



ב ח י נ ה ב כ י מ י ה
ב מ ת כ ו נ ת ב ג ר ו ת

תשפ"ו- 25/05/2026

א. משך הבחינה: 3.5 שעות

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

50 נקודות	-	פרק ראשון – חובה – (25x2)
50 נקודות	-	פרק שני (25x2)
100 נקודות	-	סה"כ

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות:

1. שימו לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה.
בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן יש לבחור תשובה נכונה אחת.
יש לסמן את התשובות הנכונות בגיליון התשובות.
2. בפרק השני יש לענות על שתים מבין חמש שאלות.
נא לכתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.
הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ה צ ל ה ה

ח ו מ ר ע ז ר מ צ ו ר ר :
ט ב ל ה מ ח ז ו ר י ת
ט ב ל ת ע ר כ י א ל ק ט ר ו ש ל י ל י ו ת
ד ר נ ו ס ח א ו ת

פרק ראשון (50 נקודות)

חובה - ענו על שאלות 1-8

לפני שתענו, קראו את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעות ארבע תשובות. בחרו בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרתם סמנו בדף תשובון המצורף ב – X.

כדי למחוק סימן יש למלא את כל המשבצת כך: ■.

1. כמעט כל האורניום הטבעי בעולם מכיל את האיזוטופ אורניום-238, ^{238}U . פחות מאחוז אחד מן האורניום הטבעי הוא האיזוטופ אורניום-235, ^{235}U , הדרוש לייצור פצצות גרעיניות. אורניום שבו אחוז האיזוטופ אורניום-235 גבוה מהאחוז שלו בטבע קרוי אורניום מועשר. מה המשפט הנכון?

- א. אורניום-235 מתקבל מאורניום-238 בפליטת אלפא.
- ב. אורניום-235 מתקבל מאורניום-238 בפליטת בתא.
- ג. אורניום-235 מתקבל מאורניום-238 בפליטת גמא.
- ד. אורניום-235 לא יכול להתקבל מאורניום-238 באמצעות פליטת אלפא, בתא או גמא.

תשובה נכונה: ד

אורניום-235 לא יכול להתקבל מאורניום-238 באמצעות פליטת אלפא, בטא או גמא.

נימוק קצר:

בפליטת אלפא נפלט חלקיק אלפא, הכולל שני פרוטונים ושני נייטרונים. לכן מספר המסה יורד ב-4 והמספר האטומי יורד ב-2. מאורניום-238 יתקבל תוריום-234, ולא אורניום-235.

בפליטת בטא נפלט חלקיק בטא. מספר המסה אינו משתנה, והמספר האטומי עולה ב-1. לכן מאורניום-238 יתקבל נפטוניום-238, ולא אורניום-235.

בפליטת גמא נפלטת קרינת גמא בלבד. אין שינוי במספר המסה ואין שינוי במספר האטומי. לכן יישאר אורניום-238, ולא יתקבל אורניום-235.

לכן המשפט הנכון הוא ד.

2. האותיות a, b, c, d מסמלות ארבעה יסודות הנמצאים באותה שורה בטבלה המחזורית. בטבלה הבאה מוצג מספר אלקטרוני הערכיות ביסודות אלה

היסוד	מספר אלקטרוני הערכיות
a	1
b	2
c	6
d	7

מהי הקביעה הנכונה?

- א. מצב הצבירה בטמפרטורת החדר של התרכובת הנוצרת מן היסודות a ו-c הוא מוצק.
- ב. הרדיוס של אטום b קטן מהרדיוס של אטום d.
- ג. הנוסחה האמפירית של התרכובת הנוצרת מן היסודות b ו-d היא b_2d .
- ד. בין אטומי היסודות a ו-d נוצר קשר קוולנטי יחיד.

תשובה נכונה: א

מצב הצבירה בטמפרטורת החדר של התרכובת הנוצרת מן היסודות a ו-c הוא מוצק.
נימוק קצר:

היסודות נמצאים באותה שורה בטבלה המחזורית.

ליסוד a יש אלקטרון ערכיות אחד, ולכן הוא מתאים ליסוד מתכתי מטור 1.

ליסוד c יש 6 אלקטרונים ערכיות, ולכן הוא מתאים ליסוד אל-מתכתי מטור 6.

בין מתכת לאל-מתכת נוצרת תרכובת יונית. חומרים יוניים הם בדרך כלל מוצקים בטמפרטורת החדר, ולכן היגד א נכון.

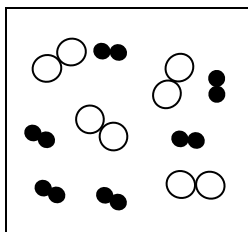
בדיקת המסיחים:

ב. שגוי. באותה שורה בטבלה המחזורית רדיוס האטום קטן משמאל לימין, ולכן הרדיוס של אטום b גדול מהרדיוס של אטום d, ולא קטן ממנו.

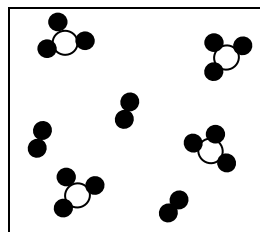
ג. שגוי. היסוד b יוצר בדרך כלל יון במטען +2, והיסוד d יוצר בדרך כלל יון במטען -1. לכן הנוסחה האמפירית הצפויה היא bd_2 ולא b_2d .

ד. שגוי. היסוד a הוא מתכת והיסוד d הוא אל-מתכת, ולכן ביניהם צפוי להיווצר קשר יוני ולא קשר קוולנטי יחיד.

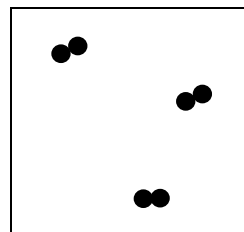
3. לפניכם ארבעה איורים של חומרים שונים, המסומנים באותיות א-ד. בכל האיורים, עיגולים שחורים מייצגים אטומים של אותו יסוד. בחרו את ההיגד הנכון.



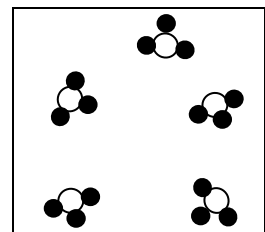
ד



ג



ב



א

- א. כלי א מתאר תרכובת המורכבת מאטומי מימן וחמצן
- ב. כלי ב מתאר תרכובת המורכבת מאטומי מימן
- ג. כלי ג מתאר תערובת של יסוד ותרכובת המורכבים מאטומי מימן וחנקן
- ד. כלי ד מתאר תערובת של יסוד ותרכובת המורכבים מאטומי מימן וחמצן

תשובה נכונה: ג

כלי ג מתאר תערובת של יסוד ושל תרכובת, המורכבים מאטומי מימן וחנקן.

נימוק קצר :

נתון שהעיגולים השחורים מייצגים אטומים של אותו יסוד. לפי ההיגדים, היסוד הזה הוא מימן.

בכלי ג מופיעים שני סוגי חלקיקים :

1. מולקולות דו-אטומיות המורכבות משני עיגולים שחורים - כלומר מולקולות של היסוד מימן, H_2 .

2. מולקולות שבהן אטום אחד, שאינו מימן, קשור לשלושה אטומי מימן. אטום היוצר שלושה

קשרים מתאים לחנקן, ולכן המולקולות האלה מתארות תרכובת של מימן וחנקן, NH_3 .

לכן כלי ג מתאר תערובת של יסוד, H_2 , ושל תרכובת, NH_3 .

התשובה הנכונה היא ג.

מדוע האפשרויות האחרות שגויות :

א שגויה

כלי א מתאר חומר טהור המורכב ממולקולות שבהן אטום אחד קשור לשלושה אטומי מימן. זה מתאים

לתרכובת של מימן וחנקן, NH_3 , ולא לתרכובת של מימן וחמצן.

ב שגויה

כלי ב מתאר חומר טהור המורכב ממולקולות דו-אטומיות של אותו יסוד, כלומר יסוד ולא תרכובת.

תרכובת אינה יכולה להיות מורכבת מאטומי מימן בלבד.

ד שגויה

כלי ד מתאר תערובת של שני סוגי מולקולות דו-אטומיות, שכל אחת מהן מורכבת מאטומים מאותו סוג.

לכן זוהי תערובת של יסודות, ולא תערובת של יסוד ותרכובת.

4. לכוס כימית המכילה 300 מ"ל תמיסת נתרן ברומי, $NaBr_{(aq)}$, בריכוז 0.2M, הוסיפו 300 מ"ל

תמיסה של בריום ברומי, $BaBr_{2(aq)}$, בריכוז 0.1M. לאחר מכן המיסו בתמיסה שהתקבלה 5.334

גרם של אלומיניום ברומי, $AlBr_{3(s)}$ (מסה מולרית של $AlBr_{3(s)}$ היא 266.7 גרם למול).

מהו ריכוז יוני ברום, $Br^-_{(aq)}$, שיתקבל בתמיסה?

א. 0.25M

ב. 0.3M

ג. 0.5M

ד. 0.6M

תשובה נכונה : ב.

חישוב :

מתמיסת $NaBr_{(aq)}$:

300 מ"ל = 0.300 ליטר

$$n(NaBr) = C \cdot V = 0.2 \cdot 0.3 = 0.06 \text{ mol}$$

כל מול $NaBr$ נותן מול אחד של יוני ברום, $Br^-_{(aq)}$, לכן :

$$n(Br^-) = 0.06 \text{ mol}$$

מתמיסת $BaBr_{2(aq)}$:

300 מ"ל = 0.300 ליטר

$$n(\text{BaBr}_2) = C \cdot V = 0.1 \cdot 0.3 = 0.03 \text{ mol}$$

כל מול BaBr_2 נותן שני מולים של יוני ברום, $\text{Br}^-(\text{aq})$, לכן:

$$n(\text{Br}^-) = 2 \cdot 0.03 = 0.06 \text{ mol}$$

מהמסת $\text{AlBr}_3(\text{s})$:

$$n(\text{AlBr}_3) = m / M_w = 5.334 / 266.7 = 0.02 \text{ mol}$$

כל מול AlBr_3 נותן שלושה מולים של יוני ברום, $\text{Br}^-(\text{aq})$, לכן:

$$n(\text{Br}^-) = 3 \cdot 0.02 = 0.06 \text{ mol}$$

סך כל מולי יוני הברום בתמיסה:

$$n(\text{Br}^-) = 0.06 + 0.06 + 0.06 = 0.18 \text{ mol}$$

הנפח הכולל של התמיסה:

$$V = 300 \text{ mL} + 300 \text{ mL} = 600 \text{ mL} = 0.6 \text{ L}$$

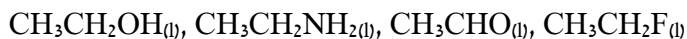
ריכוז יוני הברום:

$$C = n / V$$

$$C = 0.18 / 0.6 = 0.3 \text{ M}$$

לכן ריכוז יוני הברום בתמיסה הוא 0.3 M , והתשובה הנכונה היא ב.

