



המרכז הארצי למורי הכימיה



המחלקה להוראת המדעים

מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



מדינת ישראל
משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים
הפיקוח על הוראת הכימיה

בחינת הבגרות בכימיה

3 יחידות לימוד - שאלון 37303

2015 תשע"ה

הוכן על-ידי: בוגרי הקורסים למורים מובילים
במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה

בראשות: זיוה בר-דב

צוות הכתיבה: חני אלישע

רחל אשר

אסתר ברקוביץ

מוחמד גרה

רים סאבא

אלה פרוטקין-זילברמן

מיכאל קויפמן

רחל קלנר

עדינה שינפלד

נאוה תמם

יעוץ מדעי ופדגוגי: מכון ויצמן למדע: ד"ר רחל ממלוק-נעמן

ד"ר דבורה קצביץ

פרופ' ליאור קרוניק

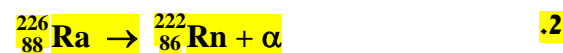
משרד החינוך: ד"ר דורית טייטלבוים, מפמ"ר כימיה

פברואר 2016

שאלה 1

סעיף א' מבנה האטום

ראדון, $Rn(g)$, הוא יסוד ממשפחת הגזים האצילים. האיזוטופ ${}^{222}_{86}Rn$ נוצר בתהליך פליטה של קרינה רדיואקטיבית. מהו הניסוח הנכון של התהליך שבו נוצר האיזוטופ ${}^{222}_{86}Rn$?



הנימוק:

בתגובות גרעיניות סכום פרוטונים ונויטרונים במגיבים שווה לסכום פרוטונים ונויטרונים בתוצרים. במהלך הקרינה הרדיואקטיבית מסוג אלפא, מגרעין האטום נפלט חלקיק α שהוא גרעין של אטום הליום. במהלך התגובה קטן ב- 2 מספר פרוטונים בגרעין האטום, ומספר נויטרונים קטן ב- 2.

בקרינה רדיואקטיבית מסוג בטא, מגרעין האטום נפלט חלקיק β שהוא אלקטרון. נויטרון אחד בגרעין מתפרק לפרוטון ואלקטרון, לכן מספר נויטרונים קטן באחד ומספר פרוטונים גדל באחד (סך כול מספר פרוטונים + מספר נויטרונים במגיבים ובתוצרים נשאר שווה).

התשובה הנכונה היא 2. הניסוח מתאר קרינה רדיואקטיבית מסוג אלפא, שבמהלכה נפלט חלקיק 4_2He מגרעין של אטום Ra, בגרעין נשארים 86 פרוטונים, זהו גרעין של אטום Rn. מספר פרוטונים במגיבים ובתוצרים שווה, וסך כול מספר פרוטונים + מספר נויטרונים במגיבים ובתוצרים שווה.

מסיח 1 אינו נכון, כי מספר פרוטונים ומספר נויטרונים בגרעין האטום גדלים במהלך התגובה.

מסיח 3 אינו נכון, כי השינוי במספר פרוטונים ובמספר נויטרונים במהלך התגובה אינו מתאים לקרינה מסוג בטא.

מסיח 4 אינו נכון, כי במהלך התגובה אין שינוי במספר פרוטונים ויש ירידה בסכום פרוטונים ונויטרונים בגרעין. הדבר אינו מתאים לקרינה מסוג בטא.

סעיף ב' מבנה האטום

קבע מהו המשפט הנכון בנוגע לאנרגיית היינון הראשונה (E_1) של מגנזיום, Mg, ואנרגיית היינון הראשונה (E_1) של סידן, Ca.

1. E_1 של Mg גבוהה מ- E_1 של Ca, כי באטום Mg אלקטרוני הערכיות נמצאים ברמת אנרגיה נמוכה יותר.

2. E_1 של Mg גבוהה מ- E_1 של Ca, כי בגרעין של אטום Mg יש מספר קטן יותר של פרוטונים.

3. E_1 של Mg נמוכה מ- E_1 של Ca, כי באטום Mg אלקטרוני הערכיות נמצאים ברמת אנרגיה נמוכה יותר.

4. E_1 של Mg נמוכה מ- E_1 של Ca, כי בגרעין של אטום Mg יש מספר קטן יותר של פרוטונים.

הנימוק:

גורמים המשפיעים על אנרגיית יינון:

(1) המרחק בין גרעין האטום לבין האלקטרון שהאנרגיה שלו היא הגדולה ביותר - נמצא ברמת האנרגיה הגבוהה ביותר. ככל שמרחק זה גדול יותר, אנרגיית האלקטרון גדולה יותר, המשיכה בין האלקטרון היוצא לבין גרעין האטום חלשה יותר, ואנרגיית היינון נמוכה יותר.

(2) מספר פרוטונים בגרעין האטום. ככל שמספר פרוטונים בגרעין גדול יותר, המשיכה בין האלקטרון היוצא לבין גרעין האטום חזקה יותר, ואנרגיית היינון גבוהה יותר.

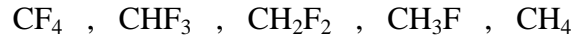
השפעת הגורם הראשון על אנרגיית יינון גדולה מזו של הגורם השני, שאליו מומלץ להתייחס כשמשווים בין אנרגיות יינון של שני אטומים, שבהם המרחק בין גרעין לאלקטרון שיוצא מן האטום דומה. התשובה הנכונה היא 1.

אנרגיית היינון הראשונה של אטום מגנזיום גבוהה מזו של אטום סידן, כי באטום Mg יש שתי רמות אנרגיה מאוכלסות ובאטום Ca יש שלוש רמות אנרגיה מאוכלסות. המרחק בין גרעין אטום Mg לבין האלקטרון שיוצא קטן יותר, המשיכה בינו לבין גרעין האטום חזקה יותר, לכן יש להשקיע אנרגיה גדולה יותר כדי להוציא אלקטרון מן האטום. מסיח 2 אינו נכון. הקביעה נכונה, אך ההסבר שגוי.

מסיחים 3 ו-4 אינם נכונים, כי הקביעות וההסברים אינם מתאימים למגמות בהשתנות של אנרגיית יינון בהתאם למיקום האטומים בטבלה המחזורית ובהתאם לגורמים המשפיעים על אנרגיית יינון.

סעיף ג' מבנה וקישור

לפניך נוסחאות של חמש מולקולות:



המבנה המרחבי של כל אחת מן המולקולות הוא טטראדר.
לאיזו/לאילו מבין המולקולות הנתונות יש רק דו-קטבים רגועים?

1. ל- CH_4

2. ל- CH_4 ו- CF_4

3. ל- CH_4 , CH_2F_2 ו- CF_4

4. ל- CH_3F , CH_2F_2 ו- CHF_3

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 2.

המולקולות שנוסחאותיהן CH_4 ו- CF_4 אינן קוטביות, מכיוון שבכל אחת מן המולקולות האלה לאטום הפחמן המרכזי קשורים אטומים זהים, ולכן חלוקת מטען שווה על פני המולקולה.

מסיח 1 אינו נכון, כי הוא לא כולל את נוסחת המולקולה CF_4 .

מסיחים 3 ו-4 אינם נכונים, כי בכל אחת מהמולקולות שנוסחאותיהן CH_3F , CH_2F_2 ו- CHF_3 לאטום הפחמן המרכזי קשורים אטומים שונים. נוצרת חלוקת מטען שונה על פני המולקולה. לכן לכל אחת מהמולקולות האלה יש דו-קוטב קבוע.

סעיף ד' סטויכיומטריה

בזמן מנוחה גוף האדם קולט מן הריאות במשך דקה 2.6 גרם חמצן, $O_{2(g)}$.
מהו המספר של אטומי חמצן שגוף האדם קולט בדקה?
נתון: במול אחד של חלקיקים יש $6.02 \cdot 10^{23}$ חלקיקים.

$$1. \frac{6.02 \cdot 10^{23}}{0.081}$$

$$2. \frac{6.02 \cdot 10^{23}}{0.162}$$

$$3. 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.081$$

$$4. 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.162$$

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 4.

