$ . התמיסות

מגיבות בתגובת שיקוע.

ב. i נסח את תגובת השיקוע.

ii האם במתקן הייצור מתרחשות גם תגובות אחרות מזו שניסחת בתת-סעיף ב i,

אם נתון כי הניצולת בתגובה זו היא 100%? נמק.

iii למתקן הייצור הכניסו 5 מול  $\text{AgNO}_3$  וכמות מתאימה של  $\text{NaBr}$ .

מהי המסה של  $\text{AgBr}_{(\text{s})}$  שתיווצר בתגובה זו, בהנחה שההמרה היא 95%?

פרט את חישוביך.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

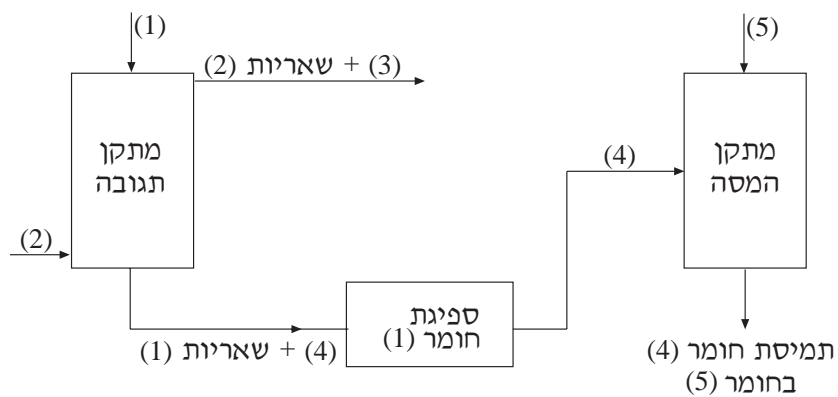
+

+

בפיתוח סרטי צילום משתמשים בתמיסת אמון ברומי,  $\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{aq})}$ . אפשר לקבל  $\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{s})}$  בתגובה בין ברום,  $\text{Br}_{2(\ell)}$ , לאמוניה,  $\text{NH}_{3(\text{g})}$ . תוצר נוסף בתגובה זו הוא חנקן,  $\text{N}_{2(\text{g})}$ .

ג. i נסח ואזן את התגובה לקבלת  $\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{s})}$ .

לפניך תרשים זרימה לתהליך הייצור של תמיסת  $\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{aq})}$ .



ii זהה את החומרים (1), (2), (3), (4), (5).

ד. i הצע שיטה נוספת לייצור תמיסת  $\text{NH}_4\text{Br}_{(\text{aq})}$ .

ii ציין יתרון אחד וחיסרון אחד של התהליך שהצעת, לעומת התהליך המתואר

בתרשים.

+

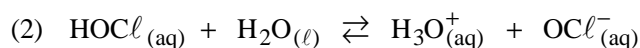
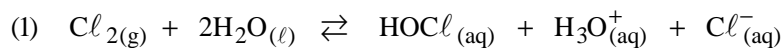
+

+

+

6. השאלה עוסקת בביוצידיים – חומרים בעלי פעילות ביולוגית – קוטלי מיקרואורגניזמים.

תמיסה מימית של כלור משמשת לחיטוי מים. בתמיסה זו מתרחשות התגובות:



כושר החיטוי של  $\text{HOCl}_{(aq)}$  גבוה בהרבה מכושר החיטוי של  $\text{OCl}_{(aq)}^-$ .

א. i הסבר מדוע כושר החיטוי של התמיסה המימית של כלור נמוך כאשר

ה- $\text{pH}$  קטן מ-6.

ii הסבר מדוע כושר החיטוי של התמיסה המימית של כלור נמוך כאשר

ה- $\text{pH}$  גדול מ-8.

iii באיזה תחום  $\text{pH}$  כושר החיטוי של התמיסה המימית של כלור עשוי להיות

הטוב ביותר?

ב. לצורך חיטוי המים בבִּרְכַת שחייה הכניסו לתוכה 1.2 מול כלור.

i בהנחה שבתגובה (1) ההמרה 80% והניצולת 50%,

חשב את מסת ה- $\text{HOCl}$  שתיווצר בבִּרְכַה. פרט את חישוביך.

ii מדוע הניצולת בתגובה (1) נמוכה יחסית?

+

+

+

+

גם תמיסות מימיות של ברום,  $\text{Br}_2$ , ושל ברום כלורי,  $\text{BrCl}$ , משמשות לחיטוי מים.

בתמיסות אלה מתרחשות תגובות דומות לתגובות שבתמיסת כלור.