5. נתונים ייצוגים מקוצרים של נוסחת מבנה של ארבעת החומרים הבאים:



לפניכם ארבעה היגדים המתייחסים לכוחות הפועלים בין המולקולות של חומרים אלה. מהו ההיגד הנכון:

- הכוחות בין המולקולות בחומר $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$ דומים בחוזקם לכוחות בין המולקולות בחומר $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.
- במצב נוזלי רק בשניים מבין החומרים מתקיימים קשרי מימן בין המולקולות.
- הקשרים שבין המולקולות בחומר $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ חזקים מן הקשרים שבין המולקולות בחומר $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.
- הקבוצות הפונקציונליות הקיימות במולקולות של החומרים הן אמין וכוהל בלבד.

תשובה נכונה: ב

במצב נוזלי רק בשניים מבין החומרים מתקיימים קשרי מימן בין המולקולות.

נימוק קצר:

בין מולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ מתקיימים קשרי מימן, משום שבמולקולה יש אטום מימן הקשור ישירות לאטום חמצן: $\text{O}-\text{H}$.

בין מולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2_{(l)}$ מתקיימים קשרי מימן, משום שבמולקולה יש אטומי מימן הקשורים ישירות לאטום חנקן: $\text{N}-\text{H}$.

בין מולקולות של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$ לא מתקיימים קשרי מימן, משום שאין במולקולה אטום מימן הקשור ישירות לאטום חמצן, חנקן או פלואור.

בין מולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ לא מתקיימים קשרי מימן, משום שאין במולקולה קשר H-F . אטום הפלואור קשור לפחמן, ולא למימן.

לכן רק בשניים מן החומרים מתקיימים קשרי מימן בין המולקולות:
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ ו- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2_{(l)}$.

מדוע האפשרויות האחרות שגויות:

א שגויה

ב- $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$ פועלים בין המולקולות כוחות בין-מולקולריים חלשים יותר (אינטראקציות ון-דר-ולס) מאשר ב- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ (וד"ו + קשרי מימן).

ג שגויה

הכוחות בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ הם אינטראקציות ון-דר-ולס שאינן חזקות מן הכוחות בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ שהם קשרי מימן.

ד שגויה

במולקולות הנתונות קיימות גם קבוצות פונקציונליות נוספות, למשל אלדהיד ב- CH_3CHO . לכן לא נכון לומר שהקבוצות הפונקציונליות הן אמין וכוהל בלבד.

6. לפניך נוסחאות של כמה חומרים המכילים כלור, Cl :

Cl_2 NaClO_4 KCl PCl_3 RbClO_2

באילו מבין החומרים עשויים אטומי או יוני כלור, Cl , להגיב גם כמחמצן וגם כמחזור:

א. ב- Cl_2 ו- RbClO_2 .

ב. ב- Cl_2 ו- RbClO_2 ו- PCl_3 .

ג. ב- RbClO_2 ו- NaClO_4 .

ד. ב- KCl ו- NaClO_4 .

תשובה נכונה: א

ב- Cl_2 וב- RbClO_2 .

נימוק קצר:

כדי שחומר יוכל לשמש גם כמחמצן וגם כמחזור, אטום או יון הכלור צריך להיות בדרגת חמצון שאינה מינימלית ואינה מקסימלית. כלומר, הוא צריך להיות בדרגת חמצון ביניים, כך שיוכל גם לעבור חמצון וגם לעבור חיזור.

דרגות החמצון של הכלור בחומרים הנתונים:

Cl_2 : דרגת החמצון של כלור היא 0.

זו דרגת ביניים, ולכן כלור יכול להגיב כמחמצן וגם כמחזור.

NaClO_4 : דרגת החמצון של כלור היא +7.

זו דרגת החמצון המרבית של כלור, ולכן הוא יכול לשמש כמחמצן בלבד.

KCl : דרגת החמצון של כלור היא -1.

זו דרגת החמצון המזערית של כלור, ולכן הוא יכול לשמש כמחזור בלבד.

PCl_3 : דרגת החמצון של כלור היא -1 (כי כלור יותר אלקטרושלילי מזרחן).

גם כאן הכלור בדרגת חמצון מזערית, ולכן יכול לשמש כמחזור בלבד.

RbClO_2 :

רובידיום הוא +1, חמצן הוא -2 ולכן דרגת החמצון של כלור היא +3.

זו דרגת ביניים, ולכן כלור יכול להגיב כמחמצן וגם כמחזור.

לכן החומרים שבהם הכלור עשוי להגיב גם כמחמצן וגם כמחזור הם: Cl_2 ו- RbClO_2

התשובה הנכונה היא א.

7. נתונות ארבע תמיסות מימיות:

ריכוז [M]	נפח [מ"ל]	התמיסה	
0.2	200	$\text{NaOH}_{(aq)}$	A
0.4	100	$\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$	B
0.2	100	$\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$	C
0.4	200	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$	D

בהתאם לנתונים המוצגים בטבלה, קבעו מהו ההיגד הנכון:

- ה-pH של תמיסה B גבוה מזה של תמיסה A.
- רק שתיים מן התמיסות המתוארות בטבלה מוליכות חשמל.
- הוספת תמיסה B לתמיסה D תגרום לעלייה ב-pH עד לערך גבוה מ-7.
- כאשר מערבבים את תמיסה A עם תמיסה C, ערך ה-pH שווה ל-7.

תשובה נכונה: ד

כאשר מערבבים את תמיסה A עם תמיסה C, ערך ה-pH שווה ל-7.

נימוק קצר:

תמיסה A היא תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$, שהיא תמיסה בסיסית.

חישוב מספר המולים של NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = C \cdot V = 0.2 \cdot 0.2 = 0.04 \text{ mol}$$

לכן בתמיסה A יש: 0.04 מולי יוני $\text{OH}^-_{(aq)}$

תמיסה C היא תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$, שהיא חומצה דו-פרוטית.

חישוב מספר המולים של H_2SO_4 :

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = C \cdot V$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2 \cdot 0.1 = 0.02 \text{ mol}$$

כל מול H_2SO_4 משחרר במים 2 מולי יוני ההידרוניום ולכן מספר מולי ההידרוניום בתמיסה C הוא:

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \cdot 0.02 = 0.04 \text{ mol}$$

מספר מולי $\text{OH}^-_{(aq)}$ בתמיסה A שווה בדיוק למספר מולי $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ שיש בתמיסה C, ולכן כשמערבבים את התמיסות מתרחשת סתירה מלאה. מתקבלת תמיסה ניטרלית - $\text{pH} = 7$

לכן התשובה הנכונה היא ד.

מדוע האפשרויות האחרות שגויות:

א שגויה

תמיסה B היא תמיסת $\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$. מתאנול הוא חומר מולקולרי שאינו בסיס במים, ולכן ה-pH שלה אינו גבוה מזה של תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ שהיא תמיסה בסיסית שערך ה-pH שלה גבוה מ-7.

ב שגויה

יותר משתי תמיסות מוליכות חשמל.

$\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$ ו- $\text{NaOH}_{(aq)}$, $\text{H}_2\text{SO}_4_{(aq)}$ מכילות יונים בתמיסה ולכן מוליכות חשמל.

$\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$ הוא חומר מולקולרי ואינו מתפרק ליונים במים, ולכן תמיסה שלו אינה מוליכה חשמל.

ג שגויה

תמיסה D היא תמיסת $\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$, שהוא חומר יוני. הוספת תמיסת $\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$ אינה מוסיפה בסיס לתמיסה אלא רק מוהלת את החומר היוני ולכן אינה יכולה להעלות את ה-pH לערך גבוה מ-7.

8. בטמפרטורה ובלחץ קבועים, מגיבים 20 מיליליטר של פחמימן שנוסחתו $\text{C}_4\text{H}_6_{(g)}$ עם 40 מיליליטר של מימן, $\text{H}_2_{(g)}$. מתקבלים 20 מיליליטר של גז תוצר אחד בלבד.

מהי נוסחת התוצר?

א. $\text{C}_4\text{H}_{10(g)}$

ב. $\text{C}_4\text{H}_8_{(g)}$

ג. $\text{C}_8\text{H}_{(g)}$

ד. $\text{C}_4\text{H}_4_{(g)}$

תשובה מצופה: א

נימוק קצר:

בטמפרטורה ובלחץ קבועים, לפי השערת אבוגדרו, יחס הנפחים של גזים שווה ליחס המולים שלהם.

נתון:

20 מ"ל $\text{C}_4\text{H}_6_{(g)}$ מגיבים עם 40 מ"ל $\text{H}_2_{(g)}$ ומתקבלים 20 מ"ל של תוצר גזי אחד.

לכן יחס הנפחים הוא:

תוצר : H_2 : C_4H_6
20 : 40 : 20

מחלקים ב-20:

1 : 2 : 1

כלומר כל מול של C_4H_6 מגיב עם שני מול מימן, H_2 :

תוצר $\text{C}_4\text{H}_6_{(g)} + 2\text{H}_2_{(g)} \rightarrow$

כלומר לכל מולקולה של C_4H_6 נוספות שתי מולקולות H_2 שמספקות 4 אטומי מימן:

$\text{C}_4\text{H}_6_{(g)} + 2\text{H}_2_{(g)} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10(g)}$

לכן נוסחת התוצר היא : $C_4H_{10(g)}$

חומרים להפשרת קרח ולמניעת קיפאון

בימי חורף קרים, כאשר שכבת קרח מכסה כבישים או מסלולי המראה, נוצרת סכנה ממשית לכלי רכב, להולכי רגל ולמטוסים. כדי להתמודד עם הבעיה משתמשים לעיתים בחומרים שמורידים את טמפרטורת הקיפאון של המים. במים טהורים, מולקולות המים מסתדרות בזמן הקיפאון במבנה גבישי מסודר של קרח. כאשר ממיסים במים חומרים שונים, הסידור הזה מופרע, ולכן המים קופאים בטמפרטורה נמוכה יותר. פיזור חומרים אלה על שלג או על קרח גורם להפשרת הקרח.

