

1 מבנה האטום

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על ההרכב של שלושה חלקיקים המסומנים באופן שרירותי באותיות X, Y ו-Z.

מספר אלקטרונים	מספר נויטרונים	מספר פרוטונים	החלקיק
2, 8	10	8	X
2, 8	10	9	Y
2, 6	8	8	Z

מהי הקביעה הנכונה?

- החלקיקים X ו-Y הם איזוטופים של אותו היסוד.
- לחלקיקים X ו-Z יש אותו מטען גרעיני.
- שלושת החלקיקים X, Y ו-Z הם יונים שליליים.
- החלקיק Y מייצג אטום של ניאון, Ne.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

המטען הגרעיני של האטום נקבע על פי מספר הפרוטונים בגרעין. לשני החלקיקים X ו-Z אותו מספר פרוטונים - המטען הגרעיני זהה.
מסיח א' אינו נכון. איזוטופים הם חלקיקים בעלי אותו מספר פרוטונים בגרעין ומספר שונה של נויטרונים. לפי נתוני הטבלה לחלקיקים X ו-Y מספר פרוטונים שונה.
מסיח ג' אינו נכון. חלקיק Z הינו אטום ניטרלי ואילו החלקיקים X ו-Y הם יונים שליליים (בחלקיק X מספר הפרוטונים בגרעין 8 ומספר האלקטרונים 10 - יון שלילי, בחלקיק Y מספר הפרוטונים בגרעין 9 ומספר האלקטרונים 10 - יון שלילי, בחלקיק Z מספר הפרוטונים בגרעין 8 ומספר האלקטרונים 8 - אטום).
מסיח ד' אינו נכון. לאטום הניאון 10 פרוטונים בגרעין ולחלקיק Z יש 8 פרוטונים בגרעין.

שאלה נוספת לתרגול

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על ההרכב של שלושה חלקיקים המסומנים באופן שרירותי באותיות X, Y ו-Z.

מספר אלקטרונים	מספר מסה	מספר נויטרונים	החלקיק
2, 8	20	10	X
2, 7	20	11	Y
2, 8	19	10	Z

מהי הקביעה הנכונה?

- החלקיקים X ו-Z הם איזוטופים של אותו היסוד.
- לחלקיקים Y ו-Z יש אותו מטען גרעיני.
- החלקיקים X ו-Y הם יונים חיוביים.
- לחלקיק X הרדיוס האטומי גדול מהרדיוס האטומי של חלקיק Z.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

המטען הגרעיני של האטום נקבע על פי מספר הפרוטונים בגרעין. נחשב את מספר הפרוטונים לכל חלקיק על פי ההפרש בין מספר המסה למספר הנויטרונים.

מספר פרוטונים	מספר אלקטרונים	מספר מסה	מספר נויטרונים	החלקיק
$20 - 10 = 10$	2, 8	20	10	X
$20 - 11 = 9$	2, 7	20	11	Y
$19 - 10 = 9$	2, 8	19	10	Z

לשני החלקיקים Y ו-Z אותו מספר פרוטונים, לכן גם המטען הגרעיני זהה. מסיח א' אינו נכון. איזוטופים הם חלקיקים בעלי אותו מספר פרוטונים בגרעין. לפי הטבלה, לחלקיקים X ו-Z מספר פרוטונים בגרעין שונה. מסיח ג' אינו נכון. החלקיקים X ו-Y הינם אטומים ניטרליים היות ומספר הפרוטונים בגרעיניהם שווה למספר האלקטרונים באטומים. מסיח ד' אינו נכון. לחלקיק X רדיוס אטומי קטן יותר מאשר לחלקיק Z. לשני החלקיקים יש אותו מספר של רמות אנרגייה מאוכלסות, אך המטען הגרעיני של חלקיק X גדול יותר מהמטען הגרעיני של אטום Z, לכן הרדיוס האטומי של חלקיק X קטן יותר.