ב- pH בין 7 ל-8, השורר במים של ברכות שחייה, ריכוז  $\text{HOBr}_{(\text{aq})}$  בתמיסה

מימית של ברום גדול בהרבה מריכוז  $\text{HOCl}_{(\text{aq})}$  בתמיסה מימית של כלור.

i. ציין שני יתרונות לחיטוי מים בתמיסת ברום, לעומת חיטוי בתמיסת כלור.

ii. ציין שני חסרונות לחיטוי מים בתמיסת ברום, לעומת חיטוי בתמיסת כלור.

iii. ציין יתרון אחד וחסרון אחד של השימוש בברום כלורי בהשוואה לשימוש

בברום.

+

+

+

+

## נושא שני – פולימרים

7. נתונות יחידות חוזרות של שני פולימרים A ו- B :



א. i רשום את נוסחת המבנה של המונומר שממנו מתקבל פולימר A ,

ואת נוסחת המבנה של המונומר שממנו מתקבל פולימר B .

ii האם דרוש חומר נוסף בעת הפלמור לקבלת כל אחד מהפולימרים A ו- B ?

הסבר.

ב. נתון כי דרגת הפלמור הממוצעת בפולימר B היא 1000 .

i חשב את המסה המולרית הממוצעת של פולימר B .

ii הנח כי הקשר C-C תורם  $1.27 \text{ \AA}$  לאורך השרשרת, וחשב את המרחק

הממוצע,  $\bar{r}$  , בין קצות השרשרת המפותלת של פולימר B .

הנח כי פיתול השרשרת הוא אקראי לחלוטין. ( $\bar{r} = \ell \sqrt{n}$ )

ג. המרחק הממוצע האמתי (המבוסס על מדידות) בין קצות השרשרת של

פולימר B גדול מזה של פולימר A , כאשר יש אותה דרגת פלמור בשניהם.

הסבר עובדה זו.

+

+

+

+

ד. קבע עבור כל אחד מהמשפטים i-iii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון,

ונמק את קביעתך.

- i אחוז הגבישיות של פוליווינילאצטט  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OCOCH}_3) \right]_n$
- נמוך מאחוז הגבישיות של פוליאאתילן גבה-צפיפות  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$ .
- ii טמפרטורת ההיתוך של פוליוויניל פלואורי  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CHF} \right]_n$
- גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של פוליפרופילן  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) \right]_n$ .
- iii המרחק הממוצע שבין קצות השרשרת של פולימר מסוים גדול יותר מהמרחק בין קצות השרשרת הפרושה שלו.

/המשך בעמוד 16/

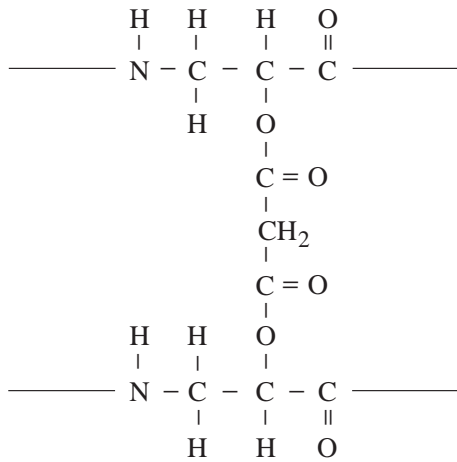
+

+

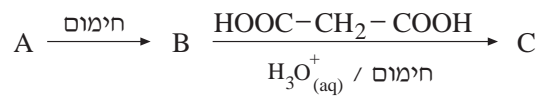
+

+

8. לפניך קטע מייצג של פולימר C :



את הפולימר C אפשר לקבל על פי שרשרת התגובות:



A הוא מונומר ו-B הוא פולימר.

- א. i. רשום את היחידה החוזרת של הפולימר B.  
 ii. רשום את נוסחת המבנה של המונומר A.  
 iii. ידוע כי לפולימר C אין טמפרטורה זגוגית, Tg. הסבר עובדה זו.
- ב. לפולימר B יש אחוז גבישיות גבוה. ציין שתי סיבות לכך, והסבר.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

+

+

כימיה, קיץ תשס"ד, מס' 037202 + נספחים

- 17 -

ערכו שני ניסויים (באותה טמפרטורה ובאותו לחץ).

בשני הניסויים לקחו כמות שווה של מונומר, וקיבלו פוליסטירן  $\left[ \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) \right]_n$ .

בניסוי הראשון התקבל פוליסטירן בעל מסה מולרית ממוצעת נמוכה מזו של הפוליסטירן

שהתקבל בניסוי השני.

ג. i מהו הגורם להבדל במסה המולרית? הסבר.

ii באיזה ניסוי היה הפלמור מהיר יותר? הסבר.

פוליסטירן הוא פולימר קשיח ושביר.

ד. אפשר לקבל קופולימר שהוא פחות קשיח ושביר מפוליסטירן, אם מבצעים פלמור

של 75% סטירן עם 25% אתילן,  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ . הסבר עובדה זו.