אחד החומרים הנפוצים להפשרת קרח בכבישים הוא מלח בישול, $\text{NaCl}_{(s)}$, משום שהוא זול וזמין. כאשר ממיסים מלח בישול במים, הוא מתפרק ליונים בתמיסה, ואלה מפריעים למולקולות המים להתארגן במבנה גבישי. בריכוז משקלי של כ-23% NaCl , יורדת טמפרטורת קיפאון של המים ל- 21°C . טמפרטורה זו קרויה הנקודה האוטקטית של התמיסה, והיא הטמפרטורה הנמוכה ביותר שאפשר להגיע אליה בעזרת חומר זה.

יש מלחים יעילים יותר, למשל סידן כלורי, $\text{CaCl}_{2(s)}$, ומגנזיום כלורי, $\text{MgCl}_{2(s)}$. מלחים אלה מאפשרים להוריד את טמפרטורת הקיפאון לערכים נמוכים יותר, עד כ- 50°C ואף פחות בתנאים מסוימים. נוסף על כך, המסה של $\text{CaCl}_{2(s)}$ במים מלווה בפליטת חום, ולכן החומר לא רק מוריד את טמפרטורת הקיפאון אלא גם מסייע להפשרה מהירה יותר של הקרח. מצד אחר, השימוש במלחים עלול לגרום לקורוזיה של מתכות ולפגיעה בצמחייה ובתשתיות.

לצד המלחים משתמשים גם בחומרים מולקולריים נוזליים, כגון אתילן גליקול ופרופילן גליקול. חומרים אלה אינם יוניים, אך גם הם מורידים את טמפרטורת הקיפאון של המים ולכן משמשים כנוגדי קיפאון במערכות סגורות, למשל במנועי רכב ובמטוסים. בתעופה מעדיפים לעיתים חומרים כאלה על פני מלחים, משום שמלחים עלולים להזיק לחלקי המתכת של המטוס. לכן הבחירה בין מלחים לבין גליקולים תלויה לא רק ביעילות הכימית שלהם, אלא גם בעלות, בבטיחות ובהשפעתם על הסביבה.

א. מנו שני יתרונות לשימוש בסידן כלורי על פני נתרן כלורי כחומר להפשרת קרח. (2 נקודות)

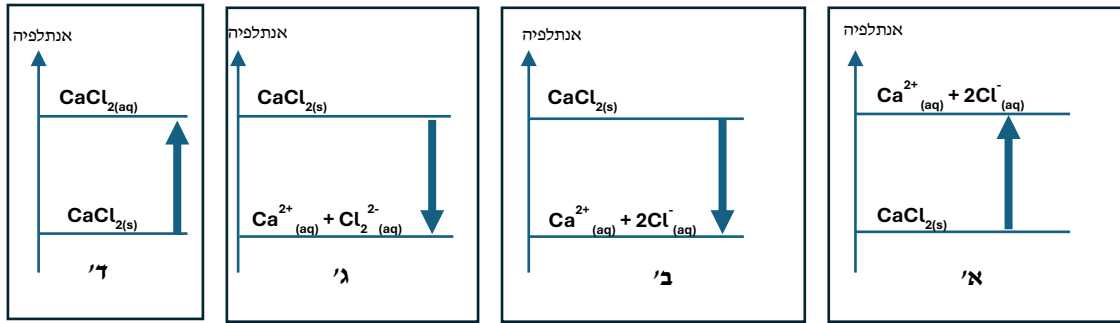
לפי הקטע, לסידן כלורי יש שני יתרונות על פני נתרן כלורי כחומר להפשרת קרח:

1. סידן כלורי מוריד את טמפרטורת הקיפאון של המים לערכים נמוכים יותר מנתרן כלורי.
2. המסה של סידן כלורי במים מלווה בפליטת חום, ולכן היא מסייעת להפשרה מהירה יותר של הקרח.

נימוק קצר:

לפי הקטע, בעזרת NaCl אפשר להגיע עד לנקודה אוטקטית של מינוס 21 מעלות צלזיוס, ואילו מלחים כמו CaCl_2 מאפשרים להוריד את טמפרטורת הקיפאון עד לערכים נמוכים בהרבה, סביב מינוס 50 מעלות צלזיוס. נוסף על כך, ההמסה של CaCl_2 במים היא תהליך פולט חום, ולכן היא תורמת גם לחימום מקומי ולהפשרת הקרח.

לפניכם גרפים א-T, המתארים אפשרויות שונות לשינוי האנתלפיה בתהליך ההמסה של סידן כלורי במים. רק אחד מן הגרפים מתאר נכון את התהליך.

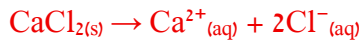


ב. i. קבעו איזה מן הגרפים מתאר נכון את תהליך ההמסה של סידן כלורי במים והסבירו בקצרה. (2 נקודות)

תשובה מצופה: גרף ב

הסבר:

תהליך ההמסה של סידן כלורי במים הוא:

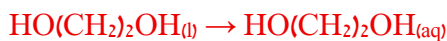


על פי הקטע, המסה של $\text{CaCl}_{2(s)}$ במים מלווה בפליטת חום. לכן זהו תהליך אקסותרמי. בתהליך אקסותרמי, האנתלפיה של התוצרים נמוכה מן האנתלפיה של המגיבים. לכן הגרף המתאים הוא הגרף שבו $\text{CaCl}_{2(s)}$ נמצא ברמת אנתלפיה גבוהה יותר, והיונים $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ ו- $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$ נמצאים ברמת אנתלפיה נמוכה יותר. לכן הגרף הנכון הוא גרף ב.

לפניכם ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה של אתילן גליקול: $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$.

ii. נסחו את תהליך ההמסה של אתילן גליקול במים. (2 נקודות)

התשובה הנדרשת: תהליך ההמסה של אתילן גליקול במים הוא:



נימוק קצר (לא נדרש)

אתילן גליקול הוא חומר מולקולרי. כאשר הוא מתמוסס במים, המולקולות שלו מתפזרות בין מולקולות המים, אך אינן מתפרקות ליונים. לכן בניסוח תהליך ההמסה נוסחת החומר נשארת ללא שינוי, ורק מצב הצבירה משתנה מ-(l) ל-(aq).

ענו על שניים מן הסעיפים i. עד iii. (4 נקודות, 2 נקודות לכל סעיף שנבחר)

ג. i. קבעו אילו קשרים או כוחות פועלים בין החלקיקים המרכיבים את הסריג של סידן כלורי מוצק?

תשובה נדרשת: בין החלקיקים המרכיבים את הסריג של סידן כלורי מוצק פועלים קשרים יוניים. הסבר (לא נדרש): בסידן כלורי מוצק יש סריג יוני הבנוי מיוני סידן חיוביים, Ca^{2+} , ומיוני כלור שליליים, Cl^- . בין היונים החיוביים ליונים השליליים פועלים כוחות משיכה חשמליים חזקים, כלומר קשרים יוניים.

ii. קבעו אילו קשרים או כוחות פועלים בין החלקיקים שמקורם בסידן כלורי לבין מולקולות המים בתמיסה?

תשובה נדרשת: בין החלקיקים שמקורם בסידן כלורי לבין מולקולות המים בתמיסה פועלים כוחות משיכה חשמליים בין יונים לבין מולקולות מים.

הסבר (לא נדרש): יוני הסידן החיוביים, Ca^{2+} , נמשכים אל הקוטב השלילי החלקי של מולקולות המים, ליד אטום החמצן. יוני הכלור השליליים, Cl^- , נמשכים אל הקוטב החיובי החלקי של מולקולות המים, ליד אטומי המימן. כוחות אלה נקראים גם קשרי יון-דיפול.

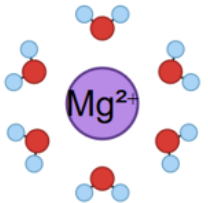
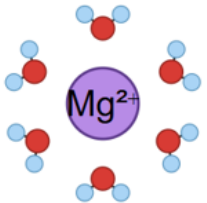

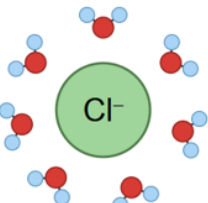
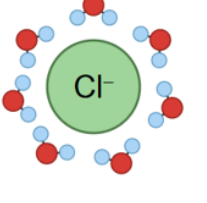
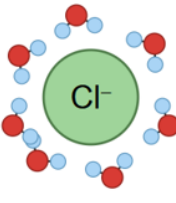


iii. קבעו אילו קשרים או כוחות פועלים בין החלקיקים שמקורם באתילן גליקול לבין מולקולות המים בתמיסה?

תשובה נדרשת: בין החלקיקים שמקורם באתילן גליקול לבין מולקולות המים פועלים קשרי מימן.

הסבר (לא נדרש): במולקולות אתילן גליקול יש שתי קבוצות $-OH$. אטומי המימן החשופים מאלקטרוניים שקשורים לאטומי החמצן יכולים ליצור קשרי מימן עם זוגות אלקטרוניים בלתי קושרים על אטומי החמצן במולקולות מים, וגם זוגות האלקטרוניים הבלתי קושרים באטומי החמצן באתילן גליקול יכולים ליצור קשרי מימן עם אטומי החמצן במולקולות המים.

בטבלה שלפניכם מוצגים שלושה טורים, א-ג, ובהם איורים המתארים יונים של מגנזיום ויונים של כלור בתמיסה מימית. בכל טור מוצג היום החיובי, ומתחתיו היום השלילי, כשהם מוקפים במולקולות מים.

ד. אילו מבין שלושת הטורים, א'-ג', מתאר נכון את היונים בתמיסה? נמקו. (3 נקודות)

היון בתמיסה	א	ב	ג
יון חיובי, Mg^{2+}			
יון שלילי, Cl^-			
מקרא:		 מימן	 חמצן

התשובה הנדרשת:

הטור המתאר נכון את היונים בתמיסה הוא טור ב.

הנימוק:

מולקולת מים היא מולקולה קוטבית. ליד אטום החמצן יש מטען חלקי שלילי, וליד אטומי המימן יש מטען חלקי חיובי.

סביב יון חיובי, Mg^{2+} , הצד השלילי החלקי של מולקולות המים צריך לפנות אל היום. לכן אטומי החמצן של מולקולות המים צריכים לפנות לכיוון Mg^{2+} .

סביב יון שלילי, Cl^- , הצד החיובי החלקי של מולקולות המים צריך לפנות אל היום. לכן אטומי המימן של מולקולות המים צריכים לפנות לכיוון Cl^- .

בטור ב שני התנאים מתקיימים: סביב Mg^{2+} החמצנים פונים אל היום, וסביב Cl^- המימנים פונים אל היום. לכן טור ב הוא הטור הנכון.