2 מבנה וקישור

נתרן, $\text{Na}_{(s)}$, מגיב עם זרחן, $\text{P}_{4(s)}$.

מהי הנוסחה האמפירית של התרכובת שנוצרת בתגובה זו?

א. NaP_4

ב. NaP_3

ג. Na_3P

ד. Na_4P

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

הטבלה שלפניך מציגה את שיוך של אטומי היסודות הנתונים לטורים במערכת המחזורית.

טור 1	טור 2	טור 3	טור 4	טור 5	טור 6	טור 7	טור 8
Na				P			

אטומי היסוד נתרן, $\text{Na}_{(s)}$, נמצאים בטור הראשון ואטומי היסוד זרחן, $\text{P}_{4(s)}$, נמצאים בטור החמישי במערכת המחזורית. בתרכובות יוניות, יוני המתכות מהטור הראשון הם בעלי מטען +1, ויוני אל-מתכות מהטור החמישי הם בעלי מטען -3. לכן נוסחת התרכובת היא $\text{Na}_3\text{P}_{(s)}$.

שאלות נוספות לתרגול

שאלה 1

נתון היסוד X שהיערכות האלקטרונים ברמות האנרגיה באטום שלו: 2,8,2.

יסוד X מגיב עם גופרית, $\text{S}_{8(s)}$.

מהי הנוסחה האמפירית של התרכובת שנוצרת בתגובה זו?

א. MgS_8

ב. MgS

ג. Mg_8S

ד. MgS_2

הנימוק :

התשובה הנכונה היא ב'.

סידור היסודות הנתונים לפי מיקומם במערכת המחזורית - שיוכם לטורים המתאימים.

טור 1	טור 2	טור 3	טור 4	טור 5	טור 6	טור 7	טור 8
	X				S		

לאטום של היסוד X יש שני אלקטרוני ערכיות, כלומר הוא שייך לטור השני במערכת המחזורית. אטומי היסוד $S_{8(s)}$ שייכים לטור השישי במערכת המחזורית. לפיכך היונים, הנוצרים מאטומי המתכות מהטור השני הם בעלי מטען $2+$ בתרכובות יוניות. היונים הנוצרים מאטומי האל-מתכות מהטור השישי, הם בעלי מטען $2-$ בתרכובות יוניות. לכן נוסחת התרכובת היא MgS .

שאלה 2

האותיות a, b, c, d הן סמלים שרירותיים, המייצגים ארבעה אטומי היסודות בעלי מספרים אטומיים עוקבים במערכת המחזורית. יסוד c הוא גז אציל.

מהו המשפט הנכון?

- אנרגיית היינון של b נמוכה מאנרגיית היינון של a.
- הרדיוס האטומי של אטום היסוד b גדול מהרדיוס האטומי של אטום היסוד a.
- הנוסחה של הכלוריד של b היא bCl_2 .
- הנוסחה של ההידריד של d היא dH .**

הנימוק:

סידור אטומי היסודות הנתונים לפי מיקומם האפשרי במערכת המחזורית - שיוכם לטורים המתאימים:

טור 1	טור 2	טור 3	טור 4	טור 5	טור 6	טור 7	טור 8
					a	b	c
d							

התשובה הנכונה היא d.

אטומים של יסוד d ואטומים של היסוד מימן יוצרים תרכובת יונית. לכן יש לבחון מהם היונים היציבים שלהם ולבנות נוסחה אמפירית נכונה.

יסוד d נמצא בטור הראשון, לכן במהלך יצירת תרכובת עם מימן, כדי להגיע למצב יציב, כל אטום שלו מאבד אלקטרון אחד (היערכות אלקטרונית של גז אציל). כדי להגיע למצב יציב, כל אטום מימן מקבל אלקטרון אחד. לכן נוסחת ההידריד של d היא dH .