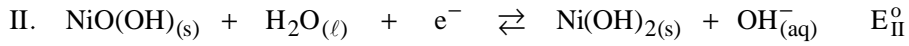
/המשך בעמוד 18/

+

+

## נושא שלישי – אלקטרוכימיה

9. מצבר אדיסון מבוסס על שתי תגובות אלקטרודה:



בעת פריקת המצבר, עולה ה- pH בחצי-תא של תגובת האלקטרודה II .

א. i רשום ניסוח לתהליך הכולל המתרחש בעת פריקת מצבר אדיסון.

ii רשום ניסוח לתגובת האנודה המתרחשת בעת טעינת המצבר.

מתח העבודה של מצבר אדיסון בעת פעולת הפריקה הוא 1.2 V .

ב. i מהו המתח ההפיך של מצבר אדיסון: שווה ל- 1.2 V , גדול מ- 1.2 V

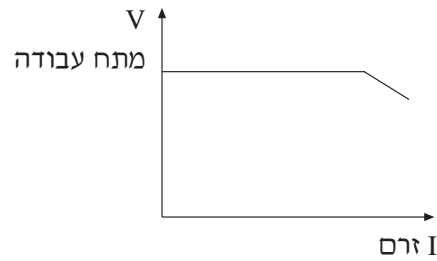
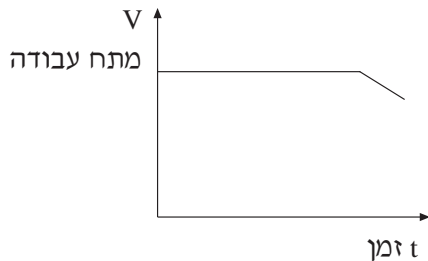
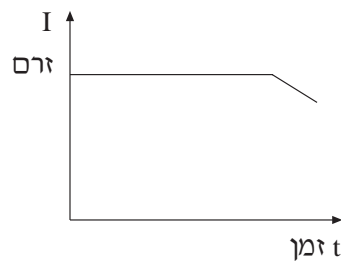
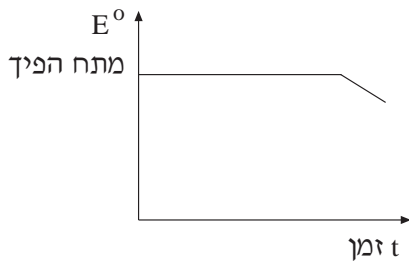
או קטן מ- 1.2 V ?

ii מהו  $E_2^\circ$  : שווה ל- 0.33 V , גדול מ- 0.33 V או קטן מ- 0.33 V ? נמק.

עקומת פריקה שטוחה היא אחד היתרונות של מצבר אדיסון.

ג. מבין ארבעת הגרפים שלפניך, בחר בגרף שמתאר עקומת פריקה שטוחה,

וצייר אותו במחברתך.



/המשך בעמוד 19/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

בטעינת המצבר עלולים להיפלט על פני האלקטרודות הגזים מימן וחמצן.

ד. מהו המקור לגזים אלה? הסבר.

בחצי-תא II, שבו עלול להיפלט החמצן, יש אלקטרודה אינרטית.

מתח היתר של חמצן על פני זהב נמוך ממתח היתר של חמצן על פני גרפיט.

ה. כדי למנוע פליטת חמצן בעת טעינת המצבר, באיזו אלקטרודה עדיף להשתמש

בחצי-תא II: זהב או גרפיט? נמק.

/המשך בעמוד 20/

+

+

+

+

10. לפניך פוטנציאלי חיזור של תגובות אלקטרודה:



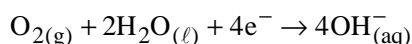
א. לפניך שני טורים:

בטור הימני רשומים חמישה תהליכים או פעולות המסומנים במספרים 1-5.

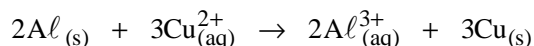
בטור השמאלי רשומים חמישה היגדים המסומנים באותיות e-a.

התאם לכל תהליך או פעולה שבטור הימני את ההיגד המתאים ביותר מבין ההיגדים שבטור השמאלי.

1. תהליך ציפוי אלקטרוליטי של מתכת a. הוא חמצון של מתכת
2. חיבור לוח אבץ לצינור ברזל b. הוא תהליך הקתודה בקורוזיה
3. חיבור צינור נחושת לצינור ברזל c. משמש כהגנה קתודית בפני קורוזיה
4. תהליך האנודה בקורוזיה d. מגביר את הקורוזיה
5. התהליך: e. דורש השקעת אנרגיה



- ב. הסבר מדוע אלומיניום,  $\text{Al}_{(\text{s})}$ , אינו מתפורר גם לאחר שהייה ממושכת באוויר.
- ג. כשמכניסים פס אלומיניום לתמיסת  $1 \text{ M CuCl}_{2(\text{aq})}$ , מתרחשת תגובת חמצון-חיזור:

כשמכניסים פס אלומיניום לתמיסת  $1 \text{ M CuSO}_{4(\text{aq})}$ , אין תגובה.הסבר מדוע פס האלומיניום מגיב עם תמיסת  $1 \text{ M CuCl}_{2(\text{aq})}$  ואינו מגיבעם תמיסת  $1 \text{ M CuSO}_{4(\text{aq})}$ .

