

**ניתוח בחינת הבגרות בכימיה**  
**3 יחידות לימוד - שאלון 918651**  
**תשס"ו 2006**

**הוכן על-ידי: בוגרי הסדנאות להכשרת מורים מובילים**  
**במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה שהתקיימו במכון ויצמן ובטכניון**

**בראשות: זיוה בר-דב**

**בוגרי הסדנאות: דורית בר**  
**אסתר ברקוביץ**

**אלנה גורליק**  
**רינה זסלבסקי**  
**עבדאללה חלאילה**  
**חאלד מסאלחה**  
**אלה פרוטקין-זילברמן**  
**מיכאל קויפמן**  
**רותי שטנגר**  
**נאוה תמם**

**יעוץ מדעי: פרופ' אבי הופשטיין**  
**ד"ר רחל ממלוק-נעמן**

**דצמבר 2006**



# שאלה 1

א. נתונים חלקיקים I, II, III, IV :



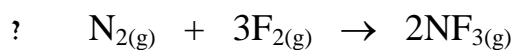
מהי הקביעה הנכונה?

1. לחלקיקים I, II, III, IV יש אותו מספר אלקטרונים.
2. לחלקיקים I ו-IV יש מספר נויטרונים שונה.
3. לחלקיקים I ו-II יש מספר נויטרונים שונה.
4. לחלקיקים II ו-III יש מספר פרוטונים שונה.

הנימוק:

לכל החלקיקים הנתונים מספר פרוטונים שווה. לחלקיקים I, II, III אותו מספר נויטרונים - 30. רק לחלקיק IV מספר נויטרונים 28.

איזה מהאיורים שלפניך הוא תיאור סכמתי נכון של המגיבים ושל התוצרים בתגובה:



<p>מגיבים</p>	<p>תוצרים</p>	<p>1. 0%</p>
<p>מגיבים</p>	<p>תוצרים</p>	<p>2. 2%</p>
<p>מגיבים</p>	<p>תוצרים</p>	<p>3. 2%</p>
<p>מגיבים</p>	<p>תוצרים</p>	<p>4. 96%</p>

**הנימוק:**

- בתיאור סכמתי 4 החלקיקים של המגיבים ושל התוצר מיוצגים נכון:
- מודלים של מולקולות דו-אטומיות של חנקן ושל פלואור ושל מולקולות  $\text{NF}_3$ .
  - מרחקים משמעותיים בין מולקולות המגיבים והתוצר מתארים את המצב הגזי.
  - יחס כמותי בין המולקולות של המגיבים ושל התוצרים מתאים ליחס המולים בניסוח התגובה המאוזן.

ג. נתון ברומי,  $\text{NaBr}_{(s)}$ , מתמוסס היטב במים.

מהי הסיבה לכך?

1. היווצרות קשרי מימן בין יוני המומס לבין מולקולות המים.
2. היווצרות כוחות ון-דר-ואלס בין מולקולות המומס לבין מולקולות המים.
3. היווצרות כוחות משיכה בין יוני המומס לבין מולקולות המים.
4. היווצרות קשרים יוניים בין יוני המומס לבין מולקולות המים.

### הנימוק:

$\text{NaBr}_{(s)}$  הוא חומר יוני קל תמס, המתפרק במים ליונים על פי הניסוח:



מולקולות המים הן בעלות דו קוטב קבוע:  $\delta +$  על כל אחד מאטומי המימן, ו-  $\delta -$  על אטום החמצן. הקוטב החיובי של מולקולות המים נמשך אל האניונים של המלח, והקוטב השלילי של מולקולות המים נמשך אל הקטיונים של המלח. מולקולות המים נמשכות ליונים שבקצות הסריג, מושכות אותם, מנתקות אותם מן הסריג ומקיפות כל יון שניתק. נוצרים כוחות משיכה אלקטרוסטטיים בין יוני המומס לבין מולקולות המים.

ד. במדגם של 12.8 גרם של יסוד מסוים יש 0.4 מול מולקולות דו-אטומיות. מהו המשפט הנכון?

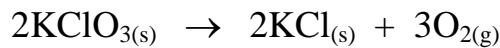
1. היסוד הוא חמצן (מספר אטומי 8).
2. היסוד הוא גפרית (מספר אטומי 16).
3. המסה של מול אטומי היסוד היא 32 גרם.
4. המסה של מול מולקולות היסוד היא 16 גרם.

### הנימוק:

אם המסה של 0.4 מול של החומר היא 12.8 גרם, הרי שהמסה המולרית היא:

$$\frac{12.8 \text{ gr}}{0.4 \text{ mol}} = 32 \text{ gr/mol}$$

זוהי מסה מולרית של חומר שמורכב ממולקולות דו-אטומיות, ומכאן שהחומר הוא חמצן כי מסה מולרית של אטומי חמצן היא 16 גרם למול אטומים.



מהי הקביעה הנכונה?

1. אטומי החמצן הם המחמצן בשתי התגובות.
2. **אטומי החמצן הם המחזור בשתי התגובות.**
3. אטומי החמצן הם גם המחמצן וגם המחזור בשתי התגובות.
4. לא מתרחש חמצון-חיזור בשתי התגובות.

### הנימוק:

דרגת חמצון של אטומי החמצן עולה במהלך כל אחת משתי התגובות הנתונות:



אטומי החמצן עוברים חמצון בשתי התגובות, לכן הם המחזור.