אתם מופקדים על תחנת מחקר בגרינלנד, שבה הטמפרטורה יורדת עד למינוס 30 מעלות צלסיוס. לצורך הפשרת הכבישים בתחנה ביצעתם שני ניסויים שהתוצאות שלהם מפורטות בטבלה:

ריכוז משקלי (%)	טמפרטורת קיפאון של תמיסת $NaCl$ ($^{\circ}C$)	טמפרטורת קיפאון של תמיסת $CaCl_2$ ($^{\circ}C$)
0	0	0
5	-3	-6
10	-7	-15
15	-12	-28
20	-18	-40
23	-21	-48

ה. ענו על הסעיפים i עד v.

i. נסחו שאלת חקר המתאימה לתוצאות אחד הניסויים. (2 נקודות)

שאלת חקר אפשרית: כיצד משפיע הריכוז המשקלי של תמיסת סידן כלורי, $CaCl_{2(aq)}$, על טמפרטורת הקיפאון של התמיסה?

או: כיצד משפיע הריכוז המשקלי של תמיסת נתרן כלורי, $NaCl_{(aq)}$, על טמפרטורת הקיפאון של התמיסה?

ii. איזה מלח הייתם בוחרים להפשרת הכבישים בתחנה? מדוע? (2 נקודות)

כדאי לבחור בסידן כלורי, $CaCl_2$.

הנימוק:

בתחנת המחקר הטמפרטורה יורדת עד למינוס 30 מעלות צלזיוס. לפי הנתונים בטבלה,

- תמיסות NaCl מורידות את טמפרטורת הקיפאון עד מינוס 21 מעלות צלזיוס בלבד, ולכן הן אינן מתאימות לתנאים בתחנה.
- לעומת זאת, תמיסות CaCl₂ יכולות להוריד את טמפרטורת הקיפאון לערכים נמוכים ממינוס 30 מעלות צלזיוס. לדוגמה, בריכוז משקלי של 20% טמפרטורת הקיפאון של תמיסת CaCl₂ היא מינוס 40 מעלות צלזיוס.
- לכן סידן כלורי מתאים יותר להפשרת הכבישים בתחנה.
- באיזה ריכוז משקלי מינימלי הייתם בוחרים כדי להפשיר את הקרח על הכבישים בתחנה? הסבירו ללא חישוב. (2 נקודות)
- יש לבחור בתמיסת סידן כלורי, CaCl₂, בריכוז משקלי של 20%.
החסבר:
- הטמפרטורה בתחנת המחקר יורדת עד למינוס 30 מעלות צלזיוס. כדי להפשיר את הקרח, יש לבחור ריכוז שבו טמפרטורת הקיפאון של התמיסה נמוכה ממינוס 30 מעלות צלזיוס. לפי הטבלה, בתמיסת CaCl₂ בריכוז משקלי של 15% טמפרטורת הקיפאון היא מינוס 28 מעלות צלזיוס. ריכוז זה אינו מספיק, כי בתחנה הטמפרטורה יכולה לרדת עד מינוס 30 מעלות צלזיוס.
- בתמיסת CaCl₂ בריכוז משקלי של 20% טמפרטורת הקיפאון היא מינוס 40 מעלות צלזיוס. ריכוז זה מתאים, והוא הריכוז הנמוך ביותר מבין הנתונים בטבלה שמתאים לתנאי התחנה. לכן הריכוז המשקלי המינימלי המתאים הוא CaCl₂ 20%.
- מה תהיה טמפרטורת הקיפאון של תמיסת NaCl_(aq) בריכוז משקלי של 30%? הסבירו. (3 נקודות) התשובה הנדרשת: טמפרטורת הקיפאון של תמיסת NaCl_(aq) בריכוז משקלי של 30% לא תהיה נמוכה ממינוס 21 מעלות צלזיוס.
- החסבר: לפי הקטע, בריכוז משקלי של כ-23% NaCl מתקבלת הנקודה האאוטקטית של התמיסה. זו הטמפרטורה הנמוכה ביותר שאפשר להגיע אליה בעזרת NaCl, והיא מינוס 21 מעלות צלזיוס.
- לכן, גם אם מעלים את הריכוז המשקלי של NaCl ל-30%, אי אפשר להסיק שטמפרטורת הקיפאון תרד עוד. תמיסת NaCl בריכוז 30% לא תוריד את טמפרטורת הקיפאון מתחת למינוס 21 מעלות צלזיוס.
- מה הריכוז המולרי של תמיסת NaCl_(aq) בריכוז משקלי של 30%, כלומר ב-100 מ"ל מים מומסים 30 גרם של NaCl_(s), פרטו חישובים. (3 נקודות)
- התשובה הנדרשת: הריכוז המולרי של תמיסת NaCl_(aq) הוא בערך **5.13M**.
החישוב: ריכוז משקלי של 30% פירושו: ב-100 גרם תמיסה יש 30 גרם NaCl.
על פי הנתון בשאלה 100 מ"ל תמיסה הם 100 גרם תמיסה. לכן. ב-100 מ"ל תמיסה יש 30 גרם NaCl.
נחשב את מספר המולים של NaCl:
- $$Mw(\text{NaCl}) = 58.5 \text{ גרם למול}$$
- $$n = m / Mw = 30 / 58.5 = 0.513 \text{ mol}$$
- נפח התמיסה: 100 מ"ל = 0.100 ליטר
נחשב את הריכוז המולרי:
- $$C = n / V = 0.513 / 0.100 = 5.13M$$
- לכן הריכוז המולרי של תמיסת NaCl_(aq) הוא **5.13M**.

פרק שני (50 נקודות)

ענו על שתיים מן השאלות 10-14 (לכל שאלה 25 נקודות).

10. מבנה החומר, חמצון חיזור, סטוכיומטריה

השאלה עוסקת במשפחת ההלוגנים. לפניכם טבלה ובה נתונים על טמפרטורות היתוך ורתיחה:

החומר	נוסחת החומר	טמפרטורת היתוך (K)	טמפרטורת רתיחה (K)
כלור	Cl ₂	172	239
ברום	Br ₂	266	332
ברום כלורי	BrCl	219	278

א. קבעו את מצב הצבירה של כל אחד מן החומרים בטמפרטורה של מינוס 20 מעלות צלסיוס. (3 נק')

התשובה הנדרשת: בטמפרטורה של מינוס 20 מעלות צלזיוס:

כלור, Cl₂ — גז.

ברום, Br₂ — מוצק.

ברום כלורי, BrCl — נוזל.

נימוק קצר, לא נדרש: מינוס 20 מעלות צלזיוס הן 253 קלווין.

לכלור, Cl₂: טמפרטורת ההיתוך היא 172 קלווין וטמפרטורת הרתיחה היא 239 קלווין.

253 קלווין גבוה מטמפרטורת הרתיחה, ולכן הכלור הוא גז.

לברום, Br₂: טמפרטורת ההיתוך היא 266 קלווין וטמפרטורת הרתיחה היא 332 קלווין, ולכן הברום הוא מוצק.

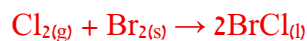
לברום כלורי, BrCl: טמפרטורת ההיתוך היא 219 קלווין וטמפרטורת הרתיחה היא 278 קלווין.

253 K נמצא בין טמפרטורת ההיתוך לטמפרטורת הרתיחה, ולכן ברום כלורי הוא נוזל.

כלור הגיב עם ברום בטמפרטורה של מינוס 20 מעלות צלסיוס. התקבלו 1.204×10^{24} מולקולות של ברום כלורי.

ב. i. נסחו ואזנו את התגובה (2 נק')

התשובה הנדרשת: התגובה המאוזנת היא:



נימוק קצר, לא נדרש:

בטמפרטורה של מינוס 20 מעלות צלזיוס כלור הוא גז, ברום הוא מוצק וברום כלורי הוא נוזל. במגיבים יש 2 מולים של אטומי כלור ו-2 מולים של אטומי ברום. לכן בתוצרים צריכים להתקבל 2 מול BrCl.

ii. חשבו את מסת הכלור שהגיב. פרטו חישובים. (4 נק')

התשובה הנדרשת:

מסת גז הכלור שהגיב היא 70.9 גרם.

החישוב:

$$N = 1.204 \times 10^{24} \text{ מולקולות BrCl}$$

מספר אבוגדרו

$$N_0 = 6.02 \times 10^{23}$$

לכן, מספר המולים של BrCl:

$$n(\text{BrCl}) = N/N_0 = 1.204 \times 10^{24} / 6.02 \times 10^{23} = 2 \text{ mol}$$

על פי ניסוח התגובה 1 מול Cl_2 מגיב לקבלת 2 מול BrCl.
לכן מספר המולים של Cl_2 שהגיב הוא 1 מול.
המסה המולרית של Cl_2 היא 70.9 גרם למול

מסת הכלור שהגיב:

$$m = n \cdot M = 1 \cdot 70.9 = 70.9 \text{ gr}$$

לכן מסת גז הכלור שהגיב היא 70.9 גרם.

ג. קבעו את הגורם להבדל בטמפרטורת רתיחה בין $\text{BrCl}_{(l)}$ ו- $\text{Br}_2_{(l)}$ (1.5 נק')

התשובה הנדרשת:

הגורם העיקרי להבדל בטמפרטורת הרתיחה בין $\text{BrCl}_{(l)}$ ובין $\text{Br}_2_{(l)}$ הוא גודל ענן האלקטרונים, כלומר מספר האלקטרונים הכולל במולקולה.

נימוק קצר, לא נדרש: למולקולת Br_2 יש ענן אלקטרונים גדול יותר מאשר למולקולת BrCl, ולכן אינטראקציות ון דר׳ולס בין מולקולות Br_2 חזקות יותר. כתוצאה מכך דרושה טמפרטורה גבוהה יותר כדי להפריד בין מולקולות Br_2 , ולכן טמפרטורת הרתיחה של Br_2 גבוהה מזו של BrCl.

זאת על אף ש-BrCl היא מולקולה קוטבית ו- Br_2 אינה קוטבית. לפי הנתונים בטבלה טמפרטורת הרתיחה של Br_2 גבוהה יותר, ולכן, במקרה זה הגורם הדומיננטי הוא גודל ענן האלקטרונים ולא קוטביות המולקולה.

תערובת של הגזים $\text{BrCl}_{(g)}$ ו- $\text{Br}_2_{(g)}$ מצויה בטמפרטורה גבוהה.

ד. מקררים את התערובת, איזה חומר יתעבה ראשון, כלומר יהפוך מגז לנוזל? נמקו (3 נק')

התשובה הנדרשת:

החומר שיתעבה ראשון הוא **ברום, Br_2** .