/המשך בעמוד 21/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

+

+

כימיה, קיץ תשס"ד, מס' 037202 + נספחים

- 21 -

בנו תא אלקטרוכימי תקני המבוסס על התגובה שבין  $Al_{(s)}$  לתמיסת  $1\text{ M } CuCl_{2(aq)}$   
(ראה סעיף ג). בזמן פעולת התא התקבלו בקתודה  $0.35$  מול מתכת.

ד. i נסח את תגובת הקתודה בתא שנבנה.

ii כמה שעות פעל התא, אם עוצמת הזרם שעבר במעגל הייתה  $0.75\text{ A}$  ?

פרט את חישוביך.

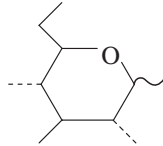
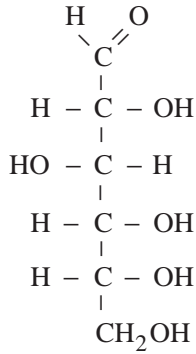
/המשך בעמוד 22/

+

+

## נושא רביעי – סוכרים

11. נתונות נוסחת מילס ונוסחת פישר של גלוקוז, Glc :



אלוז,  $\alpha$ , הוא אפימר של גלוקוז בפחמן מספר 3.

א. בתמיסה מימית, אלוז מגיב עם כל אחד מהחומרים (1)-(3) שלפניך:



i רשום נוסחאות פישר של תוצרי התגובה של אלוז עם החומרים (1) ו-(2).

ii רשום נוסחת מילס של תוצר התגובה של אלוז עם חומר (3).

ב. המסו במים את המוצק  $\beta$  אלוז. בתמיסה התגלו שלושה איזומרים:  $\beta$  אלוז,

$\alpha$  אלוז, וכמות קטנה של איזומר שלישי.

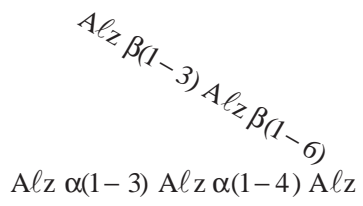
i מהו האיזומר השלישי?

ii הסבר את הימצאותם של שלושת האיזומרים בתמיסה.

+

+

לפניך נוסחה מקוצרת של חמש-סוכר A :



ג. i האם חמש-סוכר A הוא סוכר מחזור? נמק.

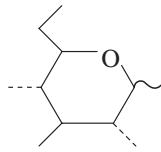
בהידרוליזה חומצית תלקית של חמש-סוכר A אפשר לקבל שלושה תלת-סוכרים.

ii רשום נוסחאות מקוצרות של שלושת התלת-סוכרים.

iii רשום נוסחאות מילס של שלושת התלת-סוכרים.

+

+



12. נתונה נוסחת מילס של גלוקוז:

עמילן הוא תערובת של עמילוז ועמילופקטין.

עמילוז בנוי מיחידות גלוקוז, שהקשרים הגליקוזידיים ביניהן הם  $\alpha(1-4)$ .

לשרשרות העמילוז יש צורת סליל. שש יחידות גלוקוז משלימות סיבוב אחד.

א. i רשום נוסחת מילס לקטע מייצג של עמילוז, המכיל שלוש יחידות גלוקוז.

ii הסבר מדוע לשרשרות העמילוז יש צורת סליל.

ב. בסליל העמילוז יש מערכת מייצבת של קשרי מימן.

אילו הם אטומי הפחמן שבין ההידרוקסילים שלהם, ביחידות הגלוקוז השכנות,

יש קשרי מימן:  $C_2$  ו- $C_2$  או  $C_2$  ו- $C_3$  או  $C_3$  ו- $C_6$  ?

ג. בדופן התא של הצמח מצוי רב-סוכר גאלקטאן. שרשרות הגאלקטאן בנויות

מיחידות גאלקטוז (אפימר של גלוקוז בפחמן מספר 4), שהקשרים הגליקוזידיים

ביניהן הם  $\alpha(1-4)$ .

האם גם לשרשרות הגאלקטאן יש צורת סליל? אם כן – נמק,

אם לא – הסבר מדוע צורתן שונה.

