



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 שאלון 37381 ושאלות אחדות משאלון 37303 2016 תשע"ו

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

מרץ 2017

שאלה 1 מבנה האטום

נתונים שניים מבין האיזוטופים של אשלגן, ^{39}K ו- ^{41}K .

מהו ההיגד הנכון?

א. המטען הגרעיני של האיזוטופ ^{41}K גדול מן המטען הגרעיני של האיזוטופ ^{39}K .

ב. מספר האלקטרונים באיזוטופ ^{41}K גדול ממספר האלקטרונים באיזוטופ ^{39}K .

ג. המסה של האיזוטופ ^{41}K גדולה מן המסה של האיזוטופ ^{39}K .

ד. הרדיוס של האיזוטופ ^{41}K גדול מן הרדיוס של האיזוטופ ^{39}K .

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג.

מספר המסה של אטום הוא סכום של מספר פרוטונים ומספר נויטרונים בגרעין.

מספר המסה של אטום ^{41}K גדול ממספר המסה של אטום ^{39}K , לכן המסה של האיזוטופ ^{41}K גדולה מן המסה של האיזוטופ ^{39}K .

מסיח א אינו נכון, כי המטען הגרעיני של אטום נקבע על ידי מספר פרוטונים בגרעין, שבאטומים הנתונים הוא שווה (19 פרוטונים).

מסיח ב אינו נכון, כי מספר האלקטרונים באטומים הנתונים הוא שווה (19 אלקטרונים).

מסיח ד אינו נכון, כי רדיוס אטומי באטומים הנתונים הוא שווה (רדיוס אטומי תלוי במטען הגרעיני ובמספר אלקטרונים באטום). התלמידים המעטים שטעו לא מקשרים בין גודל האטום לבין מספר אלקטרונים באטום.

שאלה 2 מבנה האטום

מדרגים שלושה אטומים על פי אנרגיית היינון שלהם.

מהו הדירוג הנכון?

א. $F > Ne > Cl$

ב. $Ne > F > Cl$

ג. $F > Cl > Ne$

ד. $Ne > Cl > F$

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב.

גורמים המשפיעים על אנרגיית יינון:

- (1) המרחק בין גרעין האטום לבין האלקטרון שהאנרגיה שלו היא הגדולה ביותר - הוא 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.
- מספר פרוטונים בגרעין של אטום Ne גדול ממספר פרוטונים בגרעין של אטום F. המשיכה בין האלקטרון היוצא מאטום Ne לבין גרעין האטום חזקה יותר, ואנרגיית היינון גבוהה יותר.
- (המרחק בין גרעין לאלקטרון שיוצא מן האטום דומה בשני האטומים.)
- אנרגיית היינון של אטום F גבוהה מזו של אטום Cl, כי באטום F יש שתי רמות אנרגיה מאוכלסות באלקטרונים ובאטום Cl יש שלוש רמות אנרגיה מאוכלסות באלקטרונים. המרחק בין גרעין של אטום F לבין האלקטרון שיוצא קטן יותר, המשיכה בינו לבין גרעין האטום חזקה יותר, לכן יש להשקיע אנרגיה גדולה יותר כדי להוציא אלקטרון מן אטום F. המסיחים אינם נכונים, כי הם תוצאה של חוסר ניתוח הכולל השפעה של שני הגורמים על אנרגיית יינון.

שאלה 3 מבנה וקישור

בטבלה שלפניך מוצג מידע על המבנה המרחבי של ארבע מולקולות.

HCN	CS ₂	CH ₂ O	BF ₃	המולקולה
קווית	קווית	מישורית משולשת	מישורית משולשת	המבנה המרחבי של המולקולה

לאילו מבין המולקולות הנתונות יש דו-קוטב קבוע?

א. CS₂ ו- HCN

ב. BF₃ ו- CH₂O

ג. CH₂O ו- HCN

ד. BF₃ ו- CS₂

הנימוק

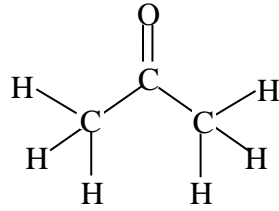
התשובה הנכונה היא ג.

מולקולות CH₂O ו- HCN הן בעלות דו-קוטב קבוע (קוטביות), מכיוון שבכל אחת מהן לאטום הפחמן המרכזי קשורים אטומים שונים, ולכן יש חלוקת מטען לא שווה על פני המולקולה. המסיחים שכוללים מולקולה CS₂ אינם נכונים, כיוון שלמולקולה זו צורה קווית ולאטום הפחמן המרכזי קשורים אטומים זהים, ולכן יש חלוקת מטען שווה על פני המולקולה - במולקולה אין דו-קוטב קבוע.

המסיחים שכוללים מולקולה BF₃ אינם נכונים, כיוון שלמולקולה זו צורה של משולש מישורי ולאטום הבור המרכזי קשורים אטומים זהים, ולכן יש חלוקת מטען שווה על פני המולקולה - במולקולה אין דו-קוטב קבוע.

שאלה 4 מבנה וקישור

לפניך ייצוג מלא לנוסחת המבנה של מולקולת אצטון:



לפניך ארבעה היגדים IV-I:

- I. במצב נוזל בין המולקולות של אצטון יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס.
- II. במצב נוזל בין המולקולות של אצטון יש גם אינטראקציות ון-דר-ואלס וגם קשרי מימן.
- III. בתמיסה מימית של אצטון יש קשרי מימן בין המולקולות של אצטון לבין המולקולות של מים.
- IV. בתמיסה מימית של אצטון יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס בן המולקולות של אצטון לבין המולקולות של מים.

מה הם ההיגדים הנכונים?

א. I ו-III

ב. I ו-IV

ג. II ו-III

ד. II ו-IV

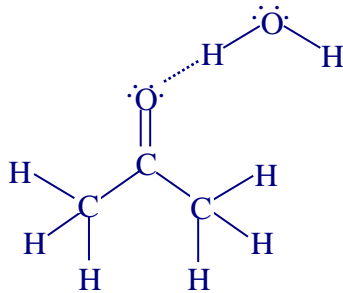
הנימוק

התשובה הנכונה היא א.

היגד I נכון - בין המולקולות של אצטון יש רק אינטראקציות ון-דר-ואלס, כי אין אפשרות ליצירת קשרי מימן בין מולקולות של אצטון. לאטום חמצן שבמולקולת אצטון יש שני זוגות אלקטרוניים לא קושרים, אך במולקולה זו אין אטום מימן החשוף מאלקטרוניים. (אטומי מימן במולקולת אצטון מחוברים לאטומי פחמן שאלקטרושליליות שלהם קרובה לזו של אטומי מימן.)

על פי הסבר זה, היגד II אינו נכון.

היגד III נכון - בתמיסה מימית של אצטון יש קשרי מימן בן המולקולות של אצטון לבין המולקולות של מים. נוצרים קשרי מימן בין זוגות אלקטרוניים לא קושרים של אטום חמצן במולקולת אצטון לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרוניים שבמולקולת המים.



על פי הסבר זה, היגד IV אינו נכון.

שאלה 5 סטויכיומטריה

ערבבו 1 ליטר תמיסת נתון הידרוקסידי, $\text{NaOH}_{(aq)}$, בריכוז 0.2M עם 1 ליטר של תמיסה מימית המכילה 0.2 מול אתאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(aq)}$.

מהו ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה?

א. 0.1M

ב. 0.2M

ג. 0.3M

ד. 0.4M

הנימוק

התשובה הנכונה היא א.

מספר המולים של $\text{NaOH}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית: 0.2 mol

על פי יחס המולים בניסוח תהליך ההמסה של נתון הידרוקסידי במים:



מספר מולי $\text{OH}^-_{(aq)}$ שווה למספר מולי $\text{NaOH}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית: 0.2 mol

נפח התמיסה שהתקבלה הוא סכום הנפחים של שתי התמיסות: 1 liter + 1 liter = 2 liter

$$\frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ liter}} = 0.1 \text{ M}$$

הריכוז של יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה:

שאלה 6 חומצות ובסיסים

נתונות שתי תמיסות מימיות חסרות צבע, A ו-B.

לתמיסה A $\text{pH} = 5$

לתמיסה B $\text{pH} = 9$

מהו ההיגד הנכון?

א. הוספת מים לתמיסה A גורמת לירידה ב- pH של התמיסה.

ב. הוספת מים לתמיסה B גורמת לעלייה בריכוז יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, בתמיסה.

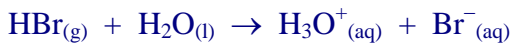
ג. אי אפשר להבחין בין תמיסה A לתמיסה B בעזרת האינדיקטור פנולפתלאין.