1. כלי מכיל 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.1M .
- באיזו מהפעולות שלפניך לא ישתנה ה- pH של התמיסה?
  1. הוספת 100 מיליליטר מים.
  2. הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.01M .
  3. **הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.1M .**
  4. הוספת 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 1M .

### הנימוק:

ערכו של pH התמיסה הוא פונקציה של ריכוז יוני הידרוניום.

יש לבדוק בכל אחד מהניסויים אם, כתוצאה מהפעולה, חל שינוי בריכוז יוני הידרוניום בתמיסה. הריכוז של יוני הידרוניום לא משתנה רק בניסוי 3, כי בו מערבבים שתי תמיסות של אותו חומר בעלות אותו ריכוז.

בניסוי 1 מוסיפים מים. הדבר יגרום להגדלת הנפח של התמיסה ללא שינוי במספר המולים של HCl, לכן הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה יקטן ו- pH התמיסה יעלה.

בניסוי 2 מוסיפים 100 מיליליטר של תמיסה מהולה יותר ל- 100 של התמיסה המקורית. הדבר יגרום למיהול התמיסה המקורית - הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה יקטן ו- pH התמיסה יעלה.

בניסוי 4 מוסיפים 100 מיליליטר של תמיסה מרוכזת יותר ל- 100 של התמיסה המקורית. הדבר יגרום להגדלת הריכוז של יוני הידרוניום בתמיסה ו- pH התמיסה ירד.

1. בניסוי ראשון ערבבו שתי תמיסות הנמצאות ב-  $25^{\circ}\text{C}$  :  
 100 מיליליטר תמיסה מימית של HCl בריכוז 0.1M עם  
 100 מיליליטר תמיסה מימית של NaOH בריכוז 0.1M .  
 הטמפרטורה של התמיסה שהתקבלה לאחר הערבוב הייתה  $29^{\circ}\text{C}$  .  
 בניסוי שני חזרו על הניסוי הראשון, אך הפעם ערבבו 200 מיליליטר מכל תמיסה.  
 מהי הטמפרטורה של התמיסה שהתקבלה בניסוי השני?  
 1.  $29^{\circ}\text{C}$  .  
 2.  $33^{\circ}\text{C}$  .  
 3. בין  $29^{\circ}\text{C}$  ל-  $33^{\circ}\text{C}$  .  
 4.  $25^{\circ}\text{C}$  .

### הנימוק:

מספר מולים של כל אחד משני המגיבים :

$$n_1 = 0.1 \text{ mol/l} \times 0.1 \text{ l} = 0.01 \text{ mol} \quad \text{בניסוי הראשון} :$$

$$n_2 = 0.1 \text{ mol/l} \times 0.2 \text{ l} = 0.02 \text{ mol} \quad \text{בניסוי השני} :$$

בניסוי השני מספר המולים של כל אחד מהחומרים שהגיבו היה גדול פי 2 מאשר בניסוי הראשון, אך גם הנפח של כל אחת מהתמיסות היה גדול פי 2. לכן העלייה בטמפרטורה בשני הניסויים הייתה שווה.

אפשר לבצע עם התלמידים חישוב על-פי הנוסחה  $q = mc\Delta T$ , על מנת לפרט את הנימוק :

$$\Delta T_1 = 4^{\circ}\text{C} \quad q_1 = m_1 c_1 \Delta T_1 \quad \text{עבור הניסוי הראשון} :$$

$$q_2 = m_2 c_2 \Delta T_2 \quad \text{עבור הניסוי השני} :$$

$c_1 = c_2$  בשני הניסויים התמיסות הן מימיות. נתייחס לחום הסגולי של המים.

$$2m_1 = m_2 \quad (\text{נתייחס לצפיפות שלה מים : } 1 \text{ gr/ml})$$

$q$  תלוי במספר המולים של המגיבים, לכן אם  $2n_1 = n_2$ , אז  $2q_1 = q_2$

$$q_1 = 100 \times 4.2 \times 4 = 1680 \text{ J}$$

$$q_2 = 2 \times 1680 \text{ J} = 3360 \text{ J}$$

$$\Delta T_2 = \frac{q_2}{m_2 c_2} = \frac{3360}{200 \times 4.2} = 4^{\circ}\text{C}$$

הטמפרטורה של התמיסה שהתקבלה בניסוי השני היא  $29^{\circ}\text{C}$  .

- ח. טמפרטורת הרתיחה של התרכובת  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_3$  גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של התרכובת  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{OH}$  . x ו- y הם מספרים שלמים וחיוביים. מהי הקביעה הנכונה?
1. x קטן מ- y .
  2. x גדול מ- y .
  3. x שווה ל- y .
  4. אי-אפשר לקבוע מהו הקשר בין x ל- y .

### הנימוק:

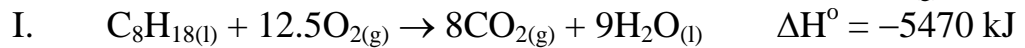
החומר	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_3$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{OH}$
סוג החומר	שניהם חומרים מולקולריים	
טמפרטורת רתיחה	נתון: טמפרטורת הרתיחה של $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_3$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של התרכובת $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{OH}$ .	
סוג הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזלי	כוחות ון-דר-ואלס	קשרי מימן וכוחות ון-דר-ואלס
חוזק יחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזלי	כוחות ון-דר-ואלס בין המולקולות של $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_3$ חזקים יותר מקשרי מימן וכוחות ון-דר-ואלס בין המולקולות של $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{OH}$ .	
גודל יחסי של מולקולות החומרים הנתונים (גודל הענן האלקטרוני)	המולקולות של $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}_3$ גדולות יותר מהמולקולות של $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_y\text{OH}$ .	
המסקנה	גודל המולקולות (גודל הענן האלקטרוני) נקבע על-ידי מספר קבוצות $-\text{CH}_2$ בשרשרת הפחמימנית. לכן: $x > y$	