המסה המולרית של חמצן, $O_{2(g)}$:

$$32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מספר המולים של מולקולות חמצן, $O_{2(g)}$, ב- 2.6 גרם:

$$\frac{2.6 \text{ gr}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.081 \text{ mol}$$

המספר של מולקולות חמצן, O_2 , שגוף האדם קולט בדקה:

$$6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.081$$

המספר של אטומי חמצן, O, שגוף האדם קולט בדקה:

$$6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.081 \cdot 2 = 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.162$$

או:

המסה של מול אטומי חמצן:

$$16 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מספר המולים של אטומי חמצן ב- 2.6 גרם:

$$\frac{2.6 \text{ gr}}{16 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.162 \text{ mol}$$

המספר של אטומי חמצן שגוף האדם קולט בדקה:

$$6.02 \cdot 10^{23} \cdot 0.162$$

סעיף ה' חמצון-חיזור

מגנזיום, $Mg_{(s)}$, מגיב עם יוני הידרוניום, $H_3O^+_{(aq)}$, על פי התגובה:



מהו ההיגד הנכון בנוגע לתגובה זו?

1. מימן, $H_{2(g)}$, הוא תוצר של חמצון.

2. יוני $Mg^{2+}_{(aq)}$ הם תוצר של חיזור.

3. אלקטרונים עוברים מיוני $H_3O^+_{(aq)}$ לאטומי Mg.

4. כאשר 0.15 מול $Mg_{(s)}$ מגיבים, עוברים 0.3 מול אלקטרונים.

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 4.

על פי ניסוח התגובה הנתון, מגנזיום עובר חמצון: דרגת החמצון של אטומי מגנזיום היא $\textcircled{0}$ ודרגת החמצון של יוני מגנזיום היא $\textcircled{+2}$.

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, כשמגיב 1 מול $Mg_{(s)}$, עוברים ממנו ליוני $H_3O^+_{(aq)}$ 2 מול אלקטרונים. אם מגיבים 0.15 מול $Mg_{(s)}$, עוברים: 0.30 מול אלקטרונים.

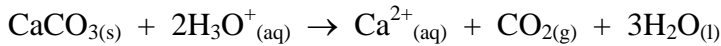
מסיח 1 אינו נכון, כי מימן הוא תוצר של חיזור: דרגת החמצון של אטומי מימן ביוני $H_3O^+_{(aq)}$ היא $\textcircled{+1}$, ודרגת החמצון של אטומי המימן במולקולות המימן היא $\textcircled{0}$.

מסיח 2 אינו נכון, כי כפי שנקבע בנימוק לתשובה 4, יוני $Mg^{2+}_{(aq)}$ הם תוצר של חמצון.

מסיח 3 אינו נכון, כי כפי שנקבע בנימוק לתשובה 4, אלקטרונים עוברים מ- $Mg_{(s)}$ ליוני $H_3O^+_{(aq)}$.

סעיף ו' חומצות וביסטים

סלע גיר מכיל אחוז גבוה של סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$.
נתונה התגובה:



מהי הקביעה הנכונה?

1. אפשר להבחין בין תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ לבין תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ על פי התגובה שלהן עם $\text{CaCO}_3(\text{s})$.
2. כאשר מטפטפים תמיסה מימית של חומצה על סלע גיר, מבחינים בהיווצרות בועות.
3. אפשר להבחין בין המוצקים $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ו- $\text{MgCO}_3(\text{s})$ על פי התגובה שלהם עם תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$.
4. התגובה הנתונה משמשת לזיהוי הגז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$.

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 2.

סידן פחמתי הוא מלח קשה תמס המכיל יוני CO_3^{2-} , הפועלים כביס, ולכן מגיבים עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$. בתגובה זו נוצרת חומצה פחמתית, $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$, המתפרקת למים ופחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, שמסיסותו במים נמוכה, ולכן נוצרות בועות.

מסיח 1 אינו נכון, כי אבן גיר מגיב עם יוני הידרוניום, ז.א. עם תמיסה מימית של כל חומצה. (קצב התגובה בתגובות של שתי החומצות יהיה מהיר, כי שתיהן חומצות חזקות.) בתגובות של שתי החומצות עם אבן גיר נוצרות בועות של הגז - פחמן דו-חמצני.

מסיח 3 אינו נכון, כי שני המלחים מכילים יוני CO_3^{2-} , שמגיבים עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ עם היווצרות הגז - פחמן דו-חמצני.

מסיח 4 אינו נכון, כי הגז $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא חסר צבע, ולכן אי אפשר לזהות אותו על פי התגובה הנתונה.

סעיף ז' חומצות ובסיסים

הכינו תמיסה של חומצה גפרתית, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$. ה-pH של התמיסה היה $\text{pH} = 2$.
הוסיפו לתמיסה חומר מסוים, ובעקבות זאת ה-pH של התמיסה ירד.
מהו החומר שהוסיפו לתמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$?

1. $\text{HBr}_{(\text{g})}$

2. $\text{NH}_{3(\text{g})}$

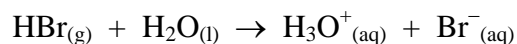
3. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

4. $\text{NaOH}_{(\text{s})}$

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 1.

ה-pH התמיסה ירד, כלומר התמיסה חומצית יותר - הריכוז יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, בה גבוה יותר.
מבין החומרים הנתונים, רק הוספת $\text{HBr}_{(\text{g})}$ תגרום לעלייה בריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה.
 $\text{HBr}_{(\text{g})}$ מגיב עם מים על פי התגובה:



מדובר בהוספת גז ולכן השינוי בנפח התמיסה זניח.

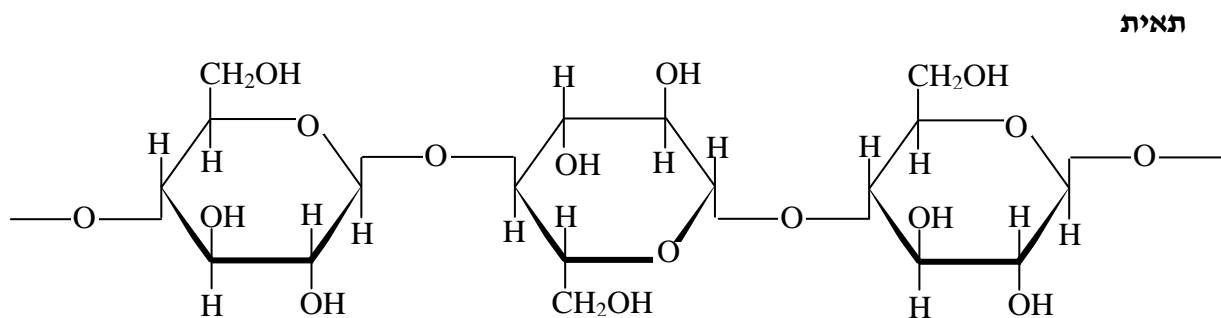
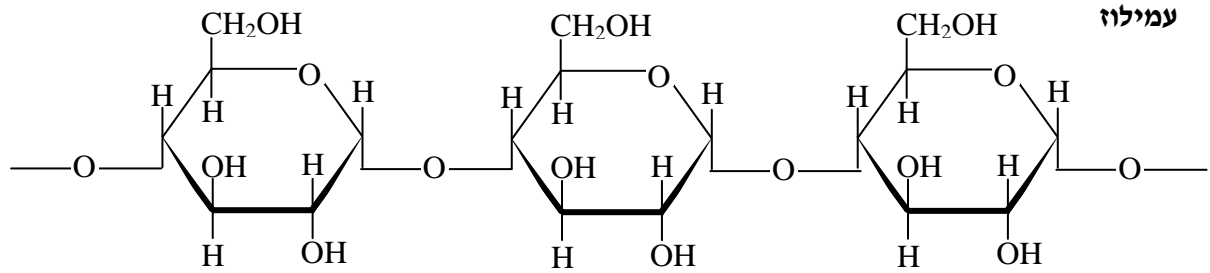
מסויה 2 אינו נכון, כי אמוניה מגיבה עם מים כבסיס, נוצרים יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ המגיבים עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ליצירת מים. הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה יורד, ו-pH התמיסה עולה.