הנימוק:

כאשר מקררים תערובת של גזים, החומר בעל טמפרטורת הרתיחה הגבוהה ביותר יתעבה ראשון, משום שהוא עובר ממצב גז למצב נוזל בטמפרטורה גבוהה יותר משאר החומרים. לפי הטבלה:

טמפרטורת הרתיחה של Cl_2 היא 239 קלווין.

טמפרטורת הרתיחה של BrCl היא 278 קלווין.

טמפרטורת הרתיחה של Br_2 היא 332 קלווין.

ל- Br_2 יש את טמפרטורת הרתיחה הגבוהה ביותר, ולכן הוא יתעבה ראשון.

ה. ציירו נוסחת ייצוג אלקטרוניים למולקולה BrCl (2 נק')



קבעו את דרגות החמצון של אטומי הכלור והברום בכל אחד מן החומרים שבטבלה. (3 נק')

התשובה הנדרשת:

ב- Cl_2 דרגת החמצון של אטומי הכלור היא 0.

ב- Br_2 דרגת החמצון של אטומי הברום היא 0.

ב- BrCl דרגת החמצון של אטום הכלור היא -1 ודרגת החמצון של אטום הברום היא $+1$.
נימוק קצר, לא נדרש:

ביסודות במצבם החופשי, כמו Cl_2 ו- Br_2 דרגת החמצון של האטומים היא 0 .
במולקולות BrCl הכלור אלקטרושלילי יותר מן הברום, ולכן מייחסים לו דרגת חמצון -1 .
המולקולה ניטרלית, ולכן דרגת החמצון של הברום היא $+1$.

הוסיפו לדגימת BrCl חומר מחזור. איזה תוצר מבין השניים יתקבל Br_2 או Cl_2 ? נמקו. (3 נק')

ז. **התשובה הנדרשת:**

התוצר שיתקבל הוא Br_2 .

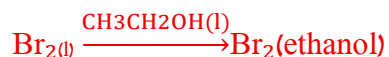
הנימוק:

במולקולה BrCl דרגת החמצון של הברום היא $+1$, ודרגת החמצון של הכלור היא -1 .
חומר מחזור מאבד אלקטרונים לחומר אחר, ולכן החומר האחר עובר חיזור, כלומר דרגת החמצון של האטום שבו יורדת.
ב- BrCl רק הברום יכול לעבור חיזור מדרגת חמצון $+1$ לדרגת חמצון 0 שהיא דרגת החמצון במולקולות Br_2 .
לכן התוצר שיתקבל הוא Br_2 .
לעומת זאת, הכלור ב- BrCl נמצא בדרגת חמצון -1 , שהיא דרגת החמצון המינימלית, ולכן לא יכול לעבור חיזור.

ח. במעבדה מסוכן לעבוד עם ברום טהור, ולכן נהוג להשתמש בתמיסה של ברום באתאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.

i. נסחו את תהליך ההמסה של ברום נוזלי באתאנול. (1.5 נק')

תהליך ההמסה של ברום נוזלי באתאנול הוא:



אפשר לכתוב את הנוסחה גם בסוגריים של מצב הצבירה.

ii. הסבירו מדוע ברום מסיס באתאנול. (2 נק')

ברום, Br_2 , מסיס באתאנול משום שבין מולקולות הברום לבין מולקולות האתאנול יכולות לפעול אינטראקציות ון-דרוולס. מולקולות Br_2 הן מולקולות לא-קוטביות. במולקולת האתאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, יש חלק פחמימני לא-קוטבי, ולכן יכולות לפעול אינטראקציות ון-דרוולס בין מולקולות Br_2 לבין החלק הפחמימני של מולקולות האתאנול.
לכן ברום יכול להתמוסס באתאנול.

11. חמצון חיזור, מבנה חומר, חומצה בסיס

סידן הידרידי (CaH_2) משמש בתגובות כימיות שונות. אבל, מכיוון שהוא מגיב גם עם הלחות באוויר יש לשמור אותו בשמן. (25 נקודות)

א. רשמו את היערכות האלקטרונים של היונים המרכיבים את החומר סידן הידרידי, Ca^{2+} ו- H^- . (1)

נקודות) התשובה הנדרשת:

היערכות האלקטרונים של יון הסידן, Ca^{2+} , היא: 2,8,8

היערכות האלקטרונים של יון ההידריד, H^- , היא: 2

נימוק קצר, לא נדרש:

לאטום סידן יש 20 אלקטרונים, והיערכות האלקטרונים שלו היא 2,8,8,2. כאשר הוא יוצר את

היון Ca^{2+} הוא מאבד שני אלקטרונים, ולכן נשארים בו 18 אלקטרונים: 2,8,8.

לאטום מימן יש אלקטרון אחד. כאשר הוא יוצר את היון H^- הוא קולט אלקטרון אחד, ולכן יש

בו שני אלקטרונים: 2.

ב. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרונים ליונים המרכיבים את החומר סידן הידרידי. (2 נקודות)



הכניסו כמה גבישים של סידן הידרידי למים והכניסו לתמיסה מד-מוליכות.

התרחשה תגובה (1):



ג. רשמו שתי תצפיות המעידות על כך שהתגובה (1) התרחשה. (2 נקודות)

כל שתי תצפיות מהרשימה (או כל תצפית הגיונית אחרת)

שתי תצפיות אפשריות המעידות על כך שהתגובה התרחשה:

1. נוצרות בועות גז בתמיסה.

2. מדהמוליכות מראה שהתמיסה מוליכה חשמל.

3. הגבישים של סידן הידרידי קטנים או נעלמים במהלך התגובה.

4. עלייה בטמפרטורת המים בתמיסה.

5. אם מוסיפים אינדיקטור מתאים, מתקבל צבע המעיד שהתמיסה בסיסית.

נימוק קצר, לא נדרש:

בועות הגז מעידות על היווצרות $\text{H}_{2(g)}$.

המוליכות החשמלית מעידה על היווצרות יונים בתמיסה $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$, $\text{OH}^-_{(aq)}$.

היעלמות הגבישים מעידה שהמגיב $\text{CaH}_{2(s)}$ נצרך בתגובה.

התגובה אקסותרמית ולכן המים בתמיסה מתחממים.

נוצרים יוני הידרוקסיד, ולכן כל אינדיקטור של חומצה בסיס יתן צבע מתאים לתמיסה בסיסית,

למשל פנול פתלאין יהפוך סגול.

ד. לאחר סיום התגובה, האם ה-pH של התמיסה יהיה נמוך מ-7, גבוה מ-7 או שווה ל-7? הסבירו. (2)

נקודות) לאחר סיום התגובה ה-pH של התמיסה יהיה גבוה מ-7.

ההסבר:

על פי תגובה (1), בתגובה נוצרים יוני הידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, יוני הידרוקסיד הם יונים האופייניים לתמיסה בסיסית. לכן לאחר סיום התגובה מתקבלת תמיסה בסיסית, וה- pH שלה גבוה מ-7.

תגובה (1) היא מקרה מיוחד: היא גם תגובת חומצה-בסיס וגם תגובת חמצון-חיזור. ה. מהי החומצה ומהו הבסיס בתגובה? נמקו (3 נקודות)

החומצה בתגובה היא $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.

הבסיס בתגובה הוא יון ההידריד, H^- , שמקורו ב- $\text{CaH}_2_{(\text{s})}$.

הנימוק:

לפי ההגדרה, חומצה היא חומר שמאבד פרוטון, H^+ , ובסיס הוא חומר שקולט פרוטון, H^+ . בתגובה זו יון ההידריד, H^- , קולט פרוטון ממולקולת מים והופך למימן, $\text{H}_2_{(\text{g})}$, לכן H^- הוא הבסיס.

מולקולת המים מאבדת פרוטון ליון ההידריד והופכת ליון הידרוקסיד, $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, ולכן $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ היא החומצה.

ו. מהו המחמצן ומהו המחזור בתגובה? נמקו (3 נקודות)

המחזור בתגובה הוא יון ההידריד, H^- , שמקורו ב- CaH_2 .

המחמצן בתגובה הוא H_2O .

הנימוק:

ב- CaH_2 דרגת החמצון של אטומי המימן היא -1.

בתוצר H_2 דרגת החמצון של אטומי המימן היא 0.

לכן יון ההידריד, H^- , עובר חמצון: דרגת החמצון שלו עולה מ-1 ל-0.

חומר שעובר חמצון הוא המחזור, ולכן CaH_2 , או ליתר דיוק יון ההידריד, H^- הוא המחזור.

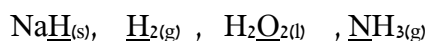
ב- H_2O דרגת החמצון של אטומי המימן היא +1.

בתוצר H_2 דרגת החמצון של אטומי המימן היא 0.

לכן חלק מאטומי המימן שמקורם במים עוברים חיזור: דרגת החמצון שלהם יורדת מ-+1 ל-0.

חומר שעובר חיזור הוא המחמצן, ולכן H_2O הוא המחמצן.

נתונות נוסחאות מולקולריות של החומרים הבאים, המכילים מימן:



ז. i. קבעו את דרגת החמצון של האטומים המסומנים בקו תחתי. (4 נקודות)

ב- $\text{NaH}_{(\text{s})}$ דרגת החמצון של אטום המימן המסומן היא -1.

ב- $\text{H}_2_{(\text{g})}$ דרגת החמצון של אטומי המימן המסומנים היא 0.

ב- $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{l})}$ דרגת החמצון של אטומי החמצן המסומנים היא -1.

ב- $\text{NH}_3_{(\text{g})}$ דרגת החמצון של אטום החנקן המסומן היא -3.



12. אנרגיה, קינטיקה, גזים וסטוכיומטריה

הרכב האטמוספירה של כדור הארץ הוא בעיקר כ-78% חנקן, $N_2(g)$, וכ-21% חמצן, $O_2(g)$.

לקחו דגימת אוויר והפרידו את החנקן ואת החמצן לשני כלים נפרדים בעלי נפח זהה ובאותה טמפרטורה.

א. האם הלחץ בכלי המכיל חמצן קטן מן הלחץ בכלי המכיל חנקן, גדול ממנו או שווה לו? נמקו.

הלחץ בכלי המכיל חמצן, $O_2(g)$, קטן מן הלחץ בכלי המכיל חנקן, $N_2(g)$,
הנימוק:

בדגימת האוויר יש כ-78% חנקן ורק כ-21% חמצן. לכן לאחר ההפרדה מספר המולים של $N_2(g)$ גדול ממספר המולים של $O_2(g)$.