ד. בחלזונות מצוי רב-סוכר פולי-גאלקטוז. שרשרות הפולי-גאלקטוז בנויות מיחידות

גאלקטוז, שהקשרים הגליקוזידיים ביניהן הם  $\beta(1-3)$ .

האם גם לשרשרות הפולי-גאלקטוז יש צורת סליל? אם כן – נמק,

אם לא – הסבר מדוע צורתן שונה.

ה. לעמילופקטין מבנה מסועף. הוא בנוי משרשרות גלוקוז שהקשרים הגליקוזידיים

בתוכן הם  $\alpha(1-4)$ . שרשרות אלה קשורות ביניהן בקשרי  $\alpha(1-6)$ .

רשום נוסחת מילס לקטע מייצג של עמילופקטין המכיל ארבע יחידות גלוקוז:

טבעת הסתעפות ושלוש טבעות הקשורות אליה.

/המשך בעמוד 25/

## נושא חמישי – חלבונים

13. קראטין הוא חלבון המצוי בין היתר בציפורניים, בשער ובצמר.

א. בין מולקולות הקראטין יש קשרי דו-גפרית.

באיזה קראטין יש קשרי דו-גפרית רבים יותר: בקראטין של הציפורניים או

בקראטין של השער? נמק.

ב. המבנה של מולקולת הקראטין הוא סליל  $\alpha$ .

i משחה נגד פטריות בציפורניים מכילה אוראה,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

תפקיד האוראה לרכז את הציפורן הנגועה. כיצד האוראה מרככת את הציפורן?

ii כאשר מותחים סיבי צמר, הם מאבדים את המבנה של סליל  $\alpha$  ומקבלים

מבנה של משטח  $\beta$  הדומה למשי.

מה משתנה במעבר מסליל  $\alpha$  למשטח  $\beta$ ? הסבר.

ריבונוקלאז הוא חלבון כדורי הפעיל בסביבות  $\text{pH} = 7$ .

ארבע מהחומצות האמיניות הנמצאות בריבונוקלאז הן אספרגין (Asn), לויצין (Leu),

ליזין (Lys), חומצה אספרטית (Asp).

המבנה הכדורי של ריבונוקלאז מעוצב על ידי הצמדה הידרופובית (אפקט הידרופובי)

ומיוצב על ידי קשרים מסוגים שונים.

ג. i בתמיסה מימית, לאיזה כיוון פונה קבוצת הצד של האספרגין

שבריבונוקלאז – כלפי חוץ או כלפי פנים המולקולה? נמק.

ii בתמיסה מימית, לאיזה כיוון פונה קבוצת הצד של הלויצין

שבריבונוקלאז – כלפי חוץ או כלפי פנים המולקולה? נמק.

העלו את ה- $\text{pH}$  של תמיסה שנמצא בה ריבונוקלאז מ-7 ל-12.

iii האם תהיה לכך השפעה על ההצמדה ההידרופובית בריבונוקלאז? הסבר.

iv האם תהיה לכך השפעה על הקשרים בין הקבוצות הצדדיות של החומצות

האמיניות בריבונוקלאז? הסבר.

/המשך בעמוד 26/

14. א. לפפטידים, שיש בהם יותר חומצות אמיניות בסיסיות מחומצות אמיניות חומציות, יש נקודה איזואלקטרית גבוהה מ-7. הסבר מדוע.

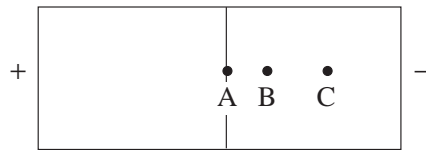
נתונים שלושה דו-פפטידים:  $Ala-Ile$  ,  $Gly-Lys$  ,  $Glu-Gln$  .

הנקודות האיזואלקטריות של שלושת הדו-פפטידים הן: 3.8 , 5.8 , 9.3 .

ב. התאם לכל אחד משלושת הדו-פפטידים את הנקודה האיזואלקטרית שלו. נמק.

ג. באיזה מטען יהיה טעון פפטיד שנמצא ב- pH הנמוך מהנקודה האיזואלקטרית שלו: חיובי או שלילי? נמק.

לתערובת של שלושת הדו-פפטידים הנתונים ביצעו אלקטרופורזה ב- pH השווה לנקודה האיזואלקטרית של אחד מהם. לפניך התוצאות:



ד. i מהו ה- pH שבו בוצעה האלקטרופורזה: 3.8 , 5.8 , 9.3 ?

ii זהה כל אחד מהדו-פפטידים המסומנים באותיות A , B , C . הסבר.

+

+

ביצעו ניסוי עם הדו-פפטידים הנתונים:

חיברו את הדו-פפטיד  $Glu-Gln$  לקצה N של אחד מהדו-פפטידים האחרים, והתקבל

טטרה-פפטיד. ב-  $pH = 7$  מטענו החשמלי של הטטרה-פפטיד היה -1.