מסויה 3 אינו נכון, כי ה-pH המים הוא ניטרלי. הוספת מים לתמיסה היא מיהול שבמהלכו ריכוז היונים בתמיסה יורד. הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה יורד, ו-pH התמיסה עולה.

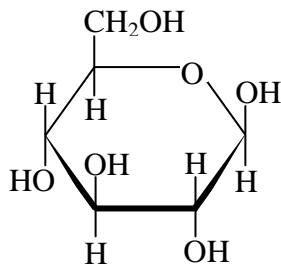
מסויה 4 אינו נכון, כי $\text{NaOH}_{(\text{s})}$ הוא חומר יוני שמתמוסס במים תוך פירוק ליונים. יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ מגיבים עם יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ליצירת מים. הריכוז של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ בתמיסה יורד, ו-pH התמיסה עולה.

סעיף ח' סוכרים

לפניך נוסחאות הייזרות של קטעים משתי מולקולות :
קטע ממולקולה של עמילוז (מרכיב של עמילן) וקטע ממולקולה של תאית.



נתונה נוסחת הייזרות של β גלוקוז :



לפניך שלושה היגדים :

- I. המולקולה של עמילוז והמולקולה של תאית בנויות מיחידות של גלוקוז.
- II. במולקולה של עמילוז וגם במולקולה של תאית תבנית הקשר הגליקוזידי היא $\alpha(1-4)$.
- III. בין המולקולות של עמילוז נוצרים קשרי מימן וגם בין מולקולות של תאית נוצרים קשרי מימן.

מהם ההיגדים הנכונים?

1. I ו-II
2. II ו-III
3. I ו-III
4. I, II ו-III

הנימוק:

התשובה הנכונה היא 3, כי ההיגדים הנכונים הם I ו-III. תאית ועמילוז הם רב סוכרים שהמולקולות שלהם בנויות מיחידות גלוקוז. בין המולקולות של עמילוז נוצרים קשרי מימן וגם בין המולקולות של תאית נוצרים קשרי מימן - בין קבוצות הידרוקסיל הנמצאות במולקולות של שני החומרים.

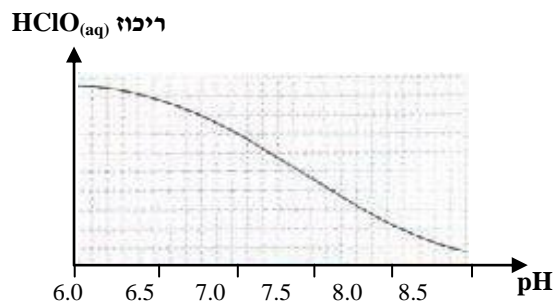
היגד II אינו נכון, כי במולקולה של עמילוז תבנית הקשר הגליקוזידי היא $\alpha(1-4)$, ובמולקולה של תאית תבנית הקשר הגליקוזידי היא $\beta(1-4)$.

שאלה 2

ניתוח קטע ממאמר מדעי - חובה

לשחות בתוך כימיה

ברכות שחייה הן מקום לבילוי, להנאה ולפעילות גופנית. במים שבברכות השחייה עלולים להתרבות חיידקים ולכן, כדי לשמור על בריאות המתרחצים, מים אלה עוברים חיטוי. באחת משיטות החיטוי מוסיפים למי הברכה תמיסה מימית מרוכזת של נתרן-תת-כלוריתי, $\text{NaClO}_{(aq)}$. בתמיסה זו יש יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$, יוני $\text{ClO}^-_{(aq)}$ וכן מולקולות של חומצה תת-כלוריתית, $\text{HClO}_{(aq)}$. החומר הפעיל הפוגע בחיידקים הוא $\text{HClO}_{(aq)}$. ככל שריכוז $\text{HClO}_{(aq)}$ במי הברכה גבוה יותר, החיטוי יעיל יותר. הריכוז של $\text{HClO}_{(aq)}$ תלוי, בין היתר, ב- pH. הגרף שלפניך מתאר באופן סכמתי את השפעת ה- pH על הריכוז של $\text{HClO}_{(aq)}$ במי הברכה.



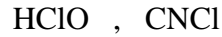
בברכות שחייה שומרים על תחום pH שבין 7.2 ל-7.4. בערכי pH אחרים מי הברכה גורמים לגירויים בעור ובעיניים. לעתים במי הברכה יש חומצה אורית, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3_{(aq)}$, תרכובת שמקורה בזיעה ובעיקר בשתן של המתרחצים. חומצה אורית מגיבה עם $\text{HClO}_{(aq)}$, ובעקבות זאת נוצרים, בין היתר, חנקן תלת-כלורי, $\text{NCl}_3_{(l)}$, שהוא נוזל נדיף, והגז ציאנוגן כלורי, $\text{CNCl}_{(g)}$. חומרים אלה גורמים לגירויים בדרכי הנשימה, בעור ובעיניים, ואחראיים לריח האופייני של ברכות השחייה, ריח המיוחס בטעות לעודף של חומר חיטוי במים. למען בריאות המתרחצים חייבים לשמור בקפדנות על תחום ה- pH, על ריכוז מתאים של החומר הפעיל ועל ריכוז נמוך של תוצרי התגובות של חומצה אורית. שמירה על אלה והתנהגות אחראית של המתרחצים יבטיחו הנאה מהשהות בברכה.

מעובד על פי:

1. "Swimming pool urine combines with chlorine to pose health risks", Science Daily, April, 2014
2. <http://www.pahlen.com/users-guide/ph-and-chlorine>

סעיף א'

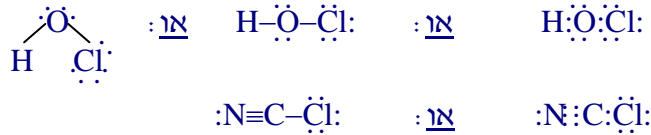
לפניך נוסחאות של מולקולות של שניים מן החומרים המוזכרים בקטע:



תת-סעיף i

רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית ל**כל אחת** מן המולקולות.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע את דרגת החמצון של אטום כלור, Cl, ב**כל אחת** מן המולקולות.

התשובה:



סעיף ב'

תת-סעיף i

המולקולות של החומר הפעיל $\text{HClO}_{(\text{aq})}$ נוצרות בתגובה בין יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ לבין מולקולות $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$. קבע אם תגובה זו היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת חומצה-בסיס. נמק.

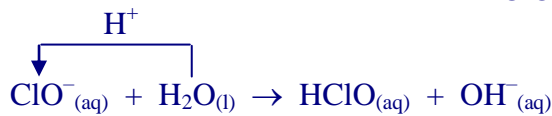
התשובה:

$\text{HClO}_{(\text{aq})}$ נוצר בתגובת חומצה-בסיס.

יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ מגיבים כבסיס וקושרים פרוטונים (H^+) (שמקורם במולקולות המים).

או: יש מעבר פרוטונים (H^+) ממולקולות $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ ליוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$.

או:



או: אין שינוי בדרגות החמצון של האטומים המשתתפים בתגובה, ולכן זאת לא תגובת חמצון-חיזור.