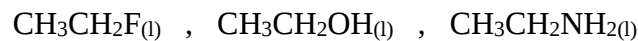
מסיח א' אינו נכון: לאטומים של יסודות a ו-b יש אותו מספר רמות אנרגיה. אנרגיית היינון הראשונה של אטומי היסודות עולה לאורך השורה. על פי חוק קולון, המטען הגרעיני של אטום b גדול מהמטען הגרעיני של אטום a, לכן כוחות המשיכה בין האלקטרון שיוצא מן הגרעין של אטום b חזקים יותר מאלה שבאטום a. כתוצאה מכך אנרגיית היינון של אטום b גבוהה מאנרגיית היינון של אטום a.

מסיח ב' אינו נכון: שני היסודות נמצאים באותה השורה, לאטומים שלהם יש אותו מספר רמות אנרגיה, אך לאטום של יסוד b מטען הגרעין גדול יותר. לכן משיכת האלקטרונים באטום של יסוד b לגרעין תהיה חזקה יותר ועקב כך הרדיוס האטומי יהיה קטן יותר.

מסיח ג' אינו נכון: אטום של יסוד b ואטום של יסוד כלור יוצרים מולקולות שבתוכן קשרים קוולנטיים, לכן יש להתמקד באלקטרונים הערכיים. לאטום של יסוד b וגם לאטום של יסוד כלור יש להשלים אלקטרון אחד כדי להגיע למצב יציב (היערכות אלקטרונית של אטום גז אציל). לכן נוסחת התרכובת ביניהם היא bCl .

3 מבנה וקישור

נתונים שלושה חומרים במצב נוזל.



לפניך ארבעה היגדים א-ד הנוגעים לכוחות הפועלים בין המולקולות של חומרים אלה. מהו ההיגד הנכון?

- בכל אחד משלושת החומרים יש קשרי מימן בין המולקולות.
- קשרי המימן שבין המולקולות של $CH_3CH_2NH_{2(l)}$ חזקים מקשרי המימן שבין המולקולות של $CH_3CH_2OH_{(l)}$.
- הקשרים שבין המולקולות של $CH_3CH_2F_{(l)}$ חזקים מן הקשרים שבין המולקולות של $CH_3CH_2OH_{(l)}$.
- בין המולקולות של $CH_3CH_2F_{(l)}$ יש אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

כדי לבחור בתשובה הנכונה יש להשוות בין חוזק של כוחות המשיכה בין המולקולות בשלושת החומרים הנתונים במצב נוזל:

בין המולקולות של $CH_3CH_2F_{(l)}$ יש אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד, כי אין אפשרות ליצירת קשרי מימן בין מולקולות. לאטום פלואור שבמולקולת $CH_3CH_2F_{(l)}$ יש שלושה זוגות אלקטרונים לא קושרים, אך במולקולה זו אין אטום מימן החשוף מאלקטרונים. (אטומי מימן במולקולת $CH_3CH_2F_{(l)}$ מחוברים לאטומי פחמן שאלקטרושליליות שלהם קרובה לזו של אטומי מימן). לכן מסיח א' אינו נכון.

מסיח ב' אינו נכון. בין המולקולות של שני החומרים יש קשרי מימן.

בין המולקולות של $CH_3CH_2NH_{2(l)}$ יש קשרי מימן בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטומי חנקן לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולות הסמוכות (אטומי מימן שקשורים לחנקן).

בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ יש קשרי מימן בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטומי חמצן לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולות הסמוכות (אטומי מימן שקשורים לחמצן).

קשרי המימן בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ חזקים יותר מקשרי המימן שבין מולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_{2(l)}$ מפני שהקשר H-O קוטבי יותר מהקשר H-N, כי אלקטרושליליות של חמצן גבוהה מזו של חנקן.

מסיח ג' אינו נכון. קשרי מימן שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ חזקים יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$.

שאלה נוספת לתרגול

מהו ההיגד הנכון?

א. הכוחות הבין מולקולריים בתמיסה מימית של אתאנאל, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(aq)}$, חלשים יותר

מהכוחות הבין מולקולריים באתאנאל טהור, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$.