## שאלה 2

### ניתוח קטע ממאמר מדעי

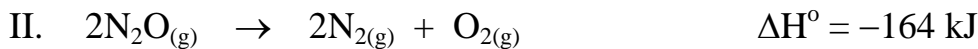
קרא את הקטע שלפניך, וענה על ארבעה סעיפים מבין הסעיפים שאחריו: חובה לענות על שלושת הסעיפים א, ב, ג, ויש לבחור אחד מבין הסעיפים ד, ה.

בתא השרפה של מנוע המכונית נשרף דלק עם החמצן שבאוויר. למשל האוקטאן,  $C_8H_{18(l)}$ , שבדלק מגיב עם החמצן,  $O_{2(g)}$ , בתגובת שרפה, על פי הניסוח:



כדי להגדיל את יכולת המכונית להאיץ אפשר להוסיף דו-חנקן חמצני,  $N_2O(g)$ , לתערובת האוויר והדלק, הנכנסת לתא השרפה של מנוע המכונית. בטמפרטורת החדר

$N_2O(g)$  הוא גז כמעט בלתי פעיל, אך בטמפרטורה הגבוהה שבתא השרפה של המנוע הוא מתפרק, על פי הניסוח:



1 ליטר  $N_2O(g)$  שנכנס לתא השרפה מספק 0.5 ליטר  $O_{2(g)}$ , ואילו 1 ליטר אוויר מספק רק 0.2 ליטר  $O_{2(g)}$ . עם הוספת  $N_2O(g)$  ריכוז החמצן בתא השרפה עולה, יותר דלק מגיב עם החמצן בתגובת השרפה, והמכונית מאיצה.

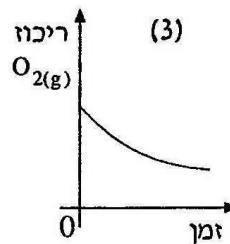
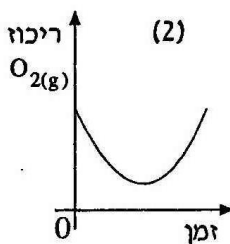
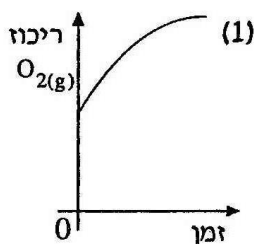
דו-חנקן חמצני מאוחסן במכונית בלחץ גבוה, ומצב הצבירה שלו הוא נוזל. כאשר דו-חנקן חמצני נוזלי מוזרק לתא השרפה של המנוע הוא מתאדה. תהליך האיידוי גורם לקירור הגזים הנכנסים לתא השרפה, נפחם קטן, ויותר דלק ואוויר יכולים להיכנס לתא השרפה.

הוספת  $N_2O(g)$  לתערובת האוויר והדלק נהוגה היום במכוניות מרוץ, באופנועים ואפילו במכוניות משפחתיות יוקרתיות.

(מעובד על פי: ד"ר קצביץ, "גז הצחוק", על-כימיה, פברואר 2005)

### סעיף א'

הכניסו  $N_2O(g)$  לכלי סגור המכיל אוויר, וחיממו את הכלי. איזה מבין שלושת הגרפים שלפניך עשוי לתאר נכון את ההשתנות של ריכוז החמצן בכלי? נמק.



### התשובה:

גרף (1).

בחימום מתרחשת תגובה II וריכוז החמצן עולה (בנוסף לחמצן האוויר שהיה בכלי).



## סעיף ב'

### תת-סעיף i

כאשר הדלק נשרף, עולה הטמפרטורה בתא השרפה של המנוע. הסבר מדוע.

#### התשובה:

תגובת השרפה של הדלק היא תגובה אקזותרמית (אנ: בתגובת השרפה נפלטת אנרגיה).

### תת-סעיף ii

תלמיד טען כי כאשר מוסיפים  $N_2O_{(g)}$  לתא השרפה, העלייה בטמפרטורה בגלל שרפת הדלק גדולה יותר מהעלייה בטמפרטורה בלי ההוספה. נמק את טענתו של התלמיד

#### התשובה:

$N_2O_{(g)}$  מתפרק ונוצר חמצן. לכן יותר דלק מגיב עם החמצן ונפלטת יותר אנרגיה.

## סעיף ג'

תגובת הפירוק של  $N_2O_{(g)}$  מעלה את הלחץ בתא השרפה. הסבר מדוע.

#### התשובה:

במהלך התגובה גדל מספר המולים של הגזים. אנ: שהלחץ עולה בגלל שתגובת הפירוק היא אקזותרמית והעלייה בטמפרטורה מעלה את הלחץ.

## סעיף ד'

נתון: הנפח של 1 מול גז בתנאי החדר הוא 25 ליטר. מהי האנרגיה שנפלטת בתגובת פירוק של  $N_2O_{(g)}$ , שבה התקבלה כמות חמצן שנפחה בתנאי החדר הוא 12.5 ליטר? פרט את חישוביך.