תת-סעיף ii

קבע אם בתגובה שנוצר בה ציאנוגן כלורי, $\text{CNCl}_{(\text{g})}$, החומר הפעיל $\text{HClO}_{(\text{aq})}$ הוא מחמצן או מחזור. נמק.

התשובה:

$\text{HClO}_{(\text{aq})}$ הוא מחמצן.

דרגות החמצון של אטומי Cl ירדה מ- $\textcircled{+1}$ במולקולות HClO ל- $\textcircled{-1}$ במולקולות CNCl .

סעיף ג'

הסבר מדוע בטמפרטורת החדר חנקן תלת-כלורי, $\text{NCl}_3(l)$, הוא במצב נוזל, ואילו ציאנוגן כלורי, $\text{CNCl}(g)$, הוא במצב גז.

התשובה:

(בין המולקולות בחומר $\text{NCl}_3(l)$ וגם בין מולקולות בחומר $\text{CNCl}(l)$ פועלות אינטראקציות ון-דר-ואלס.)
המספר הכולל של אלקטרונים בכל מולקולה של $\text{NCl}_3(l)$ (58 אלקטרונים) גדול ממספר הכולל של אלקטרונים בכל מולקולה של $\text{CNCl}(l)$ (30 אלקטרונים) (אנ: ענני האלקטרונים במולקולות של $\text{NCl}_3(l)$ גדולים מענני האלקטרונים במולקולות של $\text{CNCl}(l)$).
אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות של $\text{NCl}_3(l)$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות של $\text{CNCl}(l)$.
(יש להשקיע אנרגיה רבה יותר כדי להרחיק את המולקולות זו מזו.)
טמפרטורת הרתיחה של $\text{NCl}_3(l)$ גבוהה מטמפרטורת החדר ואילו טמפרטורת הרתיחה של $\text{CNCl}(l)$ נמוכה מטמפרטורת החדר.
לכן בטמפרטורת החדר $\text{NCl}_3(l)$ הוא במצב נוזל, ואילו $\text{CNCl}(g)$ הוא במצב גז.

סעיף ד'

על פי המידע שבקטע:

תת-סעיף i

קבע באיזה pH - 6.5 או 7.3 - החיטוי יעיל יותר. נמק.

התשובה:

ב- pH = 6.5 .

יעילות החיטוי תלויה בריכוז של החומר הפעיל $\text{HClO}_{(aq)}$ במי הברכה.

על פי הגרף, ב- pH = 6.5 הריכוז של $\text{HClO}_{(aq)}$ גדול יותר מאשר ב- pH = 7.3 .

לכן החיטוי יעיל יותר ב- pH = 6.5 .

תת-סעיף ii

ציין שני גורמים שיכולים להוריד את ריכוז החומר הפעיל $\text{HClO}_{(aq)}$, במי הברכות.

התשובה:

שניים מבין הגורמים:

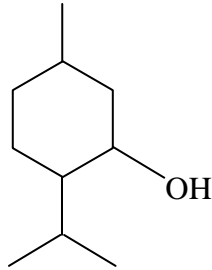
- כמות החיידקים במים בברכות השחייה.
- עלייה ב- pH של המים בברכות השחייה.
- עלייה בריכוז החומצה האורית.

שאלה 3

מבנה וקישור, תכונות חומרים וחמצון-חיזור

פתיח לשאלה

מְנְתוֹל (menthol) $C_{10}H_{20}O_{(s)}$, הוא חומר המופק מעלים של צמח המנתה. מְנְתוֹל משמש, בין היתר, חומר טעם בתעשיית המזון ובתעשיית התרופות. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת מְנְתוֹל:



סעיף א'

תת-סעיף i

בין מולקולות של מְנְתוֹל לבין מולקולות מים יכולים להיווצר קשרי מימן. צייר באופן סכמתי אחד מקשרי המימן שיכולים להיווצר בין מולקולה של מְנְתוֹל לבין מולקולה של מים.

התשובה:



תת-סעיף ii

המסיסות של מְנְתוֹל במים נמוכה, אך הוא מתמוסס היטב בהקסאן, $C_6H_{14(l)}$. הסבר את שתי העובדות האלה.

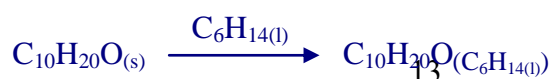
התשובה:

מולקולה של מְנְתוֹל מורכבת משייר פחמימני (א: חלק הידרופובי) גדול וקבוצה הידרוקסילית (א: חלק הידרופילי קטן). בין מולקולות מְנְתוֹל לבין מולקולות מים יכולים להיווצר מעט קשרי מימן (א: השייר הפחמימני מפריע להשתלבות המולקולות של מְנְתוֹל בין מולקולות המים). בעקבות זאת המסיסות של מְנְתוֹל במים היא נמוכה. בין השייר הפחמימני שבמולקולות מְנְתוֹל לבין מולקולות של הקסאן נוצרות אינטראקציות ון-דר-ואלס, ולכן מסיסותו של מְנְתוֹל בהקסאן היא גבוהה.

תת-סעיף iii

נסח את תהליך ההמסה של מְנְתוֹל בהקסאן.

התשובה:

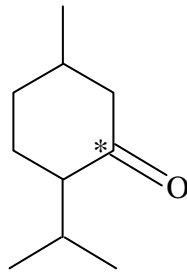


פתיח לסעיפים ב'-ג'

מֶנְתוֹן (menthone) $C_{10}H_{18}O_{(s)}$, הוא חומר נוסף שמקורו צמח המנטה.

מֶנְתוֹן משמש בעיקר חומר ריח בתעשיית הבשמים והקוסמטיקה.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מולקולת מֶנְתוֹן:



סעיף ב'

רשום את הנוסחה של הקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מֶנְתוֹל ואת הנוסחה של הקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מֶנְתוֹן.

התשובה:

הקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מֶנְתוֹל - (קבוצה הידרוקסילית) $-OH$.



הקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מֶנְתוֹן - (קבוצת קטון)

סעיף ג'

דרגת החמצון של אטום הפחמן הקשור לקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מֶנְתוֹל היא אפס.

תת-סעיף i

קבע את דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- * במולקולה של מֶנְתוֹן. נמק.

התשובה:

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב- * במולקולה של מֶנְתוֹן היא $(+2)$.

במולקולה של מֶנְתוֹן אטום הפחמן המסומן ב- * קשור בקשרים קוולנטיים יחידים לשני אטומי C ובקשר קוולנטי כפול לאטום O.

בקשרי C-C המטען היחסי על אטום הפחמן הוא אפס.

(הקשר C=O הוא קשר קוולנטי קוטבי. אטום החמצן מושך את אלקטרוני הקשר חזק יותר, כי לאטום החמצן

אלקטרושליליות גבוהה משל אטום הפחמן.) לכן בקשר C=O המטען היחסי על אטום הפחמן הוא +2.

סך הכול, המטען היחסי על אטום הפחמן המסומן ב- * במולקולה של מֶנְתוֹן: $(0) + (+2) = +2$.

לכן דרגת החמצון של אטום זה היא $(+2)$.

תת-סעיף ii

מְנָתוֹן מופק במעבדה מְנָתוֹל, בתגובת חמצון-חיזור. לשם כך דרוש חומר נוסף. קבע אם החומר הנוסף מגיב כחמצן או כמחזור. נמק.

התשובה:

החומר הנוסף מגיב כחמצן.

המְנָתוֹל עבר תהליך של חמצון.

דרגת החמצון של אטום הפחמן הקשור לקבוצה הפונקציונלית במולקולה של מְנָתוֹל עולה מ- (0) ל- (+2) במולקולה של מְנָתוֹן (א): יש ירידה במספר הכולל של אטומי מימן במולקולה; א: יש עלייה במספר הקשרים שבין אטום הפחמן לאטום החמצן במולקולה). החומר הנוסף עבר חיזור ולכן הוא מחמצן.