ד. הזרמת גז מימן ברומי, $\text{HBr}_{(\text{g})}$, לתמיסות גורמת לירידה ב- pH של כל אחת משתי התמיסות.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד.

הגז מימן ברומי, $\text{HBr}_{(\text{g})}$, מגיב עם מים ליצירת יוני ההידרוניום על פי התגובה:



עלייה בריכוז יוני ההידרוניום בתמיסה גורמת לירידה ב- pH של התמיסה.

הוספת מים לתמיסה A מוהלת את התמיסה, לכן ריכוז יוני ההידרוניום יורד, ולכן ה- pH עולה.

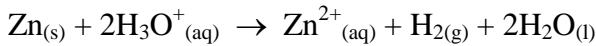
מסיח ב אינו נכון, כי ה- pH של המים הוא 7. לכן הוספת מים לתמיסה B גורמת לירידה בריכוז יוני ההידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$,

בתמיסה.

מסיח ג אינו נכון, כי אפשר להבחין בין תמיסה חומצית A לתמיסה בסיסית B בעזרת האינדיקטור פנולפתלאין.

שאלה 7 חומצות ובסיסים

אבץ, $Zn_{(s)}$, הגיב עם תמיסה X המכילה יוני הידרוניום, $H_3O^+_{(aq)}$, על פי התגובה:



בתגובה זו נוצרו 0.2 מול מימן, $H_{2(g)}$.

איזו מן התמיסות א-ד שלפניך היא תמיסה X?

א. 200 מ"ל תמיסת 1M HCl_(aq)

ב. 200 מ"ל תמיסת 2M HCl_(aq)

ג. 200 מ"ל תמיסת 0.5M H₂SO_{4(aq)}

ד. 100 מ"ל תמיסת 1M H₂SO_{4(aq)}

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב.

$$2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.4 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ב-200 מ"ל תמיסת 2M HCl_(aq):

יחס המולים בניסוח התגובה בין $H_{2(g)}$ לבין יוני $H_3O^+_{(aq)}$ הוא 2:1,

לכן כדי ליצור 0.2 מול $H_{2(g)}$ צריכים להגיב 0.4 מול יוני $H_3O^+_{(aq)}$.

מסיחים א, ג, ד אינם נכונים:

$$1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ב-200 מ"ל תמיסת 1M HCl_(aq):

מספר המולים של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ב-200 מ"ל תמיסת 0.5M H₂SO_{4(aq)}:

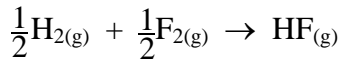
$$1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.2 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $H_3O^+_{(aq)}$ ב-100 מ"ל תמיסת 1M H₂SO_{4(aq)}:

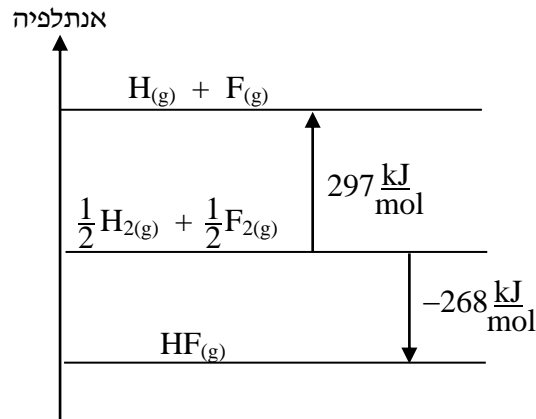
$$2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.2 \text{ mol}$$

שאלה 8 אנרגיה

מימן, $H_{2(g)}$, מגיב עם פלואור, $F_{2(g)}$, על פי התגובה:



לפניך תרשים המציג שינויי אנתלפיה בתגובה זו.



מהו הערך של אנתלפיית הקשר H-F?

- א. $-268 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- ב. $+29 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- ג. $+297 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$
- ד. $+565 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

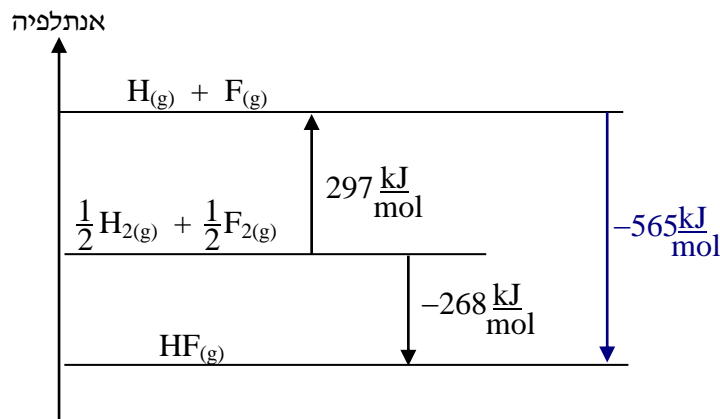
הנימוק

שינוי האנתלפיה בתגובה הנתונה:

$$\Delta H^\circ = \sum (\text{אנתלפיות הקשר במולקולות התוצרים}) - \sum (\text{אנתלפיות הקשר במולקולות המגיבים})$$

$$-268 = 297 - (H-F)$$

$$(H-F) = 565 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



או על פי הגרף:

הגרף מציג את יצירת הקשר H-F.

לכן הערך של אנתלפיית הקשר H-F הוא $565 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

שאלה 9

ניתוח קטע ממאמר מדעי

קרא את הקטע שלפניך, וענה על כל הסעיפים א-ד שאחריו.

דשנים חנקניים - אֵלִיָּה וְקוֹץ בָּהּ

חנקן הוא אחד מן היסודות הדרושים להתפתחות תקינה של צמחים. הגז חנקן, $N_{2(g)}$, הוא מרכיב עיקרי של האוויר, אך הצמחים אינם יכולים לנצל אותו ישירות. הצמחים קולטים את החנקן הדרוש להתפתחותם מן הקרקע, בצורה של יוני אמוניום, $NH_4^+(aq)$, או בצורה של יונים חנקתיים, $NO_3^-(aq)$.

לפני כמאה שנה מצא הכימאי פריץ הבר את התנאים שבהם החנקן שבאוויר, $N_{2(g)}$, מגיב עם מימן, $H_{2(g)}$. בתגובה זו נוצר הגז אמוניה, $NH_{3(g)}$. מן האמוניה אפשר להפיק חומרים רבים ובהם דשנים חנקניים מלאכותיים כגון אמוניום חנקתי, $NH_4NO_{3(s)}$, ואשלגן חנקתי, $KNO_{3(s)}$, המספקים לצמחים את החנקן הדרוש להתפתחותם. מאז שהחלו לייצר דשנים מלאכותיים ולהשתמש בהם, עלתה כמות היבולים החקלאיים, וגדלה כמות המזון בעולם.

פריץ הבר קיבל פרס נובל בכימיה בשנת 1918 על תרומתו לאנושות בזכות התגלית. אולם נמצא שהצמחים קולטים רק כמחצית מכמות הדשנים החנקניים שמוסיפים לקרקע. הדשנים מתמוססים היטב במים ונקלטים על ידי הצמחים. העודפים שנשארים בקרקע עלולים לחלחל למקורות מי השתייה, להגדיל בהם את הריכוז של יוני $NO_3^-(aq)$ מעבר למותר, ובכך לגרום לנזקים בריאותיים.

בקרקע יש חיידקים ההופכים את יוני NO_3^- למולקולות N_2 בתהליך רב-שלבי המכונה דֵנִיטְרִיפִיקַצְיָה. החלקיקים הנוצרים בשלבים השונים של תהליך הדניטריפיקציה מוצגים בתרשים הבא:



הדניטריפיקציה באמצעות החיידקים אינה מקטינה במידה רצויה את ריכוז יוני $NO_3^-(aq)$ שמקורם בדישון ומחלחלים למי השתייה, לכן כימאים מחפשים דרכים נוספות לכך.

באחת מן השיטות שפותחו לאחרונה עושים כימאים שימוש בננו-טכנולוגיה כדי להפוך ישירות את יוני $NO_3^-(aq)$ ל- $N_{2(g)}$, וכך לצמצם במידה ניכרת את הפגיעה באיכות מי השתייה.

מקורות:

א"ר טאונסנד ור"ו הווארטס, "תיקונה של בעיית החנקן בעולם", סיינטיפיק אמריקן ישראל, יוני 2010.