#### התשובה:

$$0.5 \text{ מול} = \frac{12.5 \text{ ליטר}}{25 \frac{\text{ליטר}}{\text{מול}}}$$

$$164 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times 0.5 \text{ mol} = 82 \text{ kJ}$$

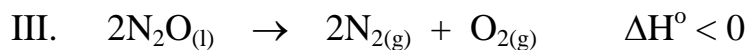
מספר מולים של  $O_{2(g)}$  שהתקבלו בתגובת הפירוק:

האנרגיה הנפלטת עבור 1 מול  $O_{2(g)}$ : 164 kJ

האנרגיה הנפלטת עבור 0.5 מול  $O_{2(g)}$ :

## סעיף ה'

לפניך ניסוח של תגובת הפירוק של דו-חנקן חמצני נוזלי:



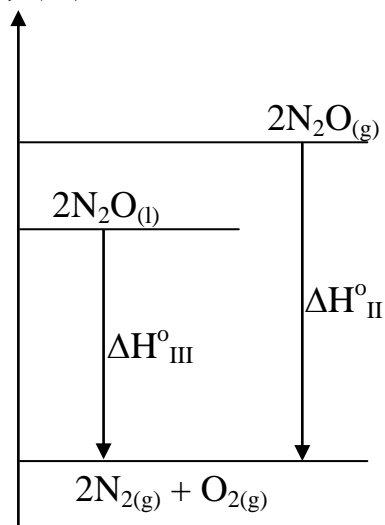
קבע אם האנרגיה הנפלטת בתגובה III גדולה מהאנרגיה הנפלטת בתגובה II הרשומה בקטע, קטנה ממנה או שווה לה. נמק.

## התשובה:

האנרגיה הנפלטת בתגובה III קטנה מהאנרגיה הנפלטת בתגובה II. תכולת האנרגיה של התוצרים שווה בשתי התגובות. תכולת האנרגיה של דו-חנקן חמצני בתגובה II גבוהה יותר, כי תכולת האנרגיה של דו-חנקן חמצני במצב גז גבוהה יותר מזו במצב נוזל.

אנרגיה

א:



## שאלה 3

### מבנה וקישור

לפניך נתונים של שלושה חומרים :

טמפרטורת הרתיחה	טמפרטורת ההיתוך	החומר
97°C	-126 °C	1-פרופאנול $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
210°C	167 °C	אמון חנקתי $\text{NH}_4\text{NO}_3$
0°C	-138 °C	בוטאן $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

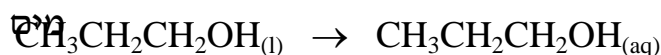
#### סעיף א'

בתנאי החדר הכינו תמיסה מימית של 1-פרופאנול ותמיסה מימית של אמון חנקתי.

#### תת-סעיף i

נסח את תהליך ההמסה במים של 1-פרופאנול.

#### התשובה:



#### תת-סעיף ii

נסח את תהליך ההמסה במים של אמון חנקתי.

#### התשובה:



#### תת-סעיף iii

קבע עבור כל אחת מהתמיסות שהוכנו, אם היא מוליכה חשמל. נמק כל קביעה.

#### התשובה:

התמיסה של 1-פרופאנול אינה מוליכה חשמל כי אין בה יונים ניידיים. התמיסה של אמון חנקתי מוליכה חשמל כי יש בה יונים ניידיים.

#### סעיף ב'

קבע עבור כל אחד מהמשפטים i עד iii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

#### תת-סעיף i

טמפרטורת ההיתוך של אמון חנקתי גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של בוטאן, כי המולקולות של אמון חנקתי גדולות מהמולקולות של בוטאן.

#### התשובה

לא נכון. הסיבה להבדל היא שאמון חנקתי הוא חומר יוני. קשרים יוניים חזקים בהרבה מקשרי מימן שקיימים בין המולקולות של 1-פרופאנול.

## תת-סעיף ii

אמון חנקתי אינו מוליך חשמל בטמפרטורת החדר.

### התשובה

נכון. במוצק היונים אינם ניידים.

## תת-סעיף iii

בין המולקולות של 1-פרופאנול נוזלי יש קשרי מימן וכוחות ון-דר-ואלס, ובין המולקולות של בוטאן נוזלי יש כוחות ון-דר-ואלס בלבד.

### התשובה:

נכון. בין המולקולות של 1-פרופאנול יש קשרי מימן הודות לקבוצות OH-.  
(אן: בין המולקולות של בוטאן יש כוחות ון-דר-ואלס בלבד כי, אין אפשרות ליצירת קשרי מימן.)

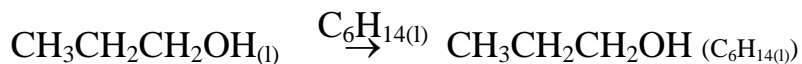
## סעיף ג'

1-פרופאנול מתמוסס בהקסאן,  $C_6H_{14(l)}$ .

## תת-סעיף i

נסח את תהליך ההמסה של 1-פרופאנול בהקסאן, בתנאי החדר.

### התשובה:



## תת-סעיף ii

הסבר מדוע 1-פרופאנול מתמוסס בהקסאן.

### התשובה

כי בין מולקולות המומס (החלק הפחמימני, החלק ההידרופובי) לבין מולקולות הממס נוצרים כוחות ון-דר-ואלס.

## סעיף ד'

לשני החומרים  $N_2H_4$  ו- HCN יש מולקולות בגודל דומה, אך ב-  $30^\circ C$  אחד מהחומרים הוא נוזל ואחד הוא גז. קבע איזה מהחומרים הוא נוזל ואיזה מהם הוא גז. נמק.