ב. הכוחות הבין מולקולריים במתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, חלשים יותר מהכוחות הבין מולקולריים

במתיל אמין, $\text{CH}_3\text{NH}_{2(l)}$.

ג. הכוחות הבין מולקולריים בתלת-מתיל אמין, $(\text{CH}_3)_3\text{N}_{(l)}$, חלשים יותר מהכוחות הבין

מולקולריים בדו-מתיל אמין, $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_{(l)}$.

ד. טמפרטורת היתוך של חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$, נמוכה מטמפרטורת היתוך של אתיל כלוריד, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}_{(l)}$, כי הכוחות הבין מולקולריים ב- $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$ חלשים יותר מהכוחות הבין מולקולריים ב- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}_{(l)}$.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'. בין המולקולות של $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_{(l)}$ יש קשרי מימן שהם חזקים יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס שקיימות בין המולקולות של $(\text{CH}_3)_3\text{N}_{(l)}$. לאטום החנקן שבמולקולת $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ יש זוג אלקטרונים לא קושרים, אך במולקולה זו אין אטום מימן החשוף מאלקטרונים (גורם זה משפיע יותר מהגורם של פער בין גודל ענני האלקטרונים שמחליש את הכוחות הבין מולקולריים).

מסיח א' אינו נכון. הכוחות הבין מולקולריים בתמיסה מימית של אתאנאל, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(aq)}$, חזקים יותר מהכוחות הבין מולקולריים באתאנאל טהור, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$. הכוחות הבין מולקולריים בתמיסה מימית של אתאנאל הם קשרי מימן (הנוצרים בין זוגות האלקטרונים הלא קושרים על אטומי החמצן שבמולקולות של $\text{CH}_3\text{CHO}_{(l)}$ לבין אטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולות המים הסמוכות).

מסיח ב' אינו נכון. הכוחות הבין מולקולריים במתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, חזקים יותר מהכוחות הבין מולקולריים במתיל אמין, $\text{CH}_3\text{NH}_{2(l)}$. בשני החומרים יש קשרי מימן, אך הם חלשים יותר בין

המולקולות של מתיל אמין, מפני שהקשר H-O קוטבי יותר מהקשר H-N, כי אלקטרושליליות של אטום חמצן גבוהה מזו של אטום חנקן.
מסיח ד' אינו נכון. טמפרטורת היתוך של חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$, גבוהה מטמפרטורת היתוך של אתיל כלוריד, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}_{(l)}$, כי הכוחות הבין מולקולריים ב- $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$ הם קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס, והם חזקים יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס בלבד ב- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}_{(l)}$.

4 סטויכיומטריה

נתונים שני כלים, A ו-B, שהנפח של כל אחד מהם הוא 1 ליטר.

כלי A מלא בגז מתאן, $\text{CH}_4(g)$.

כלי B מלא בגז חמצן, $\text{O}_2(g)$.

הטמפרטורה והלחץ בשני הכלים שווים.

מהי הקביעה הנכונה?

א. מספר המולים של הגז בכלי A שווה למספר המולים של הגז בכלי B.

ב. מספר המולקולות של הגז בכלי B כפול ממספר המולקולות של הגז בכלי A.

ג. המסה של הגז בכלי A שווה למסה של הגז בכלי B.

ד. המסה של הגז בכלי A כפולה מן המסה של הגז בכלי B.

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

על פי השערת אבוגדרו, בתנאים שווים של טמפרטורה ולחץ, נפחים שווים של גזים שונים מכילים אותו מספר של מולקולות גז. כלומר מספר מולי הגז בשני הכלים שווה.

מסיח ב' אינו נכון. על פי השערת אבוגדרו, בתנאים שווים של טמפרטורה ולחץ, נפחים שווים של גזים שונים מכילים אותו מספר חלקיקי גז. בשני הכלים יש אותו מספר מולים של גז, ולכן יש אותו מספר של מולקולות, כלומר מספר מולקולות הגז בכלי B שווה למספר מולקולות הגז בכלי A.