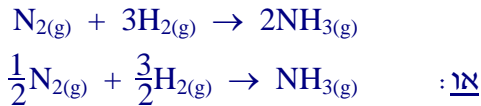
<https://www.utwente.nl/en/news/!/2015/1/357005/nanoparticles-for-clean-drinking-water>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Denitrification>

סעיף א'

על פי הקטע, נסח ואזן את התגובה לקבלת $\text{NH}_3(\text{g})$.

התשובה:



סעיף ב'

על פי הקטע, ציין יתרון אחד וחסרון אחד לשימוש בדשנים חנקניים מלאכותיים.

התשובה:

אחד מבין שני היתרונות:

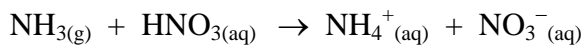
- מספק לצמחים את החנקן הדרוש להתפתחותם (בצורת יוני $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ ויוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$).
 - גורם להגדלת היבולים החקלאיים וכמות המזון בעולם.
- חסרון:
- דשנים חנקניים (א: יוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$) יכולים לחלחל למקורות מי השתייה ולזהם אותם (א: עלולים להזיק לבריאות).

סעיף ג'

בקטע מוזכר הדשן אמוניום חנקתי, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$.

תת-סעיף i

תמיסת הדשן $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$ מתקבלת בתגובה בין $\text{NH}_3(\text{g})$ ובין תמיסה מרוכזת של $\text{HNO}_3(\text{aq})$, על פי התגובה:



קבע אם תגובה זו היא תגובת חמצון-חיזור או תגובת חומצה-בסיס. נמק.

התשובה:

זאת תגובת חומצה-בסיס. יש מעבר פרוטונים (H^+) ממולקולות HNO_3 למולקולות NH_3 .

א: מולקולות NH_3 מגיבות כבסיס וקושרות פרוטונים.

מולקולות HNO_3 מגיבות כחומצה ומוותרות על פרוטונים (א: מוסרות פרוטונים).

תת-סעיף ii

הסבר מדוע התרכובת $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ היא מוצק בטמפרטורת החדר.

התשובה:

התרכובת $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ בנויה מיוני NH_4^+ ומיוני NO_3^- (א: זאת תרכובת יונית).

בין היונים יש משיכה חשמלית חזקה (קשר יוני).

נדרשת אנרגיה רבה כדי להחליש את כוחות המשיכה שבין היונים.

לכן טמפרטורת ההיתוך של $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ גבוהה מטמפרטורת החדר,

ולכן התרכובת $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ היא מוצק בטמפרטורת החדר.

תת-סעיף iii

הסבר מדוע התרכובת $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ יכולה לשמש כדשן.

התשובה:

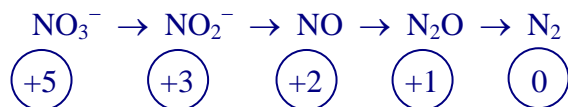
התרכובת $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ מתמוססת במים ומספקת לצמחים את החנקן הדרוש להם בצורה של יוני $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ ויוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$.

סעיף ד'

תת-סעיף i

קבע את דרגת החמצון של אטומי N בכל אחד מחמשת החלקיקים המעורבים בשלבים השונים של תהליך הדניטריפיקציה.

התשובה:



תת-סעיף ii

כדי להפוך יוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ל- $\text{N}_2(\text{g})$, לחיידקי הדניטריפיקציה נדרש חומר שהמולקולות שלו מכילות אטומי פחמן, C. איזה מן החומרים מתאים לכך: פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, או מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$? נמק.

התשובה:



במעבר מיוני $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ל- $\text{N}_2(\text{g})$ דרגת החמצון של אטומי N יורדת (אן: אטומי N עוברים חיזור). לשם כך דרוש חומר מחזר.

דרגת החמצון של אטומי C ב- $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ היא (שהיא נמוכה מדרגת החמצון המרבית של הפחמן, שהיא (אטומי C במולקולות של תרכובת זו יכולים להגיב כמחזור, ולכן התרכובת $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ יכולה לשמש מקור לפחמן בתהליך הדניטריפיקציה.

אן: דרגת החמצון של אטומי C ב- $\text{CO}_2(\text{g})$ היא (זאת דרגת החמצון המרבית של הפחמן, ולכן אטומי C ב- $\text{CO}_2(\text{g})$ יכולים להגיב רק כמחמצן.



התרכובת $\text{CO}_2(\text{g})$ אינה מתאימה לשמש מקור לפחמן בתהליך הדניטריפיקציה. (ולכן התרכובת $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ היא המתאימה לכך.)

שאלה 10

מבנה וקישור

סעיף א'

ברום נוזלי, $Br_{2(l)}$, הגיב עם פס מגנזיום, $Mg_{(s)}$. בתגובה התקבל מוצק לבן של מגנזיום ברומי, $MgBr_{2(s)}$.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה שהתרחשה.

התשובה:



תת-סעיף ii

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים חלקיים על החומרים המעורבים בתגובה שניסחת בתת-סעיף א' i. העתק את הטבלה למחברתך, והשלם בה את הנתונים החסרים.

סוג הקשרים בין החלקיקים	נוסחת ייצוג אלקטרונית של חלקיקי החומר	סוג החלקיקים בחומר	החומר
אינטראקציות ון-דר-וואלס			
			$MgBr_{2(s)}$
		יונים חיוביים ב"ים של אלקטרוניים"	

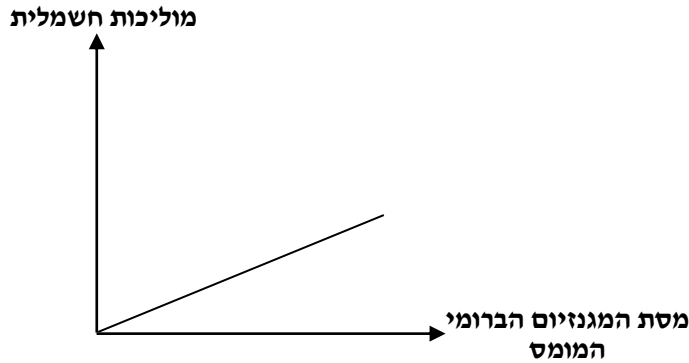
התשובה:

סוג הקשרים בין החלקיקים	נוסחת ייצוג אלקטרונית של חלקיקי החומר	סוג החלקיקים בחומר	החומר
אינטראקציות ון-דר-וואלס	$\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{Br}}\text{:}\ddot{\text{Br}}\text{:} \\ \text{:}\ddot{\text{Br}}-\ddot{\text{Br}}\text{:} \end{array}$ א:	מולקולות	$Br_{2(l)}$
קשר יוני א: משיכה חשמלית בין היונים	$\begin{array}{c} [Mg]^{2+} \\ [:\ddot{\text{Br}}:]^{-} \end{array}$	יונים חיוביים ויונים שליליים א: יוני Mg^{2+} ויוני Br^{-}	$MgBr_{2(s)}$
קשר מתכתי א: משיכה חשמלית בין יונים חיוביים ו"ים אלקטרוניים"		יונים חיוביים ב"ים של אלקטרוניים"	$Mg_{(s)}$

סעיף ב'

תלמידים ערכו ניסוי במעבדה.

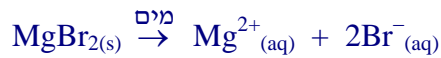
לכוס שהכילה 100 מ"ל מים הוסיפו בהדרגה את המוצק מגנזיום ברומי, $\text{MgBr}_{2(s)}$. אחרי כל הוספה ערבבו היטב, עד להמסת המוצק כולו. בכל פעם הם מדדו את המוליכות החשמלית של התמיסה. נפח התמיסה במהלך הניסוי נשאר קבוע. תוצאות הניסוי מוצגות באופן סכמתי בגרף שלפניך.



תת-סעיף i

נסח את תהליך ההמסה במים של המגנזיום הברומי, $\text{MgBr}_{2(s)}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

הסבר את תוצאות הניסוי המוצגות בגרף.

התשובה:

תמיסת $\text{MgBr}_{2(aq)}$ מוליכה חשמל כי יש בה יונים (או חלקיקים טעונים) ניידים.

המוליכות החשמלית של התמיסה מושפעת מריכוז היונים בתמיסה.

המוליכות החשמלית של מים היא זניחה, לכן העקומה מתחילה בראשית הצירים.

ככל שהמיסו במים כמות גדולה יותר של $\text{MgBr}_{2(s)}$, גדל ריכוז היונים בתמיסה (א): גדלה כמות היונים בתמיסה; א: גדל מספר היונים בתמיסה) והמוליכות החשמלית עולה.

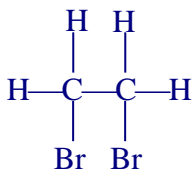
סעיף ג'

ברום, $\text{Br}_{2(l)}$, מגיב עם אתן, $\text{C}_2\text{H}_4(g)$. מתקבל הנוזל דו-ברומו אתאן, $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_{2(l)}$.