סעיף ד'

טמפרטורת ההיתוך של מְנָתוֹן נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של מְנָתוֹל. הסבר מדוע.

התשובה:

בין המולקולות של מְנָתוֹן יש אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד.

בין המולקולות של מְנָתוֹל יש קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס.

(אין כמעט הבדל במספר הכולל של האלקטרונים (א: בגודל ענני האלקטרונים) במולקולות של שתי התרכובות - 88

אלקטרונים במולקולה של מְנָתוֹל ו- 86 אלקטרונים במולקולה של מְנָתוֹן).

אינטראקציות ון-דר-ואלס חלשות מקשרי מימן כאשר מדובר במולקולות עם ענן אלקטרונים דומה, לכן במקרה הנתון כוחות המשיכה שבין המולקולות של מְנָתוֹן חלשים מכוחות המשיכה שבין המולקולות של מְנָתוֹל.

(דרושה פחות אנרגיה כדי להחליש את כוחות המשיכה בין מולקולות מְנָתוֹן)

(לכן טמפרטורת ההיתוך של מְנָתוֹן נמוכה מטמפרטורת ההיתוך של מְנָתוֹל).

שאלה 4

סטויכיומטריה

פתיח לשאלה

אדם במצב של התייבשות מטופל באמצעות תמיסה פיזיולוגית המוחדרת לווריד. תמיסה פיזיולוגית היא תמיסה מימית של נתרן כלורי, $\text{NaCl}_{(aq)}$, המכילה 9 גרם מומס ב-1 ליטר.

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את תהליך ההמסה במים של $\text{NaCl}_{(s)}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

מהו הריכוז המולרי של נתרן כלורי בתמיסה הפיזיולוגית? פרט את חישוביך.

התשובה:

המסה המולרית של $\text{NaCl}_{(s)}$:

$$58.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{9 \text{ gr}}{58.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.154 \text{ mol}$$

מספר המולים של NaCl בליטר אחד של תמיסה:

הריכוז המולרי של NaCl בתמיסה הפיזיולוגית הוא 0.154M.

תת-סעיף iii

מהו מספר המולים הכולל של חלקיקי החומר המומס ב-1 ליטר של תמיסה פיזיולוגית? נמק.

התשובה:

(בליטר אחד של תמיסה פיזיולוגית מומסים 0.154 מול $\text{NaCl}_{(s)}$.)

על פי ניסוח התהליך, מ-1 מול $\text{NaCl}_{(s)}$ נוצרים 1 מול יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ ו-1 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

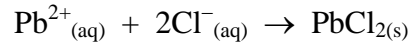
בליטר אחד של תמיסה פיזיולוגית יש 0.154 מול יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ ו-0.154 מול יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

מספר המולים הכולל של חלקיקי החומר המומס ב-1 ליטר תמיסה:

$$0.154 \text{ mol} + 0.154 \text{ mol} = 0.308 \text{ mol}$$

סעיף ב'

נתונה תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ שריכוזה אינו ידוע. כדי לקבוע את הריכוז המולרי של התמיסה לקחו ממנה דגימה בנפח של 20 מ"ל והוסיפו לה תמיסת עופרת חנקתית, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$, בריכוז 0.05M. התרחשה התגובה:



נדרשו 12 מ"ל מתמיסת $\text{Pb}(\text{NO}_3)_{2(aq)}$ כדי שתגיב עם כל יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ שבדגימה.

תת-סעיף i

חשב את מספר המולים של יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ בדגימה. פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של יוני $\text{Pb}^{2+}_{(aq)}$ שהגיבו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול יוני $\text{Pb}^{2+}_{(aq)}$ מגיב עם 2 מול יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$.

מספר המולים של יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ בדגימה: $0.0006 \text{ mol} \times 2 = 0.0012 \text{ mol}$

תת-סעיף ii

קבע אם ריכוז התמיסה שנבדקה מתאים לטיפול במצב של התייבשות. פרט את חישוביך, ונמק את קביעתך.

התשובה:

ריכוז התמיסה שנבדקה אינו מתאים לטיפול במצב של התייבשות.

מ- 1 מול $\text{NaCl}_{(s)}$ נוצר 1 מול יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$.

לכן הריכוז של תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ שווה לריכוז יוני $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ בתמיסה:

$$\frac{0.0012 \text{ mol}}{0.02 \text{ liter}} = 0.06\text{M}$$

התמיסה שנבדקה אינה מתאימה לטיפול במצב של התייבשות כיוון שריכוזה נמוך מ- 0.154M.

סעיף ג'

לעתים תמיסות המיוחדות לווריד מכילות גלוקוז, נוסף לנתרן כלורי.

תת-סעיף i

נסח את תהליך ההמסה במים של גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

הכינו 1 ליטר של תמיסה על ידי המסת $\text{NaCl}_{(s)}$ ו- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$ במים. הריכוז המולרי של יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$ בתמיסה זו הוא 0.03M. מספר המולים הכולל של חלקיקי שני החומרים המומסים הוא 0.282 מול. כמה גרם גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)}$, המיסו במים כדי לקבל 1 ליטר של תמיסה זו? פרט את חישוביך.

התשובה:

מספר המולים של יוני $\text{Cl}^-_{(aq)}$ ב- 1 ליטר תמיסה שווה למספר המולים של יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$

ב- 1 ליטר תמיסה: 0.03 mol

מספר המולים של גלוקוז ב- 1 ליטר תמיסה: $0.282 - (0.03 + 0.03) = 0.222 \text{ mol}$

המסה המולרית של גלוקוז: $180 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של גלוקוז שיש להמיס לקבלת 1 ליטר של תמיסה:

$$0.222 \text{ mol} \times 180 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 39.96 \text{ gr} (\approx 40 \text{ gr})$$

שאלה 5

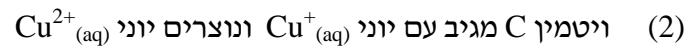
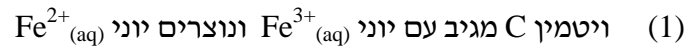
חמצון-חיזור וסטויכיומטריה

פתיח לשאלה

ויטמין C הוא נוגד חמצון (אנטיאוקסידנט) המצוי בפרות ובירקות, ונמצא גם בטבליות המשמשות תוסף תזונה.

סעיף א'

לפניך שני תהליכים (1) ו-(2). קבע איזה מבין התהליכים (1) ו-(2) יכול להתרחש. נמק.



התשובה:

תהליך (1).

ויטמין C הוא אנטיאוקסידנט ולכן הוא פועל כמחזר (עובר חמצון).

בתהליך (1) יוני $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ עוברים חיזור. דרגת החמצון של יוני $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ יורדת (אן: יוני $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$ מקבלים אלקטרונים). לשם כך דרוש חומר מחזר.

אן:

תהליך (2) אינו יכול להתרחש.

בתהליך (2) יוני $\text{Cu}^{+}_{(aq)}$ עוברים חמצון. דרגת החמצון של יוני $\text{Cu}^{+}_{(aq)}$ עולה (אן: יוני $\text{Cu}^{+}_{(aq)}$ מאבדים אלקטרונים). לשם כך דרוש חומר מחמצן.

פתיח לסעיפים ב'-ג'

תמיסת לוגול היא תמיסה המכילה יוד, $\text{I}_{2(aq)}$. היוד מקנה לתמיסה זו גוון חום.

יוד, $\text{I}_{2(aq)}$, מגיב עם ויטמין C.

טפטפו תמיסת לוגול על בד כותנה לבן, ועל הבד נוצר כתם חום. לאחר מכן ערכו ניסוי בשני שלבים.