מסיח ג' אינו נכון. המסות המולריות של גז A וגז B שונות, לכן גם המסה של שני הגזים בכלים תהיה שונה.

מסיח ד' אינו נכון. המסה המולרית של הגז בכלי A היא 16 גרם למול, ואילו המסה המולרית של הגז בכלי B היא 32 גרם למול. מספר המולים של הגזים בשני הכלים שווה, לכן המסה של גז בכלי B כפולה מן המסה של גז בכלי A.

שאלה נוספת לתרגול

נתונים שני כלים, A ו-B.

כלי A שנפחו 1 ליטר מכיל גופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_2(\text{g})$.

כלי B שנפחו 2 ליטר מכיל חנקן, $\text{N}_2(\text{g})$.

בשני הכלים שוררים אותם תנאי לחץ וטמפרטורה.

הקביעה הנכונה היא:

א. מספר המולים של הגז בכלי B כפול ממספר המולים של הגז בכלי A.

ב. בשני הכלים יש מספר שווה של מולי הגז.

ג. מסת הגז בכלי B זהה למסת הגז בכלי A.

ד. מסת הגז בכלי B כפולה ממסת הגז בכלי A.

התשובה

התשובה הנכונה היא א'.

נתון כי בשני הכלים שוררים אותם תנאים של טמפרטורה ולחץ. הנפח של כלי B כפול מהנפח של

כלי A. כלומר מספר המולים של גז בכלי B כפול ממספר המולים של גז בכלי A.

מסיח ב' אינו נכון. נתון כי לשני הכלים נפחים שונים, אך הלחץ והטמפרטורה שווים, לכן, על פי

השערת אבוגדרו, מספר המולים של גז בשני הכלים אינו שווה.

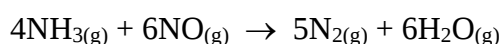
מסיחים ג' ו-ד' אינם נכונים. בכלי A המסה המולרית של הגז $\text{SO}_2(\text{g})$ היא 64 גרם למול, והמסה

המולרית של הגז $\text{N}_2(\text{g})$ היא 28 גרם למול. מספר מולי הגז בכלי B כפול ממספר מולי הגז בכלי A,

לכן מסות הגז בשני הכלים שונות.

5 חמצון-חיזור

לפניך ניסוח של תגובת חמצון-חיזור.



מהי הקביעה הנכונה?

א. הגז $\text{NO}(\text{g})$ הוא המחזור.

ב. האלקטרונים עוברים מאטומי N במולקולות $\text{NO}(\text{g})$ לאטומי N

במולקולות $\text{NH}_3(\text{g})$.

ג. כאשר 1 מול $\text{NH}_3(\text{g})$ מגיב, עוברים 3 מול אלקטרונים.

ד. $\text{N}_2(\text{g})$ הוא תוצר חיזור של $\text{NH}_3(\text{g})$.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

דרגת החמצון של אטומי החנקן, N, במולקולות של $\text{NH}_3(\text{g})$ היא (-3) ודרגת החמצון של אטומי N במולקולות של התוצר $\text{N}_2(\text{g})$ היא (0). כלומר במהלך התגובה מכל אטום חנקן מועברים 3 אלקטרונים. לכן מכל מול $\text{NH}_3(\text{s})$ עוברים 3 מול אלקטרונים.

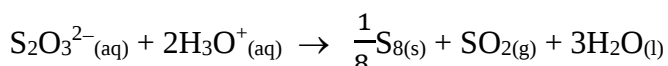
מסיח א' אינו נכון. דרגת החמצון של אטומי החנקן במולקולות של $\text{NO}(\text{g})$ היא (+2) ודרגת החמצון של אטומי החנקן במולקולות התוצר $\text{N}_2(\text{g})$ היא (0). כלומר במהלך התגובה יש ירידה בדרגת החמצון של אטומי החנקן, ולכן $\text{NO}(\text{g})$ מגיב כמחמצן ולא כמחזור.