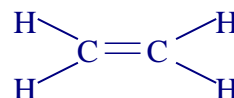
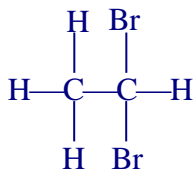
רשום ייצוג מלא לנוסחת המבנה של כל אחת מן המולקולות C_2H_4 ו- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$.

התשובה:

ייצוג מלא לנוסחת המבנה:



א:



סעיף ד'

בניסוי אחר הכניסו התלמידים דו-ברומו אתאן, $C_2H_4Br_{2(l)}$, לשני כלים A ו-B.

כלי A הכיל מים, $H_2O_{(l)}$.

כלי B הכיל הקסאן, $C_6H_{14(l)}$.

רק באחד משני הכלים התקבלה תערובת הומוגנית.

תת-סעיף i

קבע באיזה מן הכלים, A או B, התקבלה תערובת הומוגנית. נמק את קביעתך.

התשובה:

בכלי B.

בכלי B נוצרת תערובת הומוגנית (אן: תמיסה), כיוון שבין המולקולות של דו-ברומו אתאן ובין המולקולות של הקסאן נוצרו אינטראקציות ון-דר-וואלס.

אן: בכלי A נוצרת תערובת הטרוגנית, כיוון שהמולקולות של דו-ברומו אתאן אינן יכולות ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים.

תת-סעיף ii

קבע אם התערובת ההומוגנית שהתקבלה מוליכה חשמל.

התשובה:

התערובת ההומוגנית (אן: התמיסה) אינה מוליכה חשמל.

שאלה 11

כימיה של מזון

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בשמן דקל, המופק מפרות של עצי דקל (palm tree) שגדלים באזורים טרופיים. שמן דקל משמש בין השאר בייצור מזון ומוצרי קוסמטיקה. בטבלה שלפניך מוצגות חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים המצויים בשמן דקל.

אחוז	ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה	סמל	חומצות השומן
44%	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	P	חומצה פלמיטית
37%	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 \quad \quad \quad (\text{CH}_2)_7\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \quad \quad / \\ \quad \quad \quad \text{C} = \text{C} \\ \quad \quad \quad / \quad \quad \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \text{H} \end{array} $	O	חומצה אולאית

סעיף א'

תת-סעיף i

כתוב רישום מקוצר של חומצה פלמיטית ושל חומצה אולאית.

התשובה:

חומצה פלמיטית - C16:0

חומצה אולאית - C18:1 ω 9,cis

תת-סעיף ii

בשמן דקל יש אחוז קטן של חומצה מיריסטית: C14:0 .

טמפרטורת ההיתוך של חומצה מיריסטית היא 54°C .

קבע אם טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית גבוהה מ- 54°C או נמוכה ממנה. נמק.

התשובה:

גבוהה מ- 54°C .

המספר הכולל של האלקטרונים במולקולות של חומצה פלמיטית גדול מהמספר הכולל של האלקטרונים במולקולות של חומצה מיריסטית (אנ: ענן האלקטרונים; אנ: מספר אטומי הפחמן בשרשרת; אנ: אורך השרשרת). לכן יש סיכוי גדול יותר להיווצרות דו-קוטב זמני בכל מולקולה, ולכן אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של חומצה פלמיטית חזקות מאינטראקציות ון-דר-ואלס שבין המולקולות של חומצה מיריסטית.

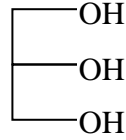
נדרשת יותר אנרגיה להחלשת הקשרים שבין המולקולות של חומצה פלמיטית, ולכן טמפרטורת ההיתוך של חומצה פלמיטית גבוהה מ- 54°C , שהיא טמפרטורת ההיתוך של חומצה מיריסטית.

סעיף ב'

הטריגליצרידים PPP ו-OOO הם שניים מן הטריגליצרידים המצויים בשמן דקל.

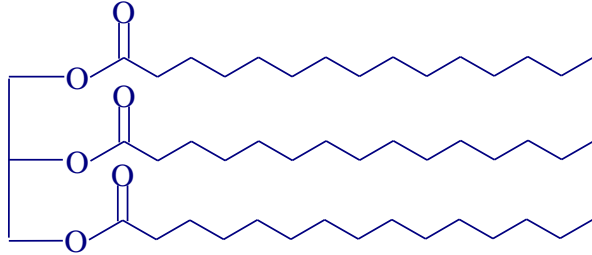
תת-סעיף i

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת גליצרוֹל.



רשום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של הטריגליצריד PPP.

התשובה:



תת-סעיף ii

האינטראקציות שבין המולקולות של הטריגליצריד PPP חזקות מן האינטראקציות שבין המולקולות של הטריגליצריד OOO. הסבר מדוע.

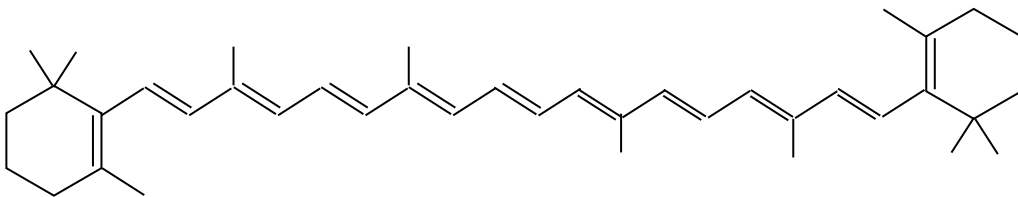
התשובה:

במולקולה של חומצה פלמיטית יש רק קשרי C-C יחידים (א): חומצה פלמיטית היא חומצת שומן רוויה). שרשרת אטומי הפחמן במולקולה של חומצה פלמיטית "ישרה" (א): אין בה כיפוף).
לפי כך, המולקולות של הטריגליצריד PPP יכולות להתארגן באריזה צפופה.
במולקולה של חומצה אולאית יש קשר כפול (במבנה ציס), הגורם לכיפוף במולקולה (א): בשרשרת אטומי הפחמן). כיפוף זה מקשה על המולקולות של הטריגליצריד OOO להיארגן בצפיפות.
האריזה של מולקולות הטריגליצריד PPP יותר צפופה מהאריזה של מולקולות הטריגליצריד OOO, ולכן אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של הטריגליצריד PPP חזקות יותר.

סעיף ג'

שמן דקל עשיר בטא-קרוטן.

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת בטא-קרוטן.



במולקולה של בטא-קרוטן יש קשרי C-H, קשרי C-C, וקשרי C=C.

תת-סעיף i

הקשר C-H קצר מהקשר C-C. ציין את הגורמים המשפיעים על כך.

התשובה:

הגורמים המשפיעים:

- הרדיוס של האטומים היוצרים את הקשר.
- קוטביות הקשר.

תת-סעיף ii

קבע איזה קשר חזק יותר: C=C או C-C. ציין את הגורם המשפיע.

התשובה:

קשר C=C חזק מקשר C-C. הגורם המשפיע: סדר הקשר.

סעיף ד'

שמן דקל מכיל גם ויטמין E.

הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער היא 15 מ"ג (0.015 גרם).

בליטר אחד של שמן דקל במצב נוזל יש 0.00267 מול של ויטמין E.

המסה המולרית של ויטמין E היא 431 $\frac{\text{גרם}}{\text{מול}}$.

קבע אם 1 מ"ל שמן דקל יכול לספק את הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער. פרט את חישוביך.

התשובה:

1 מ"ל של שמן דקל אינו מספק את הצריכה היומית המומלצת.

המסה של ויטמין E ב-1 ליטר שמן: $2.67 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 431 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 1.15 \text{ gr}$

המסה של ויטמין E ב-1 מ"ל שמן: $\frac{1.15 \text{ gr} \times 1 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 1.15 \cdot 10^{-3} \text{ gr} = 1.15 \text{ mg}$

אנ:

מספר המולים של ויטמין E ב-1 מ"ל שמן דקל: $\frac{0.00267 \text{ mol} \times 1 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 2.67 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

המסה של ויטמין E ב-1 מ"ל שמן דקל: $2.67 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \times 431 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 1.15 \cdot 10^{-3} \text{ gr} = 1.15 \text{ mg}$

אנ:

מספר המולים של ויטמין E המומלצים: $\frac{0.015 \text{ gr}}{431 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 3.48 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

מספר המולים של ויטמין E ב-1 מ"ל שמן דקל: $\frac{0.00267 \text{ mol} \times 1 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 2.67 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

1 מ"ל של שמן דקל אינו מספק את הצריכה היומית של ויטמין E המומלצת לנוער, כי המסה של ויטמין E ב-1 מ"ל שמן דקל קטנה מהצריכה היומית המומלצת לנוער.