שני הכלים הם בעלי נפח זהה ונמצאים באותה טמפרטורה. לפי משוואת הגזים:
 $PV = nRT$

כאשר הנפח והטמפרטורה קבועים, הלחץ תלוי במספר המולים של הגז. ככל שמספר המולים גדול יותר, הלחץ גדול יותר. לכן הלחץ בכלי המכיל חמצן קטן מן הלחץ בכלי המכיל חנקן.

דשן חנקני מיוצר לרוב בתהליך הבר-בוש, שבו מופקת אמוניה לפי תגובה (1). תהליך זה מספק כמחצית מכמות החנקן הדרושה לחקלאות. בתהליך משתמשים בזרז, המסייע להאיץ את התגובה.



בתהליך ייצור אמוניה במפעל מופקים 4.08 טונות אמוניה ביממה (24 שעות).

ב. מהי האנרגיה הנפלטת בתהליך זה בכל שעה? פרטו חישובים.

(1 טון = 1,000,000 גרם או 1×10^6 גרם)

האנרגיה הנפלטת בתהליך בכל שעה היא **460,000 קילוג'אול**, כלומר 4.6×10^5 קילוג'אול.

החישוב: במפעל מופקים 4.08 טונות אמוניה ב-24 שעות 4.08 טונות הם 4.08×10^6 גרם.

בכל שעה מופקים:

$$4.08 \times 10^6 / 24 = 170,000 \text{ גרם } NH_3$$

המסה המולרית של NH_3 היא 17 גרם למול.

מספר המולים של NH_3 המופקים בשעה:

$$n(NH_3) = m / M_w = 170,000 / 17 = 10,000 \text{ mol}$$

על פי ניסוח תגובה (1) כאשר נוצרים 2 מול NH_3 נפלטים 92 קילוג'אול.

לכן, כאשר נוצרים 10,000 מול בשעה, על פי היחס 92:2, נפלטים 460,000 קילוג'אול בשעה.

$$(10,000 / 2) \times 92 = 460,000 \text{ kJ}$$

ג. מהו נפח גז מימן המגיב בכל שעה כאשר ידוע שטמפרטורת התגובה היא 450 מעלות צלזיוס

והלחץ בכלי הוא 300 אטמוספרות? יש לפרט חישובים

התשובה: נפח גז המימן המגיב בכל שעה הוא **2,964 ליטר**.

החישוב: בסעיף הקודם נמצא שבכל שעה נוצרים 10,000 מול אמוניה.

על פי ניסוח תגובה (1) 3 מול H_2 מגיבים לקבלת 2 מול אמוניה.

לכן מספר המולים של H_2 המגיבים בכל שעה הוא:

$$n(H_2) = 10,000 \cdot 3 / 2 = 15,000 \text{ mol}$$

הטמפרטורה בתגובה היא 450 מעלות צלזיוס. ממירים לקלווין:

$$T = 450 + 273 = 723\text{K}$$

הלחץ הוא :

$$P = 300 \text{ atm}$$

$$PV = nRT \text{ : נציב במשוואת הגזים האידיאליים}$$

$$V = nRT / P = 15,000 \cdot 0.082 \cdot 723 / 300 = 2,964 \text{ L}$$

לכן נפח גז המימן המגיב בכל שעה הוא **2,964 ליטר**.

ד. האם האנרגיה שתיפלט כאשר יגיב נפח המימן שחישבתם בסעיף ג תהיה קטנה מן האנרגיה

שחושבה בסעיף ב, גדולה ממנה או שווה לה? נמקו

האנרגיה שתיפלט כאשר יגיב נפח המימן שחושב בסעיף ג תהיה שווה לאנרגיה שחושבה בסעיף ב.

הנימוק : בסעיף ב חושבה האנרגיה הנפלטת בעת הפקת אמוניה בשעה אחת. בסעיף ג חושב נפח גז

המימן הדרוש לייצור אותה כמות אמוניה בשעה אחת.

לכן מדובר באותה תגובה ובאותה כמות חומר המגיבה בשעה אחת. משום כך, האנרגיה שתיפלט

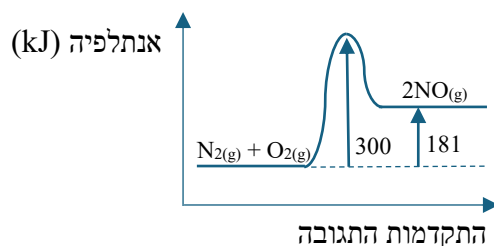
כאשר יגיב נפח המימן שחושב בסעיף ג תהיה שווה לאנרגיה שחושבה בסעיף ב : 460,000

קילוג'אול.

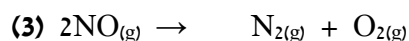
תחמוצות חנקן הנפלטות לאוויר מכלי רכב, מזהמות את האוויר. בטמפרטורה הגבוהה שבמנוע כלי הרכב, נוצרת התחמוצות חנקן חד חמצני ($\text{NO}_{(g)}$) מחמצן וחנקן שבאוויר על פי תגובה (2).



לפניכם גרף התקדמות תגובה (2) :



ה. קבעו את שינוי האנתלפיה ואת אנרגיית השפעול של תגובה (3) שלפניכם :



שימו לב : המשך השאלה בעמוד הבא

סעיף ה

התשובה הנדרשת:

תגובה (3) היא התגובה ההפוכה לתגובה (2), ולכן :

שינוי האנתלפיה של תגובה (3) הוא : $\Delta H = -181 \text{ kJ}$

אנרגיית השפעול של תגובה (3) היא : $E_a = 119 \text{ kJ}$

ההסבר (לא נדרש) :

בתגובה (2) על פי הגרף, התוצרים נמצאים ברמת אנתלפיה גבוהה יותר מן המגיבים ב-181 קילוג'אול. לכן

תגובה (2) היא אנדותרמית, ושינוי האנתלפיה שלה הוא $\Delta H = +181 \text{ kJ}$.

תגובה (3) היא התגובה ההפוכה, לכן שינוי האנתלפיה משנה סימן : $\Delta H = -181 \text{ kJ}$

על פי הגרף, אנרגיית השפעול של תגובה (2) היא 300 קילוג'אול. כלומר, השיא בגרף נמצא 300 קילוג'אול

מעל רמת האנרגיה של המגיבים, $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$. בתגובה ההפוכה המגיב הוא $\text{NO}_{(g)}$ שנמצא 181

קילוג'אול מעל $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ אנרגיית השפעול של התגובה ההפוכה היא ההפרש בין השיא לבין

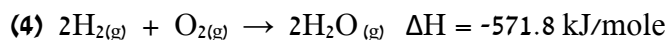
האנתלפיה של $\text{NO}_{2(g)}$: $E_a = 300 - 181 = 119 \text{ kJ}$

לכן בתגובה (3) :

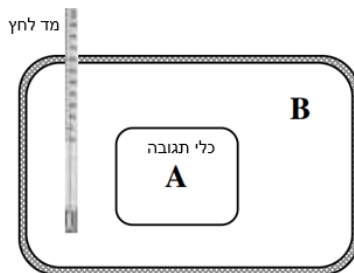
$$\Delta H = -181 \text{ kJ}$$

$$E_a = 119 \text{ kJ}$$

מימן וחמצן מגיבים לקבלת מים על פי תגובה 4 :



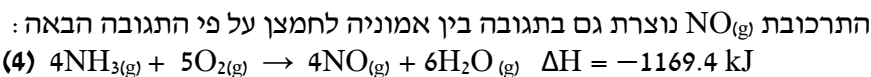
תגובה (4) בוצעה במיכל אטום, המסומן A. מיכל A נמצא בתוך כלי B, המבודד מן הסביבה ומכיל אוויר. בכלי B מותקן מד לחץ.



ו. האם במהלך התגובה שהתרחשה במיכל A הלחץ בכלי B עלה, ירד או לא השתנה? נמקו

במהלך התגובה שהתרחשה במיכל A, הלחץ בכלי B עלה.

הנימוק: תגובה (4) היא תגובה אקסותרמית, כלומר תגובה הפולטת אנרגיה בצורת חום. החום הנפלט מן התגובה במיכל A עובר אל האוויר שבכלי B. מכיוון שכלי B מבודד מן הסביבה, החום אינו נפלט החוצה, ולכן טמפרטורת האוויר בכלי B עולה. כלי B הוא כלי בעל נפח קבוע. כאשר טמפרטורת גז עולה בנפח קבוע, הלחץ שלו עולה.



ז. מהו נפח גז חנקן חמצני, $\text{NO}(\text{g})$ המתקבל כאשר משתמשים במספר המולים של אמוניה המופקת בשעה אחת במפעל בתנאים שבהם נפח מול אחד של גז הוא 30 ליטר?

נפח גז חנקן חד-חמצני, $\text{NO}(\text{g})$, שיתקבל הוא **300,000 ליטר**.

החישוב: בסעיף ב נמצא שבכל שעה מופקים 10,000 מול של אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$. על פי ניסוח תגובה (4)

יחס המולים בין NH_3 לבין NO הוא 4:4 או 1:1 כלומר 1 מול NH_3 יוצר 1 מול NO . לכן מספר המולים של NO שיתקבל הוא גם 10,000 מול.

נתון כי בתנאי התגובה נפח מול אחד של גז הוא 30 ליטר.

נחשב את הנפח של 10,000 מול $\text{NO}(\text{g})$ שיתקבל בתנאי התגובה שבהם נפח מול אחד של גז הוא 30 ליטר.

$$V = n \cdot V_m = 10,000 \cdot 30 = 300,000 \text{ L}$$

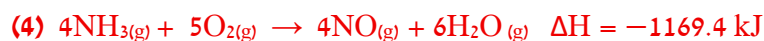
לכן נפח גז $\text{NO}(\text{g})$ שיתקבל הוא **300,000 ליטר**.

ח. בכל מולקולה של NO אטום חנקן קשור לאטום חמצן בקשר כפול (אל תצייר ייצוג מקוצר של NO). העזרו בערכי אנטלפיית הקשר שבטבלה המצורפת כדי לחשב את אנטלפיית הקשר $\text{N}=\text{O}$.