מסיח ב' אינו נכון. אטומי החנקן במולקולות של $\text{NO}(\text{g})$ מגיבים כמחמצן ואטומי החנקן במולקולות של $\text{NH}_3(\text{g})$ מגיבים כמחזור. לכן האלקטרונים בתגובה עוברים מאטומי N במולקולות של $\text{NH}_3(\text{g})$ לאטומי N במולקולות של $\text{NO}(\text{g})$.

מסיח ד' אינו נכון. ביצירת $\text{N}_2(\text{g})$ מ- $\text{NH}_3(\text{g})$ דרגת החמצון של אטומי N עולה. כלומר מתרחש תהליך חמצון. לכן $\text{N}_2(\text{g})$ הוא תוצר החמצון של $\text{NH}_3(\text{g})$.

שאלה נוספת לתרגול

כדי לחקור את הדרך שבה מתרחשים תהליכים כימיים, משתמשים החוקרים בתגובה בין יוני תיוסולפט, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$, לבין יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$:



מהי הקביעה הנכונה?

- במהלך התרחשות התגובה חלה ירידה ב- pH של התמיסה.
- בתגובה הנתונה הגופרית, $\text{S}_{8(\text{s})}$, היא תוצר החמצון של יוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$.
- בניסוי, שבו מגיב 1 מול יוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ על פי התגובה הנתונה, עובר 1 מול אלקטרונים.

ד. בתגובה הנתונה יוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ פועלים גם כמחמצן וגם כמחזור.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.
 דרגת החמצון של אטומי S ביוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ היא (+2). דרגת החמצון של אטומי S בתוצר $\text{S}_{8(\text{s})}$ היא (0) ובתוצר $\text{SO}_{2(\text{g})}$ היא (+4). כלומר יש גם עלייה בדרגת החמצון וגם ירידה בדרגת החמצון של אטומי S, ולכן היונים פועלים גם כמחמצן וגם כמחזור.

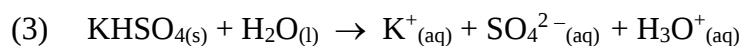
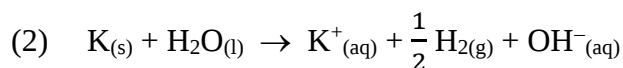
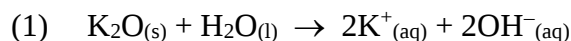
מסיח א' אינו נכון. במהלך התגובה יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, מגיבים, ריכוזם יורד, ולכן ה- pH של התמיסה עולה.

מסיח ב' אינו נכון. במעבר מיוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ ל- $\text{S}_{8(\text{s})}$ חלה ירידה בדרגת החמצון של אטומי S, כלומר מתרחשת חצי-תגובת חיזור, ולכן $\text{S}_{8(\text{s})}$ הוא תוצר החיזור ולא תוצר החמצון.

מסיח ג' אינו נכון. כאשר 1 מול יוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ מגיב על פי התגובה הנתונה עוברים 2 מול אלקטרונים (חלק מאטומי S ביוני $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ עוברים חמצון - מוסרים 2 מול אלקטרונים לחלק אחר מאטומי S שמקבלים אותם - עוברים חיזור).

6 חומצות ובסיסים

לפניך ניסוחים של שלוש תגובות (1)-(3).



באיזו/באילו מן התגובות מגיבים המים, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$, כבסיס?

א. בתגובה (1) בלבד.

ב. בתגובה (2) בלבד.

ג. בתגובה (1) וגם בתגובה (2).

ד. בתגובה (3) בלבד.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

בתגובה (3) מכל יון מיוני $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ עובר הפרוטון, H^+ , אל מולקולת המים. לכן בתגובה זו המים מגיבים כבסיס.

מסיח א' אינו נכון. בתגובה (1) המים לא מגיבים כבסיס, כי מכל מולקולת המים עובר הפרוטון, H^+ , אל יון O^{2-} .