שאלה 12

מבנה וקישור וחמצון-חיזור

פתיח לשאלה

תלמידים ערכו במעבדה ניסויים עם תמיסה מימית של נחושת כלורית, $\text{CuCl}_{2(\text{aq})}$. יוני הנחושת, $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, בתמיסה מקנים לה גוון כחול.

סעיף א'

התלמידים התבקשו לתאר ברמה מיקרוסקופית את התמיסה המימית של נחושת כלורית. לפניך התיאור שכתב אחד התלמידים.

"התמיסה המימית של נחושת כלורית היא נוזל בצבע כחול. בתמיסה זו יש יונים חיוביים של נחושת, $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$, ויונים שליליים של כלור, $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$. היונים מוקפים במולקולות של מים. היונים החיוביים יוצרים קשרי מימן עם מולקולות המים. קשרי מימן נוצרים גם בין מולקולות המים לבין עצמן."

תת-סעיף i

בתיאור כתב התלמיד פרט אחד, שאינו מתאים לתיאור של תמיסה ברמה מיקרוסקופית. ציין פרט זה, והסבר מדוע הוא אינו מתאים.

התשובה:

"התמיסה המימית של נחושת כלורית היא נוזל בצבע כחול."
זהו פרט שמתאים לתיאור מאקרוסקופי של התמיסה (א): פרט זה נקלט באמצעות חוש הראיה; א: בפרט זה אין התייחסות לחלקיקים).

תת-סעיף ii

ציין שתי טעויות בתיאור המיקרוסקופי שכתב התלמיד, והסבר מדוע כל אחת מהן היא טעות.

התשובה:

- הנוסחה של יוני כלור אינה נכונה.
- יוני כלור הם יונים חד אטומיים. במקום $\text{Cl}_{2}^{-}_{(\text{aq})}$ צריך לרשום $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$.
- "היונים החיוביים יוצרים קשרי מימן עם מולקולות המים."
בין היונים החיוביים לבין הקטבים השליליים של מולקולות המים פועלים כוחות משיכה חשמליים ולא קשרי מימן (א): היונים החיוביים נמשכים אל הקטבים השליליים של מולקולות המים).

תת-סעיף iii

כתוב פרט אחד שהיה צריך לכתוב בתיאור המיקרוסקופי של תמיסת $\text{CuCl}_2(\text{aq})$, והתלמיד לא כתב.

התשובה:

אחד מהפרטים:

- היונים השליליים נמשכים אל הקטבים החיוביים של מולקולות המים.
- קשרי המימן נוצרים בין אטום מימן חשוף מאלקטרונים במולקולה אחת של מים לזוג אלקטרונים בלתי קושר על אטום חמצן במולקולת מים סמוכה.
- החלקיקים אינם מסודרים.
- אופני התנועה של החלקיקים שבתמיסה (יונים ומולקולות המים): תנודה וסיבוב.

סעיף ב'

באחד הניסויים טבלו התלמידים לוחית אלומיניום, $\text{Al}(\text{s})$, בתמיסת $\text{CuCl}_2(\text{aq})$. התרחשה תגובת חמצון-חיזור בין $\text{Al}(\text{s})$ ובין יוני $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה שהתרחשה.

התשובה:



תת-סעיף ii

ציין שני שינויים הנראים לעין במהלך הניסוי (שתי תצפיות).

התשובה:

שניים מבין השינויים:

- לוחית האלומיניום מתפוררת
- שוקע מוצק (בצבע חום אדמדם)
- הצבע הכחול של התמיסה נעלם (אָן): הצבע נעשה בהיר יותר; אָן: הצבע של התמיסה משתנה; אָן: התמיסה הופכת לחסרת צבע).

תת-סעיף iii

קבע אם הכיוון של מעבר האלקטרונים בתגובה הוא מאטומי אלומיניום ליוני הנחושת או מיוני הנחושת לאטומי אלומיניום.

התשובה:

כיוון מעבר האלקטרונים הוא מאטומי אלומיניום ליוני הנחושת.

סעיף ג'

תת-סעיף i

התלמידים טבלו לוחית של כסף, $Ag_{(s)}$, בתמיסת $CuCl_{2(aq)}$.

לא נצפו שינויים המעידים על התרחשות תגובה.

סדר את המתכות, $Al_{(s)}$, $Ag_{(s)}$, $Cu_{(s)}$ על פי הכושר שלהן לחזור, מהגבוה לנמוך. נמק.

התשובה:



המתכת $Al_{(s)}$ מגיבה עם יוני $Cu^{2+}_{(aq)}$, כי $Al_{(s)}$ מחזור חזק מ- $Cu_{(s)}$.

המתכת $Ag_{(s)}$ אינה מגיבה עם יוני $Cu^{2+}_{(aq)}$, כי $Ag_{(s)}$ מחזור חלש מ- $Cu_{(s)}$.

תת-סעיף ii

התלמידים טבלו לוחית $Al_{(s)}$ בתמיסה המכילה יוני $Ag^{+}_{(aq)}$. קבע אם נצפו שינויים המעידים על התרחשות תגובה. נמק.

התשובה:

כן, נצפו שינויים המעידים על התרחשות של תגובה.

$Al_{(s)}$ מחזור טוב מ- $Ag_{(s)}$, ולכן הוא מגיב עם יוני $Ag^{+}_{(aq)}$ שבתמיסה.

שאלה 13

חומצות ובסיסים וסטוכיומטריה

פתיח לשאלה

במעבדה הכינו 4 תמיסות מימיות (1)-(4) בנפחים שווים.
בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על התמיסות.

ריכוז התמיסה (M)	החומר שהוכנס למים	התמיסה המימית
0.01	KOH _(s)	(1)
0.01	Ba(OH) _{2(s)}	(2)
0.02	HNO _{3(l)}	(3)
0.02	C ₅ H ₁₂ O _{6(s)}	(4)

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את התהליך המתרחש כאשר מכניסים בנפרד למים את כל אחד מארבעת החומרים.

התשובה:

- (1) $\text{KOH}_{(s)} \xrightarrow{\text{מים}} \text{K}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$
- (2) $\text{Ba(OH)}_{2(s)} \xrightarrow{\text{מים}} \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2\text{OH}^-_{(aq)}$
- (3) $\text{HNO}_{3(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)}$
- (4) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} \xrightarrow{\text{מים}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(aq)}$

תת-סעיף ii

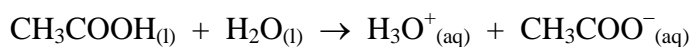
דרג את התמיסות (1)-(4) לפי ה-pH, מהנמוך לגבוה.

התשובה:

$$(3) < (4) < (1) < (2)$$

סעיף ב'

כאשר מכניסים חומצה אצטית, CH₃COOH_(l), למים מתרחשת התגובה:



תת-סעיף i

הוסיפו תמיסה מימית של חומצה אצטית, לתמיסה (1) ולתמיסה (4).
קבע באיזו מן התמיסות, (1) אז (4), התרחשה תגובה. נמק את קביעתך.

התשובה:

תמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ הגיבה עם תמיסה (1).

תמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ היא תמיסה חומצית (א): בתמיסת $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ יש יוני H_3O^+ (aq).
לכן היא הגיבה בתגובת סתירה עם תמיסה (1), שהיא תמיסה בסיסית (א): מכילה יוני OH^- (aq).
(תמיסה (4) היא תמיסה ניטרלית, ולכן היא אינה מגיבה עם תמיסה חומצית.)

תת-סעיף ii

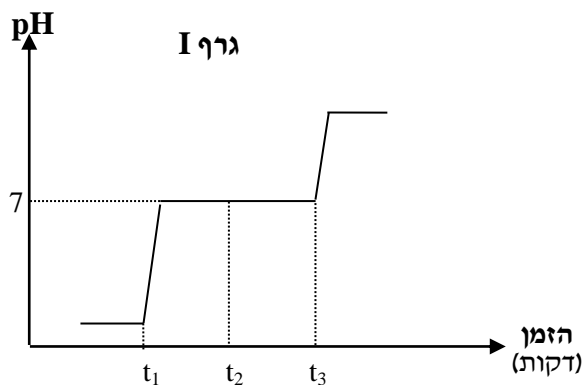
כתוב ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה.

התשובה:



סעיף ג'

בגרף I שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב-pH במהלך הניסוי הראשון.
הזמנים שבהם הוסיפו את שלושת המוצקים בניסוי הראשון מסומנים t_1 , t_2 , t_3 .