סעיף ב'

בשלב הראשון הרטיבו במים טבלייה המכילה ויטמין C, ובעזרת הטבלייה שפשו את הכתם. הכתם החום נעלם.

קבע אם בתגובה שהתרחשה בין ויטמין C לבין $\text{I}_{2(aq)}$ נוצרו על הבד יוני $\Gamma_{(aq)}$ או יוני $\text{IO}^{-}_{(aq)}$. נמק.

התשובה:

יוני $\Gamma_{(aq)}$.

בתגובה עם ויטמין C היוד צריך לעבור חיזור (כי ויטמין C מגיב כמחזר).

דרגת החמצון של אטומי יוד ב- $\text{I}_{2(aq)}$ היא $\textcircled{0}$.

דרגת החמצון של אטומי יוד צריכה לרדת (צריכה להיות נמוכה מ- $\textcircled{0}$).

דרגת החמצון של יוני $\Gamma_{(aq)}$ היא $\textcircled{-1}$.

דרגת החמצון של אטומי יוד ביוני $\text{IO}^{-}_{(aq)}$ היא $\textcircled{+1}$.

לכן יוני $\Gamma_{(aq)}$ הם התוצר של התגובה.

סעיף ג'

בשלב השני טפטפו תמיסת אקונומיקה על האזור בבד שהכתם החום נעלם ממנו, והכתם החום הופיע שוב. תמיסת אקונומיקה מכילה יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$.

תת-סעיף i

בין אילו יונים התרחשה התגובה בשלב השני של הניסוי?

התשובה:

התרחשה תגובה בין יוני $\Gamma^-_{(\text{aq})}$ לבין יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$.

תת-סעיף ii

מדוע הופיע שוב הכתם החום על הבד?

התשובה:

בתגובה זו נוצר יוד, $\text{I}_{2(\text{aq})}$, שצבעו חום (ולכן הכתם החום הופיע מחדש על הבד).

תת-סעיף iii

קבע מהו המחמצן ומהו המחזור בתגובה שהתרחשה בשלב השני של הניסוי. נמק.

התשובה:

המחמצן - יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$.

המחזור - יוני $\Gamma^-_{(\text{aq})}$.

בתגובה זו יוני $\Gamma^-_{(\text{aq})}$ הפכו ל- $\text{I}_{2(\text{aq})}$ (אן: דרגת החמצון של יוני היוד עלתה מ- $\textcircled{-1}$ ל- $\textcircled{0}$); אן: יוני $\Gamma^-_{(\text{aq})}$ איבדו אלקטרונים).

יוני $\Gamma^-_{(\text{aq})}$ עברו חמצון. הם פעלו כמחזור ולכן יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ פעלו כמחמצן.

סעיף ד'

תת-סעיף i

אפשר להשתמש בתמיסת לוגול כדי לקבוע את המסה של ויטמין C בטבלייה אחת. ויטמין C מגיב עם $\text{I}_{2(\text{aq})}$ שבתמיסת לוגול ביחס מולים 1:1.

נדרשו 58 מ"ל תמיסת לוגול, שבה ריכוז $\text{I}_{2(\text{aq})}$ הוא 0.05M, כדי שהוויטמין C שבטבלייה אחת יגיב בשלמות עם היוד.

המסה המולרית של ויטמין C היא $\frac{\text{גרם}}{\text{מול}}$ 176.

חשב את המסה של ויטמין C בטבלייה אחת. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$0.05 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.058 \text{ liter} = 0.0029 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{I}_{2(\text{aq})}$ שהגיבו:

יחס המולים בתגובה שבין יוד לוויטמין C הוא 1:1

$$0.0029 \text{ mol}$$

מספר המולים של ויטמין C בטבלייה אחת:

$$0.0029 \text{ mol} \times 176 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 0.5104 \text{ gr}$$

המסה של ויטמין C בטבלייה אחת:

תת-סעיף ii

קבע אם תמיסה של חומצת מימן יודי, $\text{HI}_{(\text{aq})}$, מתאימה גם היא לקביעת המסה של ויטמין C בטבלייה אחת. נמק.

התשובה:

תמיסת $\text{HI}_{(\text{aq})}$ אינה מתאימה לקביעת המסה של ויטמין C בטבלייה אחת.

(ויטמין C הוא חומר מחזור) לתגובה עם ויטמין C דרוש חומר מחמצן.

דרגת החמצון של אטומי יוד ב- HI היא (-1) .


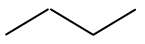
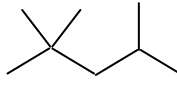
דרגת החמצון של אטומי יוד ב- HI היא המזערית (אינה יכולה לרדת) ולכן אטומי היוד אינם יכולים לחמצן (אן): הם יכולים רק לחזור).

שאלה 6

תכונות חומרים, מצב גז וסטויכיומטריה

פתיח לשאלה

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על שלוש תרכובות המשמשות חומרי בערה.

השימוש	טמפרטורת רתיחה (°C)	טמפרטורת היתוך (°C)	ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה	החומר
גז בישול	-42	-190		פרופאן
גז בישול	-0.5	-138		בוטאן
דלק למכוניות	99	-107		איזואוקטאן

סעיף א'

תת-סעיף i

תאר ברמה מיקרוסקופית את החומר איזואוקטאן בטמפרטורה 25°C .

התשובה:

בטמפרטורה 25°C איזואוקטאן הוא נוזל.

החומר איזואוקטאן מורכב ממולקולות C_8H_{18} .

בין המולקולות של איזואוקטאן יש אינטראקציות ון-דר-ואלס.

המולקולות אינן מאורגנות במבנה מסודר (אינן מסודרות) ויחסית למצב מוצק הן צפופות במידה מעטה (בין מולקולות יש רווחים קטנים יחסית).

אופני תנועה עיקריים של המולקולות: תנועה וסיבוב.

תת-סעיף ii

איזובוטאן הוא איזומר של בוטאן.

לפניך ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה של איזובוטאן:



טמפרטורת הרתיחה של איזובוטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של בוטאן. הסבר מדוע.

התשובה:

בין המולקולות של כל אחד משני האיזומרים פועלות אינטראקציות ון-דר-ואלס.

המספר הכולל של אלקטרונים במולקולות של שני האיזומרים שווה.

במולקולות של איזובוטאן השרשרת הפחמימנית מסועפת ואילו במולקולות של בוטאן היא ישרה (אין: לא מסועפת).

שטח המגע בין מולקולות איזובוטאן קטן יותר משטח המגע שבין מולקולות בוטאן.

אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות איזובוטאן חלשות מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות בוטאן.

יש להשקיע פחות אנרגיה כדי לנתק את אינטראקציות ון-דר-ואלס שבין המולקולות של איזובוטאן (אנ): כדי להרחיק את המולקולות זו מזו).

לכן טמפרטורת הרתיחה של איזובוטאן נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של בוטאן.

תת-סעיף iii

להכנת אוכל בתנאי שדה משתמשים בגז בישול המאוחסן במכלים ניידים (גזיות).

באזורים שבהם הטמפרטורות נמוכות מ- 0°C משתמשים במכלים של פרופאן ולא במכלים של בוטאן. הסבר עובדה זו.

התשובה:

להכנת אוכל בעזרת גזיה חומר הבערה צריך להיות במצב גז.

כאשר הטמפרטורה יורדת מתחת ל- -0.5°C , הבוטאן הופך לנוזל ואינו יכול לשמש גז לבישול,

ואילו הפרופאן עדיין במצב גז (עד לטמפרטורה של -42°C).

סעיף ב'

כלי סגור המוחזק בטמפרטורת החדר מכיל 5 מולים של גז פרופאן בלחץ של 1 אטמוספירה.

הקטינו את נפח הכלי, תוך כדי שמירה על טמפרטורה קבועה.