### התשובה:

$N_2H_{4(l)}$  הוא נוזל ו- HCN הוא גז.

בין המולקולות של  $N_2H_{4(l)}$  יש קשרי מימן, ובין המולקולות של HCN יש כוחות ון-דר-ואלס בלבד. קשרי מימן חזקים מכוחות ון-דר-ואלס (לכן טמפרטורת הרתיחה של  $N_2H_{4(l)}$  גבוהה יותר).

## שאלה 4

### חומצות ובסיסים, סטויכיומטריה

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים חלקיים של שתי תמיסות מימיות, שהוכנו בכלים I ו-II:

סוגי היונים בתמיסה	הריכוז המולרי של החומר בתמיסה	נפח התמיסה	מספר המולים של החומר שהומס	נוסחת החומר שהומס	
	1M		0.02	Ba(OH) <sub>2</sub>	כלי I
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub>		0.1 ליטר	0.04		כלי II

#### סעיף א'

העתק למחברתך את הטבלה, והשלם בה את הנתונים החסרים. פֶּרַט את החישובים של נפח התמיסה ושל הריכוז המולרי.

#### התשובה:

סוגי היונים בתמיסה	הריכוז המולרי של החומר בתמיסה	נפח התמיסה	מספר המולים של החומר שהומס במים	נוסחת החומר שהומס	
Ba <sup>2+</sup> <sub>(aq)</sub> OH <sup>-</sup> <sub>(aq)</sub>	1M	<b>0.02 ליטר</b>	0.02	Ba(OH) <sub>2</sub>	כלי I
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> <sub>(aq)</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> <sub>(aq)</sub>	<b>0.4M</b>	0.1 ליטר	0.04	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	כלי II

$$\frac{0.02 \text{ mol}}{1\text{M}} = 0.02 \text{ liter (= 20 ml)} \quad : \text{Ba(OH)}_{2(aq)} \text{ של התמיסה של נפח התמיסה}$$

$$\frac{0.04 \text{ mol}}{0.01 \text{ liter}} = 0.4 \text{ M} \quad : \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \text{ של ריכוז מולרי}$$

#### סעיף ב'

העבירו חצי מהתמיסה שבכלי II לכלי ריק III. קבע אם ה-pH של התמיסה בכלי III גבוה מה-pH בכלי II, נמוך ממנו או שווה לו. נמק.

#### התשובה

pH בכלי III שווה ל-pH בכלי II, כי לא היה שינוי בריכוז יוני H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(aq)</sub>.  
(אן: לא היה מיהול; לא הייתה תוספת חומצה או בסיס.)

#### סעיף ג'

כמה מולים של החומר המומס נשארו בכלי II?  
**התשובה:** 0.02 מול

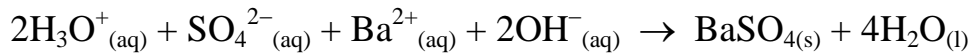
## סעיף ד'

לתמיסה שנשארה בכלי II הוסיפו את התמיסה שבכלי I. התרחשה תגובה, ונוצר משקע לבן.

### תת-סעיף i

נסח את התגובה שהתרחשה.

#### התשובה:



### תת-סעיף ii

מהו ה-pH של התמיסה בכלי בתום התגובה: בסיסי, חומצי או ניטרלי? נמק.

#### התשובה:

ה-pH בתום התגובה הוא ניטרלי.

מספר המולים של  $\text{H}_2\text{SO}_4$  בתמיסה שנשארה בכלי II הוא 0.02 מול.

מספר המולים של  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  בתמיסה שבכלי I הוא 0.02 מול.

יחס המולים בניסוח התגובה הוא 1:1, לכן התגובה תתרחש בשלמות

(אן: לכן לא יהיה עודף יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  או  $\text{OH}^-(\text{aq})$ ).

### תת-סעיף iii

אילו לתמיסה שנשארה בכלי II היו מוסיפים תמיסה המכילה מספר מולים של

$\text{Ba}(\text{OH})_2$  הגדול מ-0.02 מול, מה היה ה-pH של התמיסה בכלי בתום התגובה: בסיסי, חומצי או ניטרלי?

נמק.

#### התשובה:

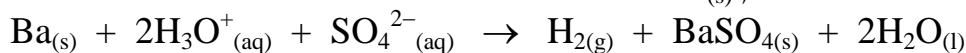
ה-pH בכלי בתום התגובה יהיה בסיסי.

לסתירה מלאה של 0.02 מול  $\text{H}_2\text{SO}_4$  דרושים 0.02 מול  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , לכן יישאר עודף

בסיס.

## סעיף ה'

לתמיסה שבכלי III הוסיפו 0.02 מול בריום,  $\text{Ba}(\text{s})$ . הבריום הגיב בשלמות על פי התגובה:



מהו ה-pH של התמיסה בכלי III בתום התגובה: בסיסי, חומצי או ניטרלי? נמק.

#### התשובה:

ה-pH בתום התגובה הוא ניטרלי.

מספר המולים של  $\text{H}_2\text{SO}_4$  בתמיסה שבכלי III הוא 0.02 מול.

מספר המולים של  $\text{Ba}(\text{s})$  הוא 0.02 מול.