הקשר	אנתלפיית קשר [kJ/mole]
H-H	436
N-H	391
O=O	497
O-H	463

אנתלפיית הקשר N=O במולקולה NO היא 697.6 קילוג'אול למול.
החישוב:

נשתמש בתגובה (4):



כעת נשתמש באנתלפיות הקשר:

$$\Delta H = \sum \text{אנתלפיות קשרים שנוצרו} - \sum \text{אנתלפיות קשרים שנשברו}$$

במגיבים נשברים: 12 מול קשרי H-N (בכל מולקולה של NH₃ יש 3 קשרים כאלה)

$$12 \cdot 391 = 4692 \text{ kJ}$$

ו-5 מול קשרי O=O: האנרגיה הנדרשת לפירוקם היא 5 · 497 = 2485 kJ

$$4692 + 2485 = 7177 \text{ kJ}$$

סך כל הקשרים שנשברו: 7177 kJ
בתוצרים נוצרים: 4 מול קשרי N=O – נסמן את אנתלפיית הקשר ב-x כלומר 4 מול קשרים הם 4x קילוג'אול.

נוצרים גם 12 מול קשרי O-H (בכל מולקולה של מים יש שני קשרים כאלה)

$$12 \cdot 463 = 5556 \text{ kJ}$$

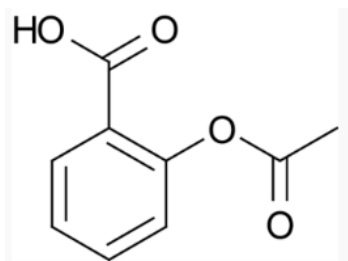
נציב:

$$7177 - (4x + 5556) = -1169.4$$

$$4x = 2790.4$$

$$x = 697.6 \text{ kJ/mol}$$

לכן אנתלפיית הקשר N=O היא בערך 697.6 קילוג'אול למול.



חומצה אצטילסליצילית, הידועה בשם אספירין, היא חומצה **חד-פרוטית**. אספירין הוא תרופה מוכרת המשמשת להקלה על כאבי ראש ולהורדת חום. עם זאת, מינון גבוה של אספירין עלול לגרום לאי-נוחות בשל חומציות-יתר בקיבה. משמאל מוצג ייצוג מקוצר של נוסחת המבנה של אספירין.

א. כתבו את שמותיהן של 3 קבוצות פונקציונליות במולקולת

אספירין. (3 נק')

קבוצה קרבוקסילית, COOH ,

קבוצה אסטרית, COOC ,

קשרים כפולים בין אטומי פחמן בטבעת, $\text{C}=\text{C}$.

ב. רשמו את הנוסחה המולקולרית של אספירין (2 נק')

הנוסחה המולקולרית של אספירין היא: $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$

ג. נסחו את התגובה המתרחשת כאשר מכניסים אספירין מוצק מים. (2 נק')



אספירין הוא חומצה חד-פרוטית, ולכן כל מולקולת אספירין יכולה למסור פרוטון אחד למולקולת מים.

כתוצאה מכך נוצרים יון הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, והיון השלילי של האספירין, $\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-(\text{aq})$.

כדי להקל על החומציות בקיבה מומלץ ליטול מגנזיום הידרוקסיד $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$

ד. קבעו האם נטילת מגנזיום הידרוקסיד מעלה/מורידה/או משאירה ללא שינוי את ה-pH בקיבה. הסבירו את קביעתכם (3 נק')

נטילת מגנזיום הידרוקסיד, $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$, **מעלה** את ה-pH בקיבה.

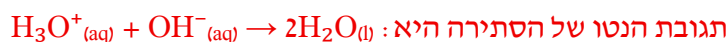
ההסבר: בקיבה יש סביבה חומצית, כלומר יש בה ריכוז גבוה יחסית של יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$.

מגנזיום הידרוקסיד מכיל יוני OH^- . הוא מגיב עם החומצה שבקיבה בתגובת סתירה, שבה יוני OH^-

מגיבים עם יוני H_3O^+ ונוצרים מים.

כאשר כמות החומצה בקיבה קטנה, ריכוז יוני H_3O^+ יורד, ולכן ה-pH עולה.

ה. נסחו את תגובת ה**נטו** בין אספירין לבין מגנזיום הידרוקסיד. (2 נק')



ו. כדי לנטרל באופן מלא את החומצה האצטילסליצילית (אספירין) של חולה שקיבל 20 מ"ל

תמיסת אספירין נדרשו 29.15 מיליגרם של מגנזיום הידרוקסיד. חשבו את ריכוז תמיסת

האספירין שניתנה לחולה (1 גרם = 1000 מיליגרם) (פרטו חישובים) (5 נק')

ריכוז תמיסת האספירין הוא **0.05M**.

החישוב: נתון כי נדרשו 29.15 מיליגרם של $\text{Mg}(\text{OH})_2$

המרה לגרמים: 29.15 מיליגרם = 0.02915 גרם

המסה המולרית של Mg(OH)_2 היא 58.3 גרם למול.

מספר המולים של Mg(OH)_2 :

$$n_{\text{Mg(OH)}_2} = m / M = 0.02915 / 58.3 = 0.0005 \text{ mol}$$

כל מול Mg(OH)_2 מספק 2 מול יוני OH^- . לכן מספר המולים של יוני OH^- הוא

$$n_{\text{OH}^-} = 2 \cdot 0.00050 = 0.001 \text{ mol}$$

אספירין הוא חומצה חד־פרוטית, ולכן יחס המולים בינו לבין יוני OH^- הוא 1:1.

לכן מספר המולים של אספירין בתמיסה הוא $n_{\text{aspirin}} = 0.001 \text{ mol}$

נפח תמיסת האספירין: 20 מ"ל = 0.02 ליטר

ריכוז תמיסת האספירין:

$$C = n / V = 0.00100 / 0.020 = 0.05\text{M}$$

לכן ריכוז תמיסת האספירין הוא **0.05M**.

ז. הסבירו מדוע אספירין מסיס היטב באתאנול $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$. (4 נק)

תשובה נדרשת: אספירין מסיס היטב באתאנול, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$, משום שבין מולקולות האספירין לבין מולקולות האתאנול יכולים להיווצר קשרי מימן ואינטראקציות ון־דרזולס.

הסבר מורחב: במולקולת אספירין יש אטומי מימן הקשורים לאטומי חמצן (בקבוצות OH) היכולים ליצור קשרי מימן עם זוגות אלקטרוניים בלתי קושרים על אטומי חמצן במולקולות אתאנול, ולהיפך, אטומי מימן הקשורים לאטומי חמצן (בקבוצות OH באתאנול) היכולים ליצור קשרי מימן עם זוגות אלקטרוניים בלתי קושרים על אטומי חמצן במולקולות אספירין.

נוסף על כך, גם באספירין וגם באתאנול יש חלקים פחמימניים, שביניהם יכולות לפעול אינטראקציות ון־דרזולס.

לתוך 100 מ"ל תמיסת מגנזיום הידרוקסיד Mg(OH)_2 בריכוז 0.001M הוסיפו 100 מ"ל תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בריכוז של 0.002M

ח. האם ערך ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה? נמקו. (4 נק)

התשובה: ערך ה-pH של התמיסה לא השתנה.

הנימוק: בתמיסת Mg(OH)_2 בריכוז 0.001M כל מול Mg(OH)_2 נותן 2 מול יוני OH^- .

לכן ריכוז יוני ההידרוקסיד בתמיסה ההתחלתית הוא 0.002M.

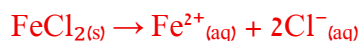
תמיסת NaOH שהוספה היא באותו ריכוז ולכן ערך ה-pH לא ישתנה.

14. גזים, תמצון חיזור, סטוכיומטריה

ברזל דו-כלורי $\text{FeCl}_{2(s)}$ הוא תרכובת יונית מסיסה במים של ברזל וכלור. התרכובת משמשת בין היתר לטיהור מים וכחומר גלם בתעשייה.

הוסיפו 5 גרם ברזל דו-כלורי לכוס כימית, המכילה 300 מ"ל מים מזוקקים וערבבו.

א. נסחו את תגובת ההמסה במים של $\text{FeCl}_{2(s)}$ (2)



ב. חשבו את ריכוז יוני הברזל ויוני הכלור בתמיסה שנוצרה. (4)

התשובה: ריכוז יוני הברזל בתמיסה הוא 0.131M .

ריכוז יוני הכלור בתמיסה הוא 0.262M .

החישוב:

תגובת ההמסה היא:

המסה המולרית של FeCl_2 היא: 127 גרם למול

מספר המולים של FeCl_2 שהומוסו:

$$n_{(\text{FeCl}_2)} = m / M = 5 / 127 = 0.0394 \text{ mol}$$

נפח התמיסה: 300 מ"ל = 0.300 ליטר

לפי תגובת ההמסה, מכל מול FeCl_2 מתקבל מול אחד של Fe^{2+} . לכן מספר המולים של Fe^{2+}

בתמיסה הוא 0.0394 mol.

ריכוז יוני הברזל:

$$C_{(\text{Fe}^{2+})} = n / V = 0.0394 / 0.300 = 0.131\text{M}$$

לפי תגובת ההמסה, מכל מול FeCl_2 מתקבלים שני מולים של יוני כלור.

לכן מספר המולים של יוני כלור כפול מזה של יוני הברזל, ומכיוון שהם מומסים באותו נפח אז גם

הריכוז כפול:

$$C_{(\text{Cl}^-)} = 2 \cdot 0.131 = 0.262\text{M}$$

חילקו את התמיסה שהתקבלה לשתי כוסות כימיות באופן הבא:

לכוס A העבירו 100 מ"ל מהתמיסה.

לכוס B העבירו 200 מ"ל מהתמיסה.

ג. i. האם ריכוז יוני כלור, $\text{Cl}^{-}_{(aq)}$, בכוס A קטן, גדול או שווה לריכוז שלהם בכוס B.

נמקו. (2)

ריכוז יוני הכלור בכוס A שווה לריכוז יוני הכלור בכוס B.

הנימוק: כאשר מחלקים תמיסה הומוגנית לשתי כוסות, הריכוז אינו משתנה.

לכוס A הועברו 100 מ"ל מן התמיסה, ולכוס B הועברו 200 מ"ל מן התמיסה, אבל שתיהן נלקחו

מאותה תמיסה אחידה.

לכן אף שבכוס B יש נפח גדול יותר ומספר מולים גדול יותר של יוני כלור, הריכוז של יוני הכלור

בשתי הכוסות שווה.

ii. חשבו את מספר המולים של יוני הברזל ויוני הכלור בכוס B. פרטו חישובים. (3)

בכוס B יש 0.0262 מול יוני ברזל, ו-0.0524 מול יוני כלור.