קבע אם בעקבות ההקטנה של נפח הכלי:

תת-סעיף i

מספר המולים של הגז בתוך הכלי גדול מ-5 מול, קטן מ-5 מול או שווה ל-5 מול. נמק.

התשובה:

מספר המולים של הגז שווה ל-5 מול.

הכלי סגור ולכן שינוי בנפח הכלי אינו גורם לשינוי במספר מולקולות גז (לא נוספו מולקולות גז לתוך הכלי ומולקולות גז לא עזבו את הכלי).

תת-סעיף ii

לחץ הגז בתוך הכלי גדול מ-1 אטמוספירה, קטן מ-1 אטמוספירה או שווה ל-1 אטמוספירה. נמק.

התשובה:

לחץ הגז בתוך הכלי גדול מ-1 אטמוספירה.

כתוצאה מהקטנת הנפח של הכלי השטח של דפנות הכלי קטן.

מספר מולקולות הגז אינו משתנה ולכן מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז עם דפנות הכלי גדל ולחץ הגז בכלי גדל (אנ): בטמפרטורה קבועה יש יחס הפוך בין נפח הגז ללחץ הגז).

סעיף ג'

גז בישול הוא מסוכן, אך קשה להבחין בנוכחותו כי הוא חסר ריח. כדי להתריע במקרי דליפה

של גז בישול מוסיפים לו אתאנתיוול, $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}_{(l)}$.

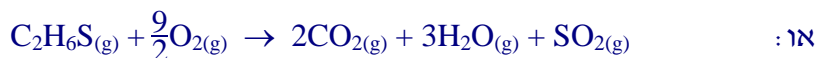
הגז אתאנתיוול, $\text{C}_2\text{H}_6\text{S}_{(g)}$, מגיב עם חמצן, $\text{O}_2_{(g)}$, ונוצרים פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2_{(g)}$,

אדי מים, $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, וגפרית דו-חמצנית, $\text{SO}_2_{(g)}$.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה של $C_2H_6S_{(g)}$ עם $O_{2(g)}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

בתגובה של דגימת $C_2H_6S_{(g)}$ עם כמות מספקת של $O_{2(g)}$, נוצרו 320 מ"ל $CO_{2(g)}$.

מהו הנפח הכולל של תוצרי התגובה? פרט את חישוביך.

הנח כי כל הגזים נמצאים בתנאים שווים של טמפרטורה ולחץ.

התשובה:

(על פי השערת אבוגדרו, באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה, יחס הנפחים של התוצרים הגזיים שווה ליחס המולים בניסוח התגובה.)

על פי ניסוח התגובה יחס המולים בין $CO_{2(g)}$ ל- $SO_{2(g)}$ הוא 1:2.

$$\frac{320 \text{ ml}}{2} = 160 \text{ ml}$$

נפח $SO_{2(g)}$ שנוצר הוא:

על פי ניסוח התגובה יחס המולים בין $CO_{2(g)}$ ל- $H_2O_{(g)}$ הוא 3:2.

$$320 \text{ ml} \times \frac{3}{2} = 480 \text{ ml}$$

נפח $H_2O_{(g)}$ הוא:

אז:

על פי ניסוח התגובה יחס המולים בין $SO_{2(g)}$ ל- $H_2O_{(g)}$ הוא 3:1.

$$160 \text{ ml} \times 3 = 480 \text{ ml}$$

נפח $H_2O_{(g)}$ הוא:

$$320 \text{ ml} + 480 \text{ ml} + 160 \text{ ml} = 960 \text{ ml}$$

הנפח הכולל של תוצרי התגובה:

שאלה 7

חומצות ובסיסים וסטויכיומטריה

פתיח לשאלה

חלק מן החומרים שבשימוש ביתי הם חומצות ובסיסים. במעבדה הכינו תמיסות מימיות של תמישה חומרים לשימוש ביתי. בטבלה שלפניך מידע על החומרים ועל התמיסות שהוכנו מהם.

החומר	חומצה לשימוש ביתי	חומץ תפוחים	מלח בישול	סודה לשתייה	חלב מגנזיה
השימוש	הסרת אבנית	תיבול מאכלים	תיבול מאכלים	אפייה	טיפול בצרבת
pH של התמיסה	2.2	4.0	7.0	8.4	9.8
גוון התמיסה בנוכחות אינדיקטור "מי כרוב אדום"	אדום	ורוד	כחול	כחול-ירוק	ירוק-צהוב

סעיף א'

באיזו מן התמיסות החומציות שבטבלה ריכוז יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, הוא הגבוה יותר? נמק.

התשובה:

התמיסה של חומצה לשימוש ביתי.

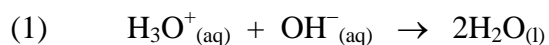
התמיסות החומציות הן חומצה לשימוש ביתי וחומץ תפוחים.

ככל שה-pH נמוך יותר, ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ בתמיסה גבוה יותר.

ה-pH של תמיסת החומצה לשימוש ביתי נמוך מה-pH של תמיסת חומץ תפוחים.

סעיף ב'

ערבבו שתיים מן התמיסות המימיות של החומרים שבטבלה, התרחשה תגובה (1):



תת-סעיף i

ציין שתי תמיסות המגיבות זו עם זו על פי תגובה (1).

התשובה:

אחת מהאפשרויות:

- חומצה לשימוש ביתי וסודה לשתייה
- חומצה לשימוש ביתי וחלב מגנזיה
- חומץ תפוחים וסודה לשתייה
- חומץ תפוחים וחלב מגנזיה

תת-סעיף ii

לאחר ערבוב שתי התמיסות שציינת בתת-סעיף ב i הוסיפו לתמיסה שהתקבלה כמה טיפות של אינדיקטור, וערבבו. התקבל גוון ורוד.

הסבר מדוע התקבל גוון ורוד.

התשובה:

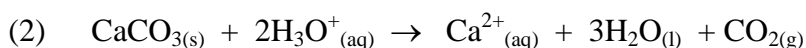
מספר המולים של יוני H_3O^+ (aq) בתמיסה החומצית היה גדול ממספר המולים של יוני OH^- (aq) בתמיסה הבסיסית. לאחר הערבוב יש בתמיסה עודף של יוני H_3O^+ (aq) שלא הגיבו (אנ: ה-pH של התמיסה קטן מ-7), ולכן גוון התמיסה בנוכחות האינדיקטור הוא ורוד.

סעיף ג'

סידן פחמתי, CaCO_3 (s), הוא המרכיב העיקרי של אבנית המצטברת בחדרי אמבטיה.

להסרת האבנית אפשר להשתמש בחומצה לשימוש ביתי, שהיא תמיסה מימית של חומצת מימן כלורי, HCl (aq).

תמיסת HCl (aq) מגיבה עם CaCO_3 (s) על פי תגובה (2):



חשב את המסה של CaCO_3 (s) שאפשר להסיר באמצעות 240 מ"ל תמיסת HCl (aq) בריכוז 0.3M.

פרט את חישוביך.

התשובה:

$$0.24 \text{ liter} \times 0.3 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.0072 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של חומצת } \text{HCl}(aq):$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 1 מול CaCO_3 (s) מגיב עם 2 מול יוני H_3O^+ (aq).

$$\frac{0.072 \text{ mol}}{2} = 0.036 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{CaCO}_3(s) \text{ שהגיבו:}$$

$$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של } \text{CaCO}_3(s):$$

$$0.036 \text{ mol} \times 100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 3.6 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{CaCO}_3(s):$$

אנ:

$\text{CaCO}_3(s) + 2\text{H}_3\text{O}^+(aq) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + 3\text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$					
100					מסה מולרית (גרם למול)
1	2				יחס המולים בניסוח תגובה
0.036	← 0.0072				מספר המולים נתון/נדרש בניסוי ספציפי
↓ 3.6					מסה נתונה/נדרשת בניסוי ספציפי (גרם)
	0.3				ריכוז מולרי של מומס (M) בתמיסה
	0.24				נפח התמיסה נתון/נדרש בניסוי ספציפי (ליטר)

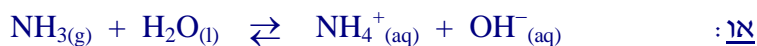
סעיף ד'

במעבדה הכינו תמיסות מימיות של שלושה חומרים: חומצה חנקתית, $\text{HNO}_3(\text{l})$, אשלגן חנקתי, $\text{KNO}_3(\text{l})$, ואמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. כל תמיסה הוכנה בכלי נפרד.