ה. i לאיזה מהדו-פפטידים חיברו את  $Glu-Gln$  : ל-  $Gly-Lys$  או

ל-  $Ala-Ile$  ? נמק.

ii האם המטען החשמלי של הטטרה-פפטיד ב-  $pH = 7$  יהיה שונה בהרבה מ-1,

כאשר הדו-פפטיד  $Glu-Gln$  יתחבר לקצה C במקום לקצה N ? נמק.

/המשך בעמוד 28/

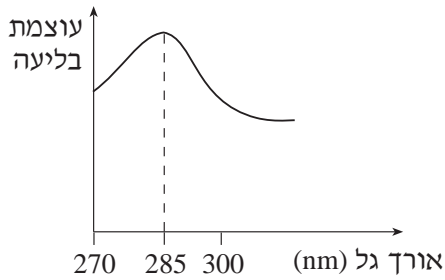
+

+

## נושא שישי – אינטראקציה בין קרינה לחומר

שים לב: נוסחאות ונתונים לשאלות 15-16 נמצאים בעמודים 32-33.

15. השאלה עוסקת באינטראקציה בין קרינה אלקטרומגנטית לבין אטומים ומולקולות.



לפניך קטע מספקטרום בליעה של אוקסיבנוון הנמצא בקרם שזוף. האוקסיבנוון בולע חלק מקרינת השמש וכך מגן על העור.

א. i באורך גל 285 nm ההגנה מקרינת השמש על ידי אוקסיבנוון היא מרבית.

באיזה תחום נמצא אורך גל זה: אינפרא-אדום, אור נראה, אולטרה-סגול?

נמק.

ii מהי אנרגיית הפוטון ב-eV של הקרינה באורך גל 285 nm ?

פרט את חישוביך.

ב. כדי לגרום לאפקט פוטואלקטרי במתכת ליתיום,  $Li(s)$ , דרושה קרינה באורך גל

מקסימלי של 517 nm .

i מהו אפקט פוטואלקטרי? ציין את התנאי לקיומו.

ii האם קרינת השמש יכולה לגרום לאפקט פוטואלקטרי במתכת ליתיום? נמק.

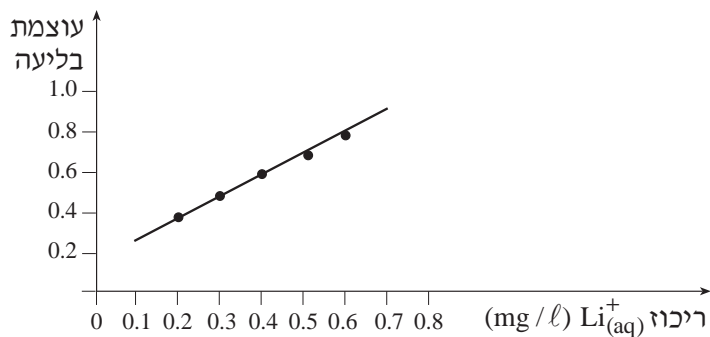
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

+

+

גילו מעיין שבמים שלו יש יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$ . יונים אלה נמצאים גם בתרופות מסוימות. את הריכוז של יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$  במי המעיין אפשר למדוד בשיטה הבאה: מכינים סדרת תמיסות בריכוזים שונים של יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$ . מודדים את עוצמת הבליעה של כל אחת מתמיסות אלה באורך גל קבוע, ומכינים עקומת כיוול. ג. מדוע יש לבצע את המדידות באורך גל קבוע?

לפניך עקומת כיוול המתארת את הקשר בין עוצמת הבליעה לריכוז יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$  בתמיסה מימית, בתחום הלינארי.



ד. i. הסבר מדוע יש קשר ישר בין עוצמת הבליעה לריכוז יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$ ,

כפי שמראה עקומת הכיוול.

ii. הסבר כיצד אפשר למצוא את ריכוז יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$  במי המעיין, בעזרת עקומת

הכיוול הנתונה, אם עוצמת הבליעה של מדגם שנלקח מהמעיין היא 1.4.

iii. במקרה שריכוז יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$  במי המעיין נמוך מ-  $0.05 \text{ mg/l}$ , אי-אפשר

להשתמש בעקומת הכיוול הנתונה. מה צריך לעשות כדי לקבוע את הריכוז של

יוני  $\text{Li}_{(\text{aq})}^+$  במקרה זה, בעזרת אותה שיטה?