תת-סעיף i

קבע מהו המוצק שהוסיפו בזמן t_1 . פרט את חישוביך ונמק.

התשובה

בזמן t_1 הוסיפו את המוצק A (א): 0.56 גרם $\text{KOH}_{(\text{s})}$.

על פי הגרף אפשר לראות שבזמן t_1 , לאחר הוספת המוצק, ה-pH של התמיסה שווה ל-7, כלומר התרחשה תגובת סתירה מלאה. (לכן בזמן t_1 הוסיפו אחד מהמוצקים $\text{KOH}_{(\text{s})}$ או $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$).
מספר המולים של יוני H_3O^+ (aq) ב-100 מ"ל תמיסת HNO_3 (aq):

$$0.1 \text{ liter} \times 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.01 \text{ mol}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ שדרוש לסתירה מלאה של

תמיסת $\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$: 0.01 mol

$$\frac{56 \text{ gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{KOH}_{(\text{s})}$:

$$\frac{0.56 \text{ gr}}{56 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol}$$

ב- 1 מול $\text{KOH}_{(\text{s})}$ יש 1 מול יוני OH^- .

מספר המולים של יוני OH^- במוצק A :

או :

$$\frac{171 \text{ gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$:

$$\frac{1.71 \text{ gr}}{171 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.01 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ שהוסיפו :

ב- 1 מול $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{s})}$ יש 2 מול יוני OH^- , ולכן מספר המולים של יוני OH^- במוצק B הוא :

$$0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$$

לכן המוצק שהוסיפו בזמן t_1 היה המוצק A.

תת-סעיף ii

מהו המוצק שהוסיפו בזמן t_2 ? נמק.

התשובה

בזמן t_2 הוסיפו את המוצק C (או : 1.8 גרם $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{(\text{s})}$).

גלוקוז, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{(\text{s})}$, אינו מגיב כחומצה או כבסיס.

הוספת גלוקוז אינה גורמת לשינוי בריכוז וני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (או : יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$) בתמיסה,

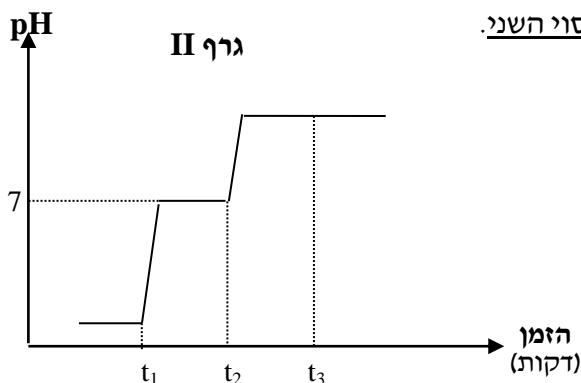
ולכן אינה משנה את ה-pH של התמיסה.

לכן המוצק שהוסיפו בזמן t_2 היה המוצק C - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6_{(\text{s})}$.

סעיף ד'

בניסוי השני הוסיפו את שלושת המוצקים בסדר אחר.

בגרף II שלפניך מוצגים באופן סכמתי השינויים ב-pH במהלך הניסוי השני.



קבע מהו סדר הוספת המוצקים בניסוי השני.

התשובה:

בזמן t_1 הוסיפו את המוצק A.

בזמן t_2 הוסיפו את המוצק B.

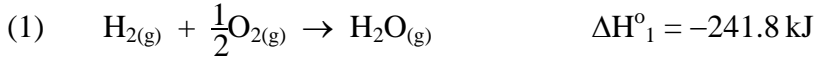
בזמן t_3 הוסיפו את המוצק C.

שאלה 14

אנרגיה ודינמיקה שלב 1

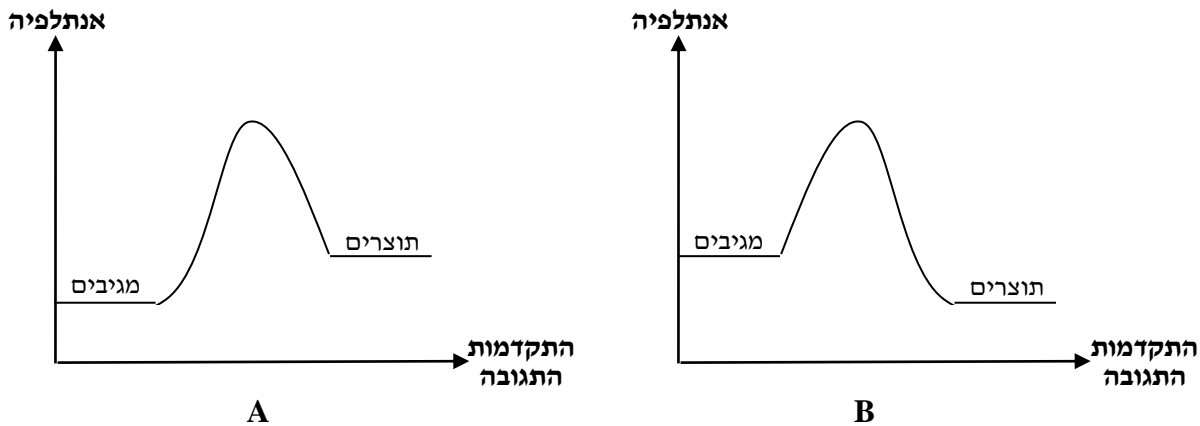
פתיח לשאלה

תערובת של הגזים מימן, $H_2(g)$, וחמצן, $O_2(g)$, נשמרת בכלי זכוכית סגור לאורך זמן, ללא שינוי. כאשר משקיעים אנרגיה על ידי הפעלת ניצוץ חשמלי בתערובת הגזים מתרחשת תגובה (1).



סעיף א'

איזו מן העקומות, A או B, שלפניך מציגה באופן סכמתי את השתנות האנתלפיה במהלך תגובה (1)?
נמק.



התשובה:

עקומה B.

תגובה (1) היא תגובה אקסותרמית ($\Delta H^\circ_1 < 0$), לכן האנתלפיה של התוצרים נמוכה מהאנתלפיה של המגיבים.

סעיף ב'

איזה מבין ההיגדים, I או II, שלפניך הוא ההיגד הנכון?
הסבר את ההיגד שבחרת באמצעות תורת ההתנגשויות.

- I בעקבות השקעת אנרגיה על ידי הפעלת ניצוץ חשמלי קטנה אנרגיית השפעול של התגובה (1), והתגובה מתרחשת.
- II בעקבות השקעת אנרגיה על ידי הפעלת ניצוץ חשמלי גדלה האנרגיה הקינטית של מולקולות המגיבים בתגובה (1), והתגובה מתרחשת.

התשובה:

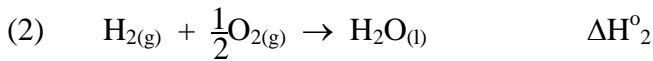
היגד II הוא ההיגד הנכון.

(לתגובה (1) יש אנרגיית שפעול גבוהה.)

- כתוצאה מהגדלת האנרגיה הקינטית של מולקולות המגיבים:
- גדל הסיכוי להתנגשויות בין המולקולות של המגיבים,
 - גדל הסיכוי להיווצרות תצמידים משופעלים ביחידת זמן.
- ולכן יש סיכוי גדול יותר להתנגשויות פוריות ביחידת זמן.
- לפי כך בעקבות הפעלת הניצוץ החשמלי תגובה (1) מתרחשת.

סעיף ג'

בתגובה (2) מקבלים מתערובת של הגזים מימן וחמצן, מים במצב נוזל.



לפניך שלושה ערכים של שינוי אנתלפיה: -285.9 kJ , -241.8 kJ , -197.7 kJ .

קבע איזה מבין הערכים האלה מתאים עבור ΔH°_2 . נמק.

התשובה:

הערך המתאים ל- ΔH°_2 הוא -285.9 kJ .

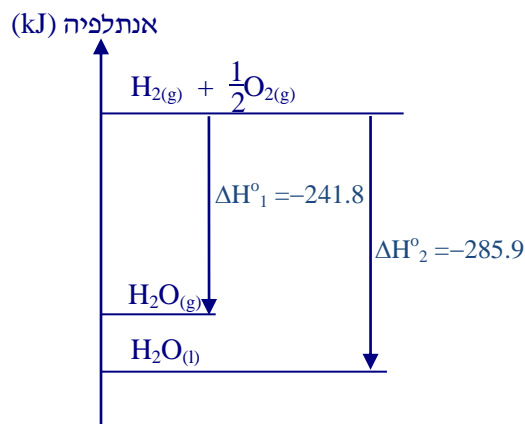
האנתלפיה של מים במצב נוזל נמוכה מהאנתלפיה של מים במצב גז.