החישוב: בסעיף ב נמצא כי בתמיסה המקורית:

$$C_{(\text{Fe}^{2+})} = 0.131\text{M}$$

$$C_{(\text{Cl}^-)} = 0.262\text{M}$$

לכוס B הועברו 200 מ"ל מן התמיסה: 200 מ"ל = 0.200 ליטר

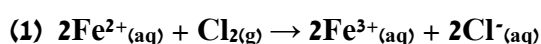
מספר המולים של יוני הברזל בכוס B:

$$n_{(\text{Fe}^{2+})} = C \cdot V = 0.131 \cdot 0.200 = 0.0262 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני הכלור בכוס B כפול מזה של יוני הברזל, כלומר:

$$n_{(\text{Cl}^-)} = 0.262 \cdot 2 = 0.0524 \text{ mol}$$

לכוס B הזרימו גז כלור $\text{Cl}_2(\text{g})$. התרחשה תגובה (1):



ד. מי המחמצן ומי המחזור בתגובה? נמקו. (2)

המחמצן בתגובה הוא $\text{Cl}_2(\text{g})$.

המחזור בתגובה הוא $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

הנימוק: בתגובה (1) יוני הברזל Fe^{2+} הופכים ל- Fe^{3+} .

דרגת החמצון של הברזל עולה מ-2+ ל-3+, ולכן Fe^{2+} עובר חמצון והוא המחזור.

במולקולות Cl_2 דרגת החמצון של אטומי הכלור היא 0. בתוצר Cl^- דרגת החמצון של הכלור היא

-1. דרגת החמצון של הכלור יורדת מ-0 ל-1-, ולכן Cl_2 עובר חיזור והוא המחמצן.

ה. חשבו את נפח גז כלור שצריך להזרים לכוס B בתנאים שבהם מול אחד של גז תופס 25

ליטר כדי שכל יוני הברזל בתמיסה יגיבו בתגובה (1). פרטו חישובים. (4)

נפח גז הכלור שצריך להזרים לכוס B הוא 0.328 ליטר, כלומר 328 מ"ל.

החישוב: בסעיף ג נמצא כי בכוס B יש 0.0262 מולים של Fe^{2+} .

על פי יחס המולים בתגובה (1) על כל 2 מול Fe^{2+} מגיב 1 מול Cl_2 . לכן מספר המולים של Cl_2

הדרושים הוא:

$$n_{(\text{Cl}_2)} = 0.0262 / 2 = 0.0131 \text{ mol}$$

נתון כי בתנאים אלה מול אחד של גז תופס 25 ליטר.

לכן נפח גז הכלור הדרוש הוא:

$$V = n \cdot V_m = 0.0131 \cdot 25 = 0.328 \text{ L}$$

לכן צריך להזרים לכוס B 0.328 ליטר של גז כלור.

ו. חשבו את הריכוז החדש של יוני כלור בכוס B לאחר הזרמת הגז. (4)

הריכוז החדש של יוני הכלור בכוס B הוא 0.393M.

החישוב: בסעיף ג נמצא כי בכוס B היו בתחילה 0.0524 מולים של יוני כלור, Cl^- .

בסעיף ה נמצא כי כל יוני Fe^{2+} בכוס B הגיבו.

בכוס B היו 0.0262 מולי Fe^{2+}

על פי תגובה (1) יחס המולים בין Fe^{2+} במגיבים לבין יוני Cl^- בתוצרים הוא 1:1, כלומר, מספר המולים של יוני הכלור שנוספו בתגובה שווה למספר המולים של יוני Fe^{2+} שהגיבו: 0.0262 mol . ולכן, סך כל מולי יוני הכלור לאחר התגובה:

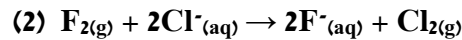
$$n(\text{Cl}^-) = 0.0524 + 0.0262 = 0.0786 \text{ mol}$$

הזרמת הגז לכוס B לא משנה את נפח התמיסה והוא נותר 0.2 ליטר. הריכוז החדש של יוני הכלור:

$$C(\text{Cl}^-) = n / V = 0.0786 / 0.2 = 0.393 \text{ M}$$

לכן הריכוז החדש של יוני הכלור בכוס B הוא בערך 0.393 מולר.

תגובה (2) מתרחשת בין גז פלואור לבין יוני כלור בתמיסה מימית:



ז. i. קבעו על פי תגובה (2) מי מחמצן חזק יותר? $\text{F}_{2(g)}$ או $\text{Cl}_{2(g)}$. (2)

על פי תגובה (2) גז פלואור $\text{F}_{2(g)}$, הוא מחמצן חזק יותר מ- $\text{Cl}_{2(g)}$.
הנימוק:

בתגובה (2) גז פלואור, $\text{F}_{2(g)}$, גורם ליוני הכלור, $\text{Cl}^-_{(aq)}$, לעבור חמצון ל- $\text{Cl}_{2(g)}$. מכאן ניתן להסיק שגז פלואור הוא מחמצן חזק יותר מגז כלור.

ii. קבעו האם ניתן להחליף את גז כלור שהגיב בתגובה (1) עם גז פלואור. הסבירו. (2)

כן, ניתן להחליף את הגז כלור שהגיב בתגובה (1), בגז פלואור.

ההסבר: בתגובה (1), גז הכלור משמש כמחמצן. יוני Fe^{2+} עוברים חמצון ל- Fe^{3+} , ולכן דרוש חומר מחמצן. בסעיף הקודם קבענו על פי תגובה (2) שגז פלואור הוא מחמצן חזק יותר מגז כלור. לכן, גז פלואור יוכל לשמש כמחמצן במקום גז כלור בתגובה עם יוני Fe^{2+} , ולכן ניתן להחליף את הגז כלור בגז פלואור.

הטבלה המחזורית

1	2																	10	18	36						
H 1.0	He 4.0																	Ne 20.2	Ar 40.0	Kr 83.8						
3	4																	9	17	35	54					
Li 6.9	Be 9.0																	F 19.0	Cl 35.5	Br 79.9	Xe 131.3					
11	12																	8	16	32	52	86				
Na 23.0	Mg 24.3																	O 16.0	S 32.1	Se 79.0	Te 127.6	Po (209)				
19	20																	7	15	30	51	83	118			
K 39.1	Ca 40.1																	N 14.0	P 31.0	As 74.9	Sb 121.8	Bi 209.0	Pb 207.2	Rn (222)		
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54									
Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	Tc (99)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3									
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86									
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 181.0	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)									
87	88	89	104	105	106	107	108	109																		
Fr (223)	Ra 226.0	Ac (227)	Rf 260	Db 262.11	Sg 266.12	Bh 264.12	Hs 269.13	Mt 268.13																		
																		65	66	67	68	69	70	71		
																		Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0		
																		97	98	99	100	101	102	103		
																		Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)		
																		63	64	65	66	67	68	69	70	71
																		Eu 152.0	Gd 157.2	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0
																		95	96	97	98	99	100	101	102	103
																		Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)

טבלת אלקטרושליליות

H 2.1							He
Li 1.0	Be 1.5	B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.2	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
K 0.8	Ca 1.0	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
Rb 0.8	Sr 1.0	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe

נוסחה הקانون	סמל הרמז	יחידות היחידות	שם האסם
$n = \frac{m}{M_w}$	n	mol	מספר מולים عدد المولات
	m	gram	מסת החומר كتلة المادة
	M_w	$\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$	מסה מולרית الكتلة المولارية
$n = \frac{V}{V_m}$	V	liter	נפח של גז حجم الغاز
	V_m	$\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$	נפח מולרי של גז الحجم المولاري للغاز
$PV = nRT$	P	atm	לחץ של גז ضغط الغاز
	T	K	טמפרטורה درجة الحرارة
$T[\text{K}] = T[^\circ\text{C}] + 273$			טמפרטורה - המרת יחידות מסולם צלזיוס לסולם קלווין درجة الحرارة - تحويل الوحدات من مقياس درجات مئوية إلى مقياس كلفين
$n = \frac{N}{N_A}$	N		מספר חלקיקים عدد الجسيمات
	N_A		מספר אבוגדרו عدد أفوجادرو
$c = \frac{n}{V}$	c	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$	ריכוז מולרי التركيز المولاري
	V	liter	נפח התמיסה حجم المحلول

מספר אבוגדרו $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$
عدد أفوجادرو

קבוע הגזים $R = 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{liter}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
ثابت الغازات

קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן

נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	סוג התרכובת על פי הקבוצה הפונקציונלית
—O—	אתר
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—} \end{array}$	קטון
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—H} \end{array}$	אלדהיד
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—O—} \end{array}$	אסטר
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—N—} \\ \\ \text{—} \end{array}$ או $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—N—} \\ \\ \text{H} \end{array}$ או $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{—C—N—H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	אמיד

מונחון לנוסחאות בתכנית הלימודים בכימיה
 معجم مصطلحات في المنهاج التعليمي في الكيمياء

המושג المصطلح	דוגמאות أمثلة
נוסחה מולקולרית الصيغة الجزيئية	C_2H_5OH או C_2H_6O או C_3H_7COOH או $C_4H_8O_2$
נוסחת ייצוג אלקטרוניס صيغة تمثيل إلكترونات	נוסחת ייצוג אלקטרוניס למולקולות ניטרליות: صيغة تمثيل إلكترونات لجزيئات متعادلة: $:\ddot{O}::\ddot{O}:$ או $\text{O}=\text{O}$ או $:\ddot{O}=\ddot{O}:$ נוסחת ייצוג אלקטרוניס ליונים: صيغة تمثيل إلكترونات لأيونات: יון חיובי: $[Na]^+$ יון שלילי: $[\ddot{Cl}]^-$ אהון موجب: אהון سالب:
נוסחת מבנה الصيغة البنائية	הגדרה تعريف ייצוג מלא של 1 - פרופאנול: تمثيل كامل لـ 1 - پروپانول: $\begin{array}{ccccccc} & H & H & H & & & \\ & & & & & & \\ H & -C & -C & -C & -O & -H & \\ & & & & & & \\ & H & H & H & & & \end{array}$ ייצוג מקוצר של 1 - פרופאנול: تمثيل مختصر لـ 1 - پروپانول: $\begin{array}{c} OH \\ \\ \text{---} \end{array}$
נוסחת מבנה الصيغة البنائية	ייצוג מקוצר של 1 - פרופאנול: تمثيل مختصر لـ 1 - پروپانول: $CH_3CH_2CH_2OH$ או $CH_3(CH_2)_2OH$



תשובון לשאלון עם מרכיב רב־בררה
ورقة إجابات لنموذج امتحان مع مركب متعدد الخيارات

התשובות الإجابات				מספר השאלה رقم السؤال	התשובות الإجابات				מספר השאלה رقم السؤال
ד د	ג ج	ב ب	א أ		ד د	ג ج	ב ب	א أ	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	19
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20