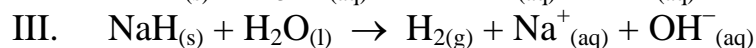
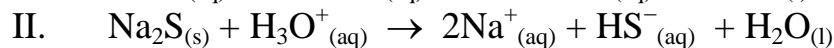
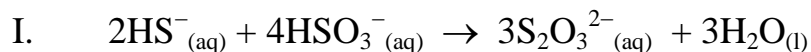
יחס המולים בניסוח תגובה הוא 1:1, לכן התגובה תתרחש בשלמות

(אן: לכן תתרחש בלי עודפים).

## שאלה 5

### חומצות ובסיסים, חמצון-חיזור

נתונים ניסוחים של תגובות I, II, III :



#### סעיף א' תת-סעיף i

עבור כל אחת מהתגובות I, II, III ציין אם היא תגובת חמצון-חיזור, תגובת חומצה-בסיס, או גם תגובת חמצון-חיזור וגם תגובת חומצה-בסיס.

#### התשובה:

I - תגובת חמצון-חיזור.

II - תגובת חומצה-בסיס.

III - גם תגובת חמצון-חיזור וגם תגובת חומצה-בסיס.

#### תת-סעיף ii

קבע מהו המחמצן ומהו המחזור בכל אחת מהתגובות שמתרחש בהן חמצון-חיזור. נמק.

#### התשובה:

I -  $\text{HS}^-_{(\text{aq})}$  מחזור, כי דרגת החמצון של אטומי הגפרית ב-  $\text{HS}^-_{(\text{aq})}$  עולה (או: כי אטומי הגפרית איבדו אלקטרונים).

II -  $\text{HSO}_3^-_{(\text{aq})}$  מחמצן, כי דרגת החמצון של אטומי הגפרית ב-  $\text{HSO}_3^-_{(\text{aq})}$  יורדת (או: כי אטומי הגפרית קיבלו אלקטרונים).

III -  $\text{NaH}_{(\text{s})}$  מחזור, כי דרגת החמצון של אטומי המימן ב-  $\text{NaH}_{(\text{s})}$  עולה (או: כי יוני המימן איבדו אלקטרונים).

IV -  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  מחמצן, כי דרגת החמצון של אטומי המימן ב-  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  יורדת (או: כי אטומי המימן קיבלו אלקטרונים).

#### תת-סעיף iii

קבע מהי החומצה ומהו הבסיס בכל אחת מהתגובות שמתרחש בהן תהליך חומצה-בסיס. נמק.

#### התשובה:

II -  $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{s})}$  (או)  $\text{S}^{2-}_{(\text{aq})}$  בסיס, כי חלקיקים אלה קלטו פרוטונים.  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  חומצה, כי חלקיקים אלה איבדו פרוטונים.

III -  $\text{NaH}_{(\text{s})}$  (או)  $\text{H}^-_{(\text{aq})}$  בסיס, כי חלקיקים אלה קלטו פרוטונים.  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$  חומצה, כי חלקיקים אלה איבדו פרוטונים.

## סעיף ב'

נתונות נוסחאות של שתי חומצות:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

### תת-סעיף i

קבע באיזו משתי החומצות אטומי הגפרית יכולים להגיב רק כחמצן ובאיזו מהן רק כמחזור. נמק.

#### התשובה:

$\text{H}_2\text{SO}_4$  פועלת רק כחמצן ו- $\text{H}_2\text{S}$  רק כמחזור.

דרגת החמצון של אטומי הגפרית ב- $\text{H}_2\text{SO}_4$  היא  $(6+)$ , שהיא דרגת החמצון המקסימלית שלהם.

דרגת החמצון של אטומי הגפרית ב- $\text{H}_2\text{S}$  היא  $(2-)$ , שהיא דרגת החמצון המינימלית שלהם.

### תת-סעיף ii

בתגובה של  $\text{KI}_{(s)}$  עם אחת מהחומצות הנתונות התקבל  $\text{I}_{2(s)}$ . איזו משתי החומצות הגיבה בתגובה זו:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  או  $\text{H}_2\text{S}$ ? נמק.

#### התשובה:

$\text{H}_2\text{SO}_4$ .

$\text{KI}_{(s)}$  עובר חמצון (אן: מחזור), כי דרגת החמצון של אטומי היוד עולה (לכן יש צורך במחמצן,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

## סעיף ג'

במפעל מסוים מטפלים בשפכים חומציים על ידי הוספת בסיס.

במפעל יש שני מכלים: במכל אחד יש  $\text{NaOH}_{(s)}$ , ובמכל השני יש  $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ .  
בכל אחד מהמכלים יש אותו מספר מולים של המוצק.

כדי לטפל בשפכים החומציים רוצים להשתמש בכל התכולה של אחד המכלים. בתכולה של איזה מכל כדאי להשתמש, כדי לנטרל כמות גדולה יותר של החומצה בשפכים? נמק.

#### התשובה:

בתכולה של מכל עם  $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ .

מ-1 מול  $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$  מתקבלים 2 מול יוני  $\text{OH}^-_{(aq)}$ , ואילו מ-1 מול  $\text{NaOH}_{(s)}$  מתקבל רק

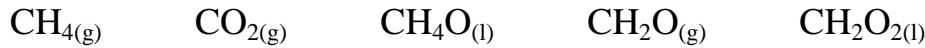
1 מול יוני  $\text{OH}^-_{(aq)}$ .



## שאלה 6

### חמצון-חיזור וסטיכיומטריה

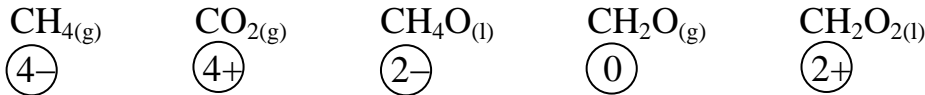
נתונות חמש תרכובות המכילות פחמן:



#### סעיף א'

רשום את דרגת החמצון של אטום הפחמן בכל אחת מהתרכובות הנתונות.