אנ: כאשר מים במצב גז הופכים למים במצב נוזל, נפלטת אנרגיה כי נוצרים קשרים בין מולקולריים.

לכן בתגובה (2) תיפלט כמות יותר גדולה של אנרגיה (אנ): שינוי האנתלפיה בתגובה (2) יהיה

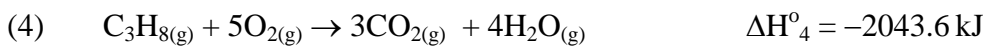
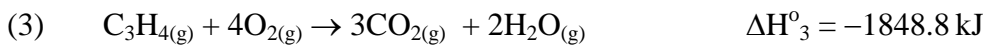
גדול יותר; אנ: ΔH°_2 יהיה שלילי יותר).

אנ: פתרון גרפי



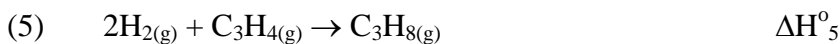
פתיח לסעיפים ד-ה

לפניך שתי תגובות (3) ו-(4):



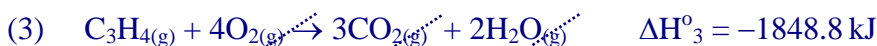
סעיף ד'

מימן מגיב עם פרופין, $\text{C}_3\text{H}_4(g)$, ליצור פרופאן, $\text{C}_3\text{H}_8(g)$, על פי תגובה (5).



העזר בתגובות המתאימות מבין התגובות (1)-(4) וחשב את הערך של ΔH°_5 . פרט את חישוביך.

התשובה:



אנ:

$$\Delta H^\circ_5 = \Delta H^\circ_3 - \Delta H^\circ_4 + 2\Delta H^\circ_1$$

$$\Delta H^\circ_5 = (-1848.8 \text{ kJ}) - 2043.6 \text{ kJ} + 2 \times (-241.8 \text{ kJ}) = -288.8 \text{ kJ}$$

סעיף ה'

לפניך שלושה היגדים I - III .

- I בתגובה (5), האנרגיה הנפלטת בעת יצירת הקשרים במולקולות התוצרים קטנה מהאנרגיה הנקלטת בעת ניתוק הקשרים במולקולות המגיבים.
- II אפשר לחשב את ערכו של ΔH_5° בעזרת ערכים של אנתלפיות קשר בלבד.
- III כאשר מבצעים את תגובה (5) בכלי מבודד, הטמפרטורה בסביבת הכלי עולה.

תת-סעיף i

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים I - III אם הוא נכון או לא נכון.

התשובה:

היגד I - לא נכון

היגד II - נכון

היגד III - לא נכון

תת-סעיף ii

תקן כל היגד שאינו נכון.

התשובה:

היגד I:

האנרגיה הנפלטת בעת יצירת הקשרים במולקולות התוצרים גדולה מהאנרגיה הנקלטת בעת פירוק הקשרים במולקולות המגיבים.

היגד III:

כאשר מבצעים את תגובה (5) בכלי מבודד, לא יהיה שינוי בטמפרטורה בסביבת הכלי.

אן: כאשר מבצעים את תגובה (5) בכלי מבודד, הטמפרטורה בתוך הכלי עולה.

אן: כאשר מבצעים את תגובה (5) בכלי לא מבודד, הטמפרטורה בסביבת הכלי עולה.

שאלה 14

סטויכיומטריה - מצב גז

סעיף א'

שני כלים סגורים A ו-B, שנפחם שווה, מכילים תערובת של חנקן, $N_{2(g)}$, וחמצן, $O_{2(g)}$. שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה.

בכלי A יש 0.02 מול $N_{2(g)}$ ו-0.08 מול $O_{2(g)}$.

בכלי B יש 0.08 מול $N_{2(g)}$ ו-0.02 מול $O_{2(g)}$.

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים I ו-II שלפניך, אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

I הלחץ של תערובת הגזים בכלי A גדול מן הלחץ של תערובת הגזים בכלי B.

II המסה של תערובת הגזים בכלי A גדולה מן המסה של תערובת הגזים בכלי B.

התשובה:

היגד I - לא נכון.

בכל אחד משני הכלים יש אותו מספר מולים של גז (0.1 מול).

לשני הכלים אותו נפח והם נמצאים באותה טמפרטורה, ולכן (על פי השערת אבוגדרו) הלחץ של תערובת הגזים בשני הכלים שווה.

היגד II - נכון.

מספר המולים הכולל של גז בכל אחד משני הכלים שווה.

המסה המולרית של $O_{2(g)}$ גדולה מהמסה המולרית של $N_{2(g)}$.

בכלי A מספר המולים של $O_{2(g)}$ גדול ממספר המולים של $N_{2(g)}$, ולכן המסה של תערובת הגזים בכלי A גדולה מהמסה של תערובת הגזים בכלי B.

אנ:

המסה של תערובת הגזים בכלי A:

$$0.02 \text{ mol} \times \frac{28 \text{ gr}}{\text{mol}} + 0.08 \text{ mol} \times \frac{32 \text{ gr}}{\text{mol}} = 3.12 \text{ gr}$$

המסה של תערובת הגזים בכלי B:

$$0.08 \text{ mol} \times \frac{28 \text{ gr}}{\text{mol}} + 0.02 \text{ mol} \times \frac{32 \text{ gr}}{\text{mol}} = 2.88 \text{ gr}$$

על פי החישוב, המסה של תערובת הגזים בכלי A גדולה מהמסה של תערובת הגזים בכלי B.

סעיף ב'

בדרך כלל ממלאים צמיגים של מכוניות באוויר, שהיא תערובת גזים המכילה בעיקר חנקן, $N_2(g)$, וחמצן, $O_2(g)$.

תת-סעיף i

כאשר ממלאים את הצמיג באוויר, לחץ האוויר בתוך הצמיג עולה. הסבר מדוע.
בתשובתך הנח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג ובטמפרטורת האוויר.

התשובה:

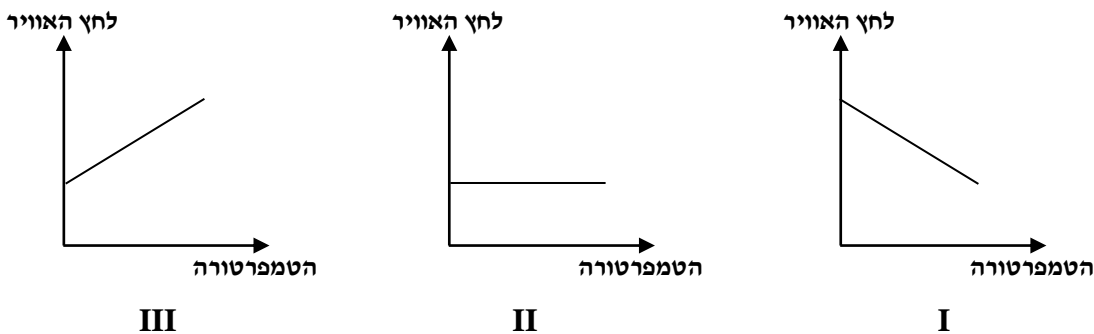
כאשר ממלאים את הצמיג באוויר עולה המספר של מולקולות הגז בצמיג. (אין שינוי בנפח הצמיג או בטמפרטורת הגז בצמיג). מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות הצמיג עולה, ולכן לחץ הגז בצמיג עולה.

תת-סעיף ii

במהלך הנסיעה הטמפרטורה של האוויר בצמיג עולה.

קבע איזה מבין הגרפים III-I שלפניך הוא תיאור סכמתי נכון של לחץ האוויר בצמיג כתלות בטמפרטורה במהלך הנסיעה. נמק.

בתשובתך הנח כי לא חל שינוי בנפח הצמיג.



התשובה:

גרף III.

כאשר הטמפרטורה עולה, מולקולות הגז נעות מהר יותר. עולה מספר התנגשויות ביחידת זמן של מולקולות הגז בדפנות הצמיג. לכן לחץ האוויר (אז: הגז) בצמיג עולה.
אז: כאשר נפח הגז נשאר קבוע, קיים יחס ישר בין הטמפרטורה ולחץ הגז בצמיג.

סעיף ג'

אפשר למלא צמיגים של מכוניות בגז $N_2(g)$ במקום באוויר.

נתון: במול אחד של חלקיקים יש $6.02 \cdot 10^{23}$ חלקיקים.