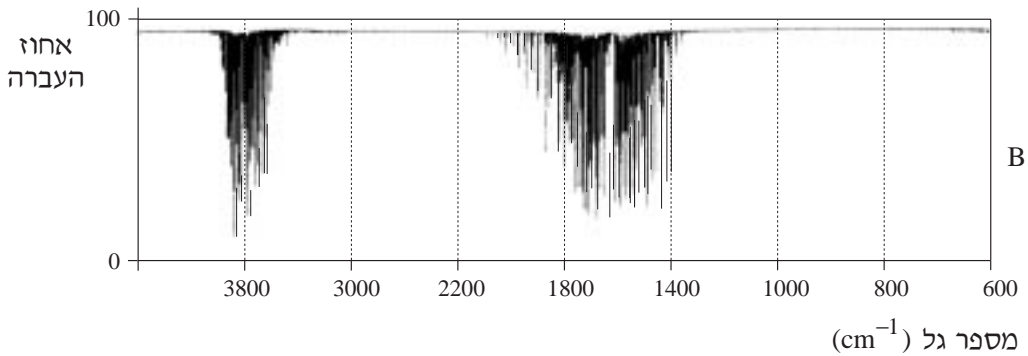
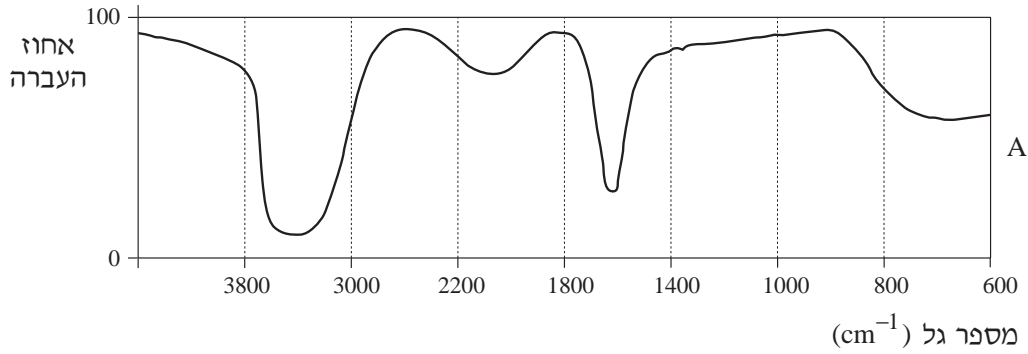
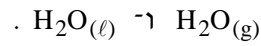
/המשך בעמוד 30/

+

+

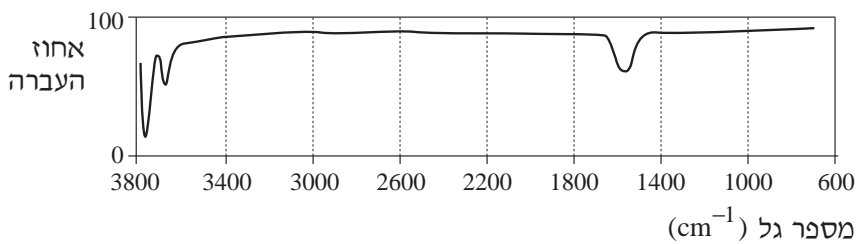
16. השאלה עוסקת באינטראקציה בין קרינה לחומר בתחום האינפרא-אדום.

א. לפניך שני ספקטרום בליעה (העברה), A ו- B, של מים במצבי צבירה שונים:



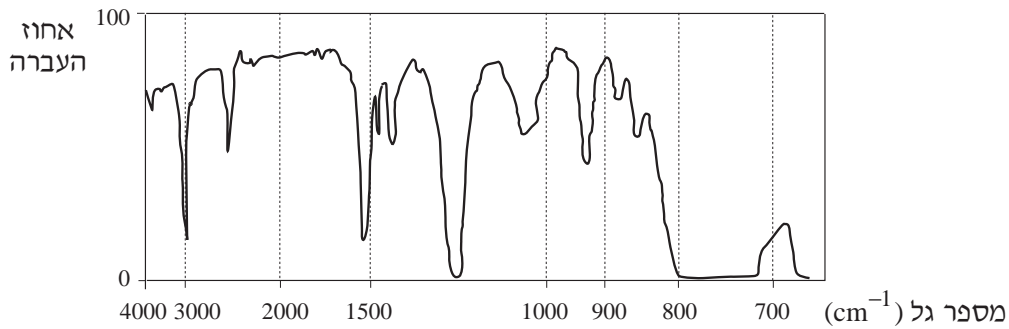
איזה ספקטרום, A או B, מתאים למים במצב צבירה גז? נמק.

ב. לפניך ספקטרום בליעה (העברה) של מים ב-  $\text{CCl}_4(\ell)$ .



$\text{CCl}_4(\ell)$  מתאים למדידת ספקטרום של מים. נמק עובדה זו.

ג. לפניך ספקטרום בליעה (העברה) של  $\text{CHCl}_3(\ell)$ .



$\text{CHCl}_3(\ell)$  אינו מתאים לשמש ממס למדידת ספקטרום של חומרים רבים בתחום

האינפרא-אדום. הסבר מדוע.