תת-סעיף i

נסח את התהליך שהתרחש כאשר הכינו כל אחת משלוש התמיסות.

התשובה:



תת-סעיף ii

לכל אחת משלוש התמיסות הוסיפו כמה טיפות של האינדיקטור. קבע באיזו מן התמיסות התקבל גוון כחול-ירוק. נמק.

התשובה:

תמיסת $\text{NH}_3(\text{aq})$.

מים

מים

מים

גוון התמיסה כחול-ירוק, כלומר התמיסה היא בסיסית (בתמיסה בסיסית יש יוני $\text{OH}^-(\text{aq})$).

שאלה 8

כימיה של מזון

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בחלב-אם, שהוא המזון הטבעי הבסיסי של תינוק בחודשי חייו הראשונים. מלבד מים, חלב-אם מכיל גם פחמימות, שומנים, חלבונים וויטמינים.

סעיף א'

הערך הקלורי של 100 מ"ל חלב-אם הוא 70 קילו-קלוריות. נפח של 100 מ"ל חלב-אם מכיל 7.4 גרם פחמימות המספקות 42.3% מהערך הקלורי של החלב. חשב את הערך הקלורי של 1 גרם פחמימות. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$70 \text{ kcal} \times \frac{42.3}{100} = 29.61 \text{ kcal}$$

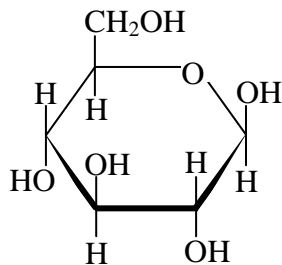
כמות האנרגיה ש- 7.4 גרם פחמימות מספקים:

$$\frac{29.61 \text{ kcal}}{7.4 \text{ gr}} = 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}}$$

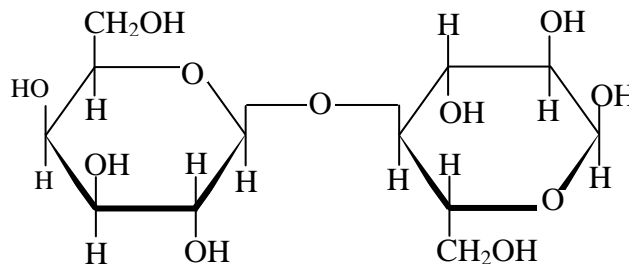
הערך הקלורי של 1 גרם פחמימות:

סעיף ב'

הדו-סוכר היחיד בחלב-אם הוא לקטוז. מולקולה של לקטוז בנויה מיחידת גלוקוז ומיחידת גלקטוז. לפניך נוסחאות הייזרת של לקטוז ושל β גלוקוז:



β גלוקוז



לקטוז

תת-סעיף i

קבע אם טבעת הגלקטוז במולקולת הלקטוז היא α גלקטוז או β גלקטוז. נמק.

התשובה:

β גלקטוז.

בטבעת הגלקטוז קבוצת -OH שיצרה את הקשר הגליקוזידי נמצאת באותו כיוון כמו המתילול (או: מעל מישור הטבעת) ולכן זאת טבעת של β גלקטוז.

תת-סעיף ii

תמיסה מימית של לקטוז מכילה תמיד גם α לקטוז וגם β לקטוז. הסבר מדוע.

התשובה:

על אטום פחמן מספר 1 (C-1) ביחידת הגלוקוז יש קבוצת -OH.

בתמיסה מימית מתרחש תהליך המוטרוטציה. בתהליך זה יש מעבר מ- α לקטוז ל- β לקטוז ולהפך.

פתיח לסעיפים ג'-ד'

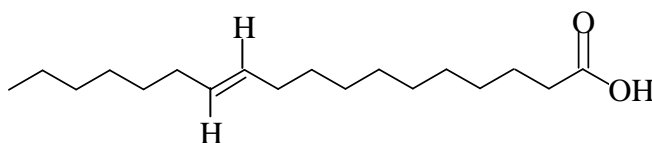
בטבלה שלפניך מוצגות חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים בחלב-אם.

חומצת השומן	סמל	רישום מקוצר של חומצת השומן
חומצה פלמיטית	P	C16:0
חומצה אולאית	O	C18:1 ω 9, cis
חומצה לינולאית	L	C18:2 ω 6, cis, cis

סעיף ג'

חומצה ואקסנית (vaccenic acid) היא חומצת שומן המצויה בחלב-אם בכמות קטנה.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת חומצה ואקסנית:



תת-סעיף i

כתוב רישום מקוצר של חומצת שומן זו.

התשובה:

C18:1 ω 7, trans

תת-סעיף ii

קבע איזו מחומצות השומן שבטבלה היא איזומר של חומצה ואקסנית. נמק.

התשובה:

חומצה אולאית.

במולקולות של כל אחת משתי חומצות השומן יש אותו מספר של אטומי פחמן וקשר כפול אחד (אנ): אותו מספר של קשרים כפולים).

אנ: לשתי חומצות השומן יש אותה נוסחה מולקולרית (C₁₈H₃₄O₂).

תת-סעיף iii

טמפרטורת ההיתוך של חומצה ואקסנית גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של האיזומר שצינת בתת-סעיף ג ii . הסבר מדוע.

התשובה:

בכל מולקולה של חומצה אולאית יש קשר כפול במבנה ציס.

קשר כפול יוצר קשיחות במבנה המולקולה, במבנה ציס גורם לכיפוף במולקולה.

כתוצאה מכך, במצב מוצק, המולקולות של חומצה אולאית אינן יכולות להתארגן באריזה צפופה (או: מתארגנות האריזה פחות צפופה).

בכל מולקולה של חומצה ואקסנית יש קשר כפול במבנה טרנס.

קשר כפול במבנה טרנס אינו גורם לכיפוף במולקולה, לכן מולקולות של חומצה ואקסנית מסוגלות להתארגן באריזה צפופה ומסודרת.

אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של חומצה ואקסנית חזקות מאינטראקציות

ון-דר-ואלס שבין המולקולות של חומצה אולאית.

(נדרשת אנרגיה גדולה יותר להחליש את כוחות המשיכה שבין המולקולות של חומצה ואקסנית.)

לכן טמפרטורת ההיתוך של חומצה ואקסנית גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של חומצה אולאית.

סעיף ד'

יש תינוקות הניזונים מתחליף לחלב-אם.

הטריגליצריד שהוא מקור לחומצה פלמיטית שונה בחלב-אם מזה שבתחליף:

בחלב-אם הטריגליצריד הוא OPO, ואילו בתחליף החלב הטריגליצריד הוא POP.

מבצעים הידרוליזה של שני הטריגליצרידים OPO ו-POP.

קבע אם תוצרי ההידרוליזה של שני הטריגליצרידים זהים או שווים. נמק.

התשובה:

תוצרי ההידרוליזה של שני הטריגליצרידים זהים.

שני הטריגליצרידים מורכבים מאותם סוגים של חומצות שומן (חומצה פלמיטית וחומצה אולאית).

לקבל גם: תוצרי ההידרוליזה של שני הטריגליצרידים שונים, כי סוג חומצות השומן זהה, אך היחס בין מספר המולים של חומצות השומן שונה.