מהו המספר של מולקולות N_2 בצמיג המכיל 33.6 גרם $N_2(g)$? פרט את חישוביך.

התשובה:

המסה המולרית של $N_2(g)$:

$$28 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

מספר המולים של $N_2(g)$ בצמיג:

$$\frac{33.6 \text{ gr}}{28 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 1.2 \text{ mol}$$

מספר המולקולות של $N_2(g)$ בצמיג:

$$1.2 \text{ mol} \times 6.02 \cdot 10^{23} \frac{\text{molecules}}{\text{mol}} = 7.22 \cdot 10^{23} \text{ molecules}$$

סעיף ד'

תת-סעיף i

אחד היתרונות של מילוי הצמיגים בחנקן לעומת מילוי באוויר הוא שלחץ הגז בתוך צמיגים המלאים בחנקן נשמר זמן רב יותר.

הלחץ נשמר זמן רב יותר כי פחות מולקולות של $N_{2(g)}$ "בורחות" מן הצמיג, מכיוון שמולקולות

של $N_{2(g)}$ גדולות ממולקולות של $O_{2(g)}$.

גודל המולקולה מושפע מרדיוס האטומים המרכיבים אותה.

מהו הגורם לכך שרדיוס של אטום חנקן גדול מרדיוס של אטום חמצן?

התשובה:

הגורם הוא מספר הפרוטונים בגרעין האטום (אָן: גודל המטען הגרעיני).

תת-סעיף ii

יתרון נוסף למילוי צמיגים ב- $N_{2(g)}$ הוא שבזמן תאונה הגז שבצמיגים אינו מגיב עם דלק המכוננית, שהוא תערובת של פחמימנים. פחמימן הוא תרכובת של פחמן ומימן.

ערכו ניסוי שבו אחד מן הפחמימנים המצויים בדלק מגיב עם חמצן, $O_{2(g)}$.

לכלי סגור הכניסו 20 מ"ל של פחמימן במצב גז ו- 160 מ"ל של $O_{2(g)}$.

הגזים הגיבו בשלמות. נוצרו 100 מ"ל פחמן דו-חמצני, $CO_{2(g)}$, ו- 120 מ"ל אדי מים, $H_2O_{(g)}$.

הנפחים של כל הגזים נמדדו בתנאים שווים של טמפרטורה ולחץ.

קבע מהי הנוסחה המולקולרית של הפחמימן. נמק.

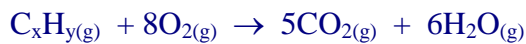
התשובה:

נוסחת הפחמימן היא C_5H_{12} .

(על פי השערת אבוגדרו) באותם תנאים של לחץ וטמפרטורה, יחסי הנפחים של המגיבים והתוצרים במצב גז שווים ליחסי המולים (יחסי המקדמים) בניסוח התגובה.

$C_xH_y(g)$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$	$H_2O_{(g)}$	
20	160	100	120	נפח הגז (מ"ל)
1	8	5	6	יחסי המולים

הניסוח המאוזן של התגובה:



$$x = 5 \quad y = 12$$

הנוסחה המולקולרית של הפחמימן: C_5H_{12}

שאלה 15

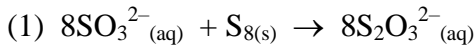
חמצון-חיזור וסטויכיומטריה

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בתגובות שבהן נוצרים או מגיבים יוני תיוסולפט, $S_2O_3^{2-}$ (aq).
יונים אלה מצויים בטבע במי מעיינות חמים ובגייזרים.

סעיף א'

יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) נוצרים בתגובה בין יונים גפריתיים, SO_3^{2-} (aq), לבין גפרית, $S_{8(s)}$, על פי תגובה (1):



תת-סעיף i

ציין את דרגת החמצון של אטומי S בכל אחד משלושה סוגי החלקיקים שבהם הוא מופיע בתגובה (1).

התשובה:

SO_3^{2-}	S_8	$S_2O_3^{2-}$	החלקיק
(+4)	(0)	(+2)	דרגת חמצון של אטום S

תת-סעיף ii

כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה (1), שבה מגיב 1 מול $S_{8(s)}$? פרט את חישוביך.

התשובה:

16 מול אלקטרונים.

דרגת החמצון של אטומי S ב- $S_{8(s)}$ עולה מ- (0) ל- (+2).
בתגובה זו 1 מול אטומי S ב- $S_{8(s)}$ מאבד (אין: מוסר) 2 מול אלקטרונים.
ב- 1 מול $S_{8(s)}$ יש 8 מול אטומי S.

מספר האלקטרונים שעוברים בתגובה שבה מגיב 1 מול $S_{8(s)}$: $8 \text{ mol} \times 2 = 16 \text{ mol}$

תת-סעיף iii

חשב את המסה של $S_{8(s)}$ הדרושה לקבלת 100 מ"ל תמיסה המכילה יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) בריכוז 0.16 M.
פרט את חישוביך.

התשובה:

$$0.16 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.016 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) שהתקבלו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 1 מול $S_{8(s)}$ נוצרים 8 מול יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq).

$$\frac{0.016 \text{ mol}}{8} = 0.002 \text{ mol}$$

מספר המולים של $S_{8(s)}$ שהגיבו:

$$256 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

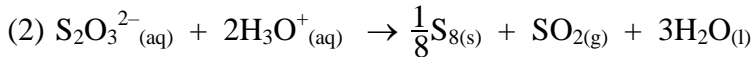
המסה המולרית של גופרית:

$$0.002 \text{ mol} \times 256 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 0.512 \text{ gr}$$

מסת הגופרית הדרושה לתגובה:

סעיף ב'

יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) מגיבים עם יוני הידרוניום, H_3O^+ (aq), על פי תגובה (2):



בתגובה זו חלק מיוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) עוברים חמצון, וחלק מהם עוברים חיזור.

קבע מהו תוצר החמצון של יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq). נמק.

התשובה:

תוצר החמצון הוא $SO_{2(g)}$.

דרגת החמצון של אטומי S ביוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) (אן: במגיב) היא $+2$.

בתוצרים דרגת החמצון של אטומי S היא $+4$ ב- $SO_{2(g)}$ ו- 0 ב- $S_{8(s)}$.
בתהליך של חמצון יש עלייה בדרגת החמצון של האטום.

לכן תוצר החמצון הוא $SO_{2(g)}$.

סעיף ג'

1 מול יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) מגיב עם 4 מול יוני ClO^- (aq).

תמיסות המכילות יוני ClO^- (aq) משמשות לחיטוי והלבנה.

10 מ"ל תמיסה המכילה יוני ClO^- (aq) הגיבו בשלמות עם 22.3 מ"ל תמיסה המכילה יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq)

בריכוז 0.18 M.

חשב את הריכוז של יוני ClO^- (aq) בתמיסה. פרט את חישוביך.

התשובה:

$$0.18 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.0223 \text{ liter} = 0.004 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) שהגיבו:

1 מול יוני $S_2O_3^{2-}$ (aq) מגיב עם 4 מול יוני ClO^- (aq).

$$0.04 \text{ mol} \times 4 = 0.016 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני ClO^- (aq) שהגיבו:

$$\frac{0.016 \text{ mol}}{0.01 \text{ liter}} = 1.6 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}$$

הריכוז המולרי של יוני ClO^- (aq):

סעיף ד'

תמיסות המכילות יוני ClO^- (aq) בריכוז 0.4 M משוקות בישראל בשם "אקונומיקה", והן מיועדות לשימוש ביתי.

תת-סעיף i

התמיסה שאת ריכוזה קבעת בסעיף ג אינה מתאימה לשימוש ביתי.

איזו פעולה צריך לבצע במעבדה כדי להכין ממנה תמיסה לשימוש ביתי?

התשובה:

מיהול התמיסה (אן): הוספת מים עד לקבלת הריכוז הנדרש).

תת-סעיף ii

מהו הנפח של תמיסת "אקונומיקה" שריכוזה 0.4 M שאפשר להכין מ-1 ליטר תמיסה שאת ריכוזה חישבת בסעיף ג? נמק.

התשובה:

4 ליטר תמיסת "אקונומיקה".

1.6 mol

מספר המולים של יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ ב-1 ליטר תמיסה:

$$\frac{1.6 \text{ mol}}{0.4 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}} = 4 \text{ liter}$$

הנפח של תמיסת "אקונומיקה" המכיל 1.6 מול יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$:

או:

הריכוז של יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסה שבסעיף ג' גדול פי 4 מהריכוז של יוני $\text{ClO}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסת "אקונומיקה". לכן יש למהול את התמיסה פי 4.

יתקבלו 4 ליטר של תמיסת "אקונומיקה".