ד. האם בספקטרום של  $\text{CDCl}_3(\ell)$  תהיה הבליעה המתאימה לקשר C-D זהה

לזו של הקשר C-H בספקטרום של  $\text{CHCl}_3(\ell)$ , או שונה ממנה? הסבר.

(D – דויטריום – איזוטופ של מימן בעל מספר מסה 2).

ה. מספר הגל המתאים לקשר C-H במולקולה  $\text{CHCl}_3$  הוא  $3000 \text{ cm}^{-1}$ .

חשב את תדירות הבליעה האופיינית לקשר זה. פרט את חישוביך.

## בהצלחה!

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

## נוסחאות ונתונים לשאלות 15-16

### קרינה אלקטרומגנטית:

$E = h\nu$  אנרגיה של פוטון:

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

$c = \lambda\nu$

### קבועים:

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

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

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

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$     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):**

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

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

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

$$E_J = BJ(J+1)$$
 אנרגיה רוטציונית:

**תנודה (ויברציה):**

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

$$v = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{\mu}}$$
 תדירות תנודה אופיינית: (K – קבוע אופייני לקשר)

**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

נספח מס' 1  
 ملحق رقم 1

המערכה המחזורית  
 الترتيب الدوري

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57 ראה למטה	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.20	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.03	89 ראה למטה															

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)

**נספח מס' 2**  
**רשימה של חומצות אמיניות (pH 7)**      **מלحق رقم 2**  
**قائمة أحماض أمينية (pH 7)**

שם (לפי א"ב) الاسم	סימון מקובל الرمز المتبع	נוסחת מבנה الصيغة البنائية
איזולוצין Isoleucine إيزولويسين	Ile	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{COO}^- \\   \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
אלאן Alanine ألانين	Ala	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
אספרגין Asparagine أسبرجين	Asn	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{COO}^- \\    \quad   \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
חומצה אספרטית Aspartic acid حامض الأسبرتيك	Asp	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^-\text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
ארגינין Arginine أرجينين	Arg	$\begin{array}{c} ^+\text{NH}_2 \quad \text{COO}^- \\    \quad   \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
גלוטאמין Glutamine جلوتامين	Gln	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{COO}^- \\    \quad   \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
חומצה גלוטאמית Glutamic acid حامض الجلوتاميك	Glu	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ ^-\text{OOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
גליצין Glycine جليسين	Gly	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{H} - \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
היסטידין Histidine هيستيدين	His	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}^+\text{N} \quad \text{NH} \quad \text{NH}_3^+ \\ \backslash \quad / \\ \text{CH} \end{array}$

נוסחת מבנה الصيغة البنائية	סימון מקובל الرمز المتبع	שם (לפי א"ב) الاسم
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{COO}^- \\   \quad   \\ \text{CH} - \text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	Val	וואלין Valine فالين
$\text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Tyr	טירוזין Tyrosine تيروزين
$\text{C}_8\text{H}_6\text{NH} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Trp	טריפטופן Tryptophan تريب톳فان
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array} \text{COO}^-$	Leu	לויציין Leucine لويسين
$\text{H}_3\text{N}^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Lys	ליזין Lysine ليزين
$\text{CH}_3 - \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Met	מתיונין Methionine ميثيونين
$\text{HO} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Ser	סרין Serine سيرين
$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Phe	פנילאלנין Phenylalanine فنيلاألانين
$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \quad \text{NH}_2^+ \end{array}$	Pro	פרולין Proline برولين
$\text{HS} - \text{CH}_2 - \begin{array}{c} \text{COO}^- \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Cys	ציסטאין Cysteine سيستين
$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{COO}^- \\   \quad   \\ \text{CH} - \text{CH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	Thr	תראונין Threonine ثريئونين

מלحق رقم 3

لائحة قوانين

נספח מס' 3

דף נוסחאות

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \text{ (J/mol}\cdot\text{K)}$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ \text{ (kJ/mol)}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \text{ (kJ/mol)}$$

الشحنة الكهربائية

$$q = It \text{ (C)}$$

السعة الكهربائية

$$= It \text{ (A}\cdot\text{h)}$$

$$1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3600 \text{ C}$$

الطاقة الكهربائية

$$= VIt \text{ (J)}$$

القدرة

$$P = VI \text{ (W)}$$

كثافة الطاقة الوزنية

$$= \frac{VIt}{m} \text{ (J/kg)}$$

كثافة القدرة الوزنية

$$= \frac{VI}{m} \text{ (W/kg)}$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + 2.3RT \log Q \text{ (kJ/mol)}$$

$$E = E^\circ - \frac{2.3RT}{nF} \log Q \text{ (V)}$$

ثابت الغازات

$$R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

ثابت فرادي

$$F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

$$= 96.5 \text{ kC/mol}$$