#### התשובה:



#### סעיף ב'

בתגובה בין  $\text{CH}_4\text{O}(\text{l})$  לבין יוני  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$  (בסביבה חומצית) מתקבלים  $\text{CH}_2\text{O}_2(\text{aq})$  ואחד מסוגי היונים  $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  או  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ .

#### תת-סעיף i

איזה משני סוגי היונים  $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$  או  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ , מתקבל בתגובה זו? נמק.

#### התשובה:

$\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ . בתגובה הנתונה  $\text{CH}_4\text{O}(\text{g})$  עובר חמצון (אן: מחזור), לכן  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$  מחמצן (אן: עובר חיזור).

אן: התגובה הנתונה היא תגובת חמצון-חיזור, לכן דרגת החמצון של אטומי כרום צריכה להשתנות.

#### תת-סעיף ii

כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה זו, כאשר נוצר 1 מול  $\text{CH}_2\text{O}_2(\text{aq})$ ? נמק. (אין צורך לרשום ניסוח תגובה מאוזן).

#### התשובה:

4 מול אלקטרונים.

כי כאשר 1 מול  $\text{CH}_4\text{O}(\text{l})$  עובר חמצון ל-1 מול  $\text{CH}_2\text{O}_2(\text{aq})$ , הוא מאבד 4 מול אלקטרונים.

#### סעיף ג

חמצון של  $\text{CH}_4\text{O}(\text{l})$  מתרחש בשני שלבים: בשלב הראשון מתקבלת תרכובת A שהיא אחת מהתרכובות הנתונות, ובשלב השני מתקבלת התרכובת  $\text{CH}_2\text{O}_2(\text{l})$ .

מהי הנוסחה של תרכובת A? נמק.

#### התשובה:

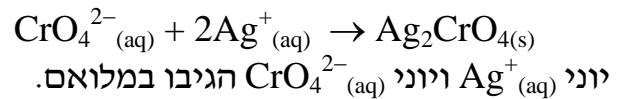
נוסחת תרכובת A:  $\text{CH}_2\text{O}$ .

דרגת החמצון של אטומי הפחמן ב-A היא בין דרגת החמצון של אטומי הפחמן במגיב

(אן: ב-  $\text{CH}_4\text{O}(\text{l})$ ) לבין דרגת החמצון של אטומי הפחמן בתוצר (אן: ב-  $\text{CH}_2\text{O}_2(\text{aq})$ ).

## סעיף ד

נתונה תמיסה מימית של יוני  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$  שנפחה 20 מיליליטר. לתמיסה זו הוסיפו 10 מיליליטר תמיסה מימית של  $0.2\text{M AgNO}_3(\text{aq})$ . התרחשה התגובה:



## תת-סעיף i

מהו ריכוז יוני  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$  בתמיסה הנתונה? פרט את חישוביך.

## התשובה:

מספר המולים של  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  שהגיבו:  $0.2\text{M} \times 0.01 \text{ liter} = 0.002 \text{ mol}$   
על פי יחס מולים 1:2 בתגובה, 0.002 מול  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  מגיבים עם:  $0.001 \text{ mol CrO}_4^{2-}(\text{aq})$   
ריכוז יוני  $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ :  $\frac{0.001 \text{ mol}}{0.02 \text{ liter}} = 0.05 \text{ M}$

## תת-סעיף ii

האם התגובה שהתרחשה היא תגובת חמצון-חיזור? נמק.

## התשובה:

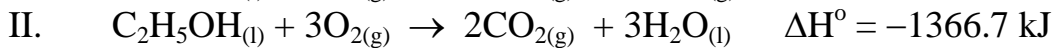
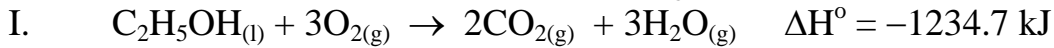
התגובה אינה תגובת חמצון-חיזור.  
אין שינוי בדרגות חמצון של החומרים המשתתפים בתגובה.

# שאלה 7

## אנרגיה

### סעיף א'

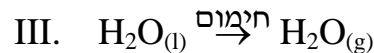
לפניך שתי תגובות של אתאנול,  $C_2H_5OH_{(l)}$ , עם חמצן,  $O_{2(g)}$ :



### תת-סעיף i

נסח את תהליך האיידוי של מים.

**התשובה:**



### תת-סעיף ii

חשב את האנרגיה הדרושה כדי לאדות 3 מול מים. פרט את חישוביך.

**התשובה:**

$$3\Delta H^\circ_{III} = \Delta H^\circ_I - \Delta H^\circ_{II} = -1234.7 - (-1366.7) = 132 \text{ kJ}$$

### סעיף ב'

חשב את האנרגיה הדרושה כדי להעלות את הטמפרטורה של 3 מול  $H_2O_{(l)}$  מ- $20^\circ\text{C}$  עד מ- $100^\circ\text{C}$ . פרט את חישוביך.

נתון: קיבול החום הסגולי,  $c$ , של  $H_2O_{(l)}$  הוא  $4.2 \frac{\text{J}}{\text{gr}\cdot^\circ\text{C}}$ .

**התשובה:**

$$(q = mc\Delta T)$$

$$q = 3 \times 18\text{gr} \times 4.2 \frac{\text{J}}{\text{gr}\cdot^\circ\text{C}} \times (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 18,144 \text{ j} (= 18.144 \text{ kJ})$$

### סעיף ג'

רוצים להפוך 3 מול  $H_2O_{(l)}$  הנמצאים בטמפרטורה של  $20^\circ\text{C}$ , ל-3 מול  $H_2O_{(g)}$ , שיימצאו בטמפרטורה של  $100^\circ\text{C}$ .

חשב את האנרגיה הכוללת הדרושה לתהליך. פרט את חישוביך.

**התשובה:**

18.144 kJ : חימום 3 מול  $H_2O_{(l)}$  מ- $20^\circ\text{C}$  עד  $100^\circ\text{C}$

132 kJ : איידוי 3 מול  $H_2O_{(l)}$

$18.144 + 132 = 150.144 \text{ kJ}$  : האנרגיה הכוללת הדרושה לתהליך

## סעיף ד'

קיבול החום הסגולי,  $c$ , של קרח,  $H_2O_{(s)}$ , הוא  $2.1 \frac{J}{gr \cdot ^\circ C}$ .

חימומו כמות מסוימת של  $H_2O_{(s)}$  מ- $-20^\circ C$  עד  $-10^\circ C$ ,

והחימומו אותה כמות של  $H_2O_{(l)}$  מ- $25^\circ C$  עד  $35^\circ C$ .

קבע אם האנרגיה שהושקע בחימום  $H_2O_{(s)}$  גדולה מהאנרגיה שהושקעה בחימום  $H_2O_{(l)}$ , קטנה ממנה או שווה לה? נמק.

### התשובה:

בחימום  $H_2O_{(s)}$  הושקעה אנרגיה קטנה יותר.

$\Delta T$  ו- $m$  שווים בשני התהליכים, ואילו  $c$  של  $H_2O_{(s)}$  קטן מ- $c$  של  $H_2O_{(l)}$ .  
א:

$$q_{H_2O_{(l)}} = m \times 4.2 \times 10 = 42m$$

$$q_{H_2O_{(s)}} = m \times 2.1 \times 10 = 21m$$

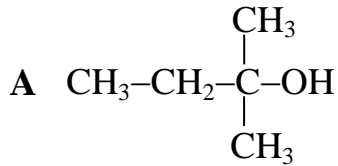
# שאלה 8

## תרכובות פחמן

הנוסחה המולקולרית של שני כהלים A ו-B היא  $C_5H_{12}O$ . המולקולות של שני הכהלים הן מסועפות. הכוהל A אינו מגיב עם  $CuO_{(s)}$ .

**סעיף א'**

**התשובה:**

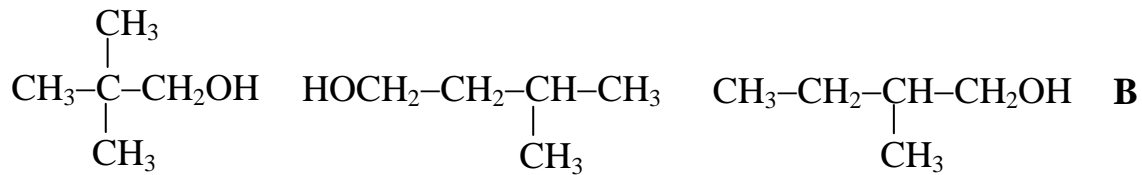


רשום נוסחת מבנה של הכוהל A.

**סעיף ב'**

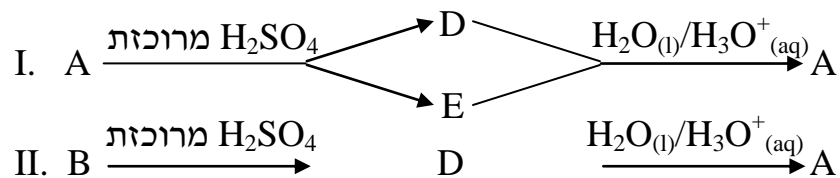
כוהל B מגיב עם  $CuO_{(s)}$ , ומתקבל אלדהיד C. רשום שלוש נוסחאות מבנה אפשריות של הכוהל B.

**התשובה:**



**סעיף ג'**

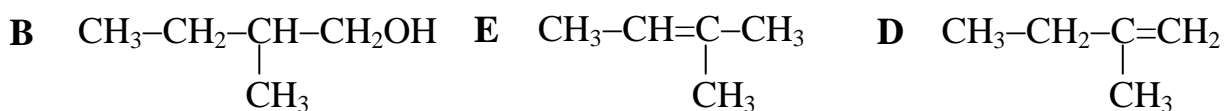
הכוהל A משתתף בשרשרת תגובות I, והכוהל B משתתף בשרשרת תגובות II:



**תת-סעיף i**

רשום את נוסחת המבנה של כל אחת מהתרכובות B, D ו-E.

**התשובה:**



## תת-סעיף ii

הסבר מדוע בסוף שרשרת התגובות II התקבל הכוהל A ולא הכוהל B .

### התשובה:

כי סיפוח מים הוא על פי כלל מרקובניקוב (אן) : אטום מימן מתקשר לפחמן שקשורים אליו יותר אטומי מימן).

## סעיף ד'

עבור כל אחת מהתרכובות B , C , D קבע אם היא מגיבה עם HCl (בתנאים המתאימים).

### התשובה:

תרכובות B ו-D מגיבות עם HCl .

תרכובת C אינה מגיבה עם HCl .