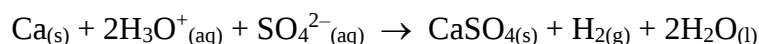
מסיח ב' אינו נכון. בתגובה (2) המים לא מגיבים כבסיס, כי זאת תגובת חמצון-חיזור שבה אטומי המימן במולקולות המים מגיבים כמחמצן.

מסיח ג' אינו נכון. בתגובות (1) ו-(2) המים לא מגיבים כבסיס (ראו הסברים למסיחים א' ו-ב').

שאלות נוספות לתרגול

שאלה 1

לפניך ניסוח התגובה:



מהי הקביעה הנכונה?

א. בתגובה הנתונה סידן, $\text{Ca}_{(s)}$, הוא המחזור, יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ הם המחמצן, כי אטומי המימן, H

מקבלים אלקטרונים.

ב. בתגובה הנתונה יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ מתפקדים כחומצה ו- $\text{Ca}_{(s)}$ מתפקד כבסיס.

ג. במהלך התגובה לא חל שינוי ב- pH התמיסה.

ד. בתום התגובה תמיד מתקבלת תמיסה עם pH ניטרלי.

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

במהלך התגובה הנתונה דרגת החמצון של אטומי Ca עולה מ- (0) ל- (+2). לכן סידן הוא המחזור. יוני H_3O^+ הם המחמצן, כי דרגת החמצון של אטומי H ביונים אלה יורדת מ- (+1) ל- (0). מסיח ב' אינו נכון. התגובה הנתונה היא תגובת חמצון-חיזור, שבה חלים שינויים בדרגות חמצון של אטומים, ולא תגובת חומצה-בסיס. מסיח ג' אינו נכון. במהלך התגובה יוני ההידרוניום, H_3O^+ , מגיבים, ריכוזם יורד ולכן pH של התמיסה עולה, כלומר חל בו שינוי. מסיח ד' אינו נכון. pH התמיסה לא חייב להיות ניטרלי. אם במגיבים יהיה עודף יוני ההידרוניום, בתום התגובה ה- pH של התמיסה יהיה חומצי.

שאלה 2

קבע מהי החומצה ומהו הבסיס בכל אחת מהתגובות הבאות:

- (1) $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCN}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq})$
- (2) $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NH}_2^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
- (3) $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- (4) $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- (5) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$

התשובה

- בתגובה (1) $\text{HCN}(\text{aq})$ - חומצה, $\text{NH}_3(\text{g})$ - בסיס.
בתגובה (2) יוני $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ - חומצה, יוני $\text{NH}_2^-(\text{aq})$ - בסיס.
בתגובה (3) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ - חומצה, $\text{NH}_3(\text{g})$ - בסיס.
בתגובה (4) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ - חומצה, $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g})$ - בסיס.
בתגובה (5) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ - חומצה, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ - בסיס.

שאלה 3

לפניך מספר ניסוחי תגובות:

- (1) $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- (2) $\text{NH}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
- (3) $\text{KNO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{מים}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$
- (4) $2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (5) $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- (6) $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- (7) $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

סעיף א'

קבע עבור כל אחת מן התגובות הנתונות אם היא תגובת חומצה-בסיס, תגובת חמצון-חיזור, תגובת שיקוע או תגובת המסה.

סעיף ב'

קבע עבור תגובות חומצה-בסיס מהי החומצה ומהו הבסיס.

סעיף ג'

קבע עבור תגובות חמצון-חיזור מהו המחמצן ומהו המחזור.

סעיף ד'

הנח שבכל התגובות הנתונות המגיבים הגיבו בשלמות. קבע עבור כל אחת מן התגובות הנתונות אם ה- pH של התמיסה בתום התגובה גבוה מ- 7, נמוך מ- 7 או שווה ל- 7.

התשובה

סעיפים א'-ד'

תגובה (1) - תגובת המסה במים. בתום התגובה ה- pH של התמיסה גבוה מ- 7.

תגובה (2) - תגובת חומצה-בסיס. $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ חומצה, $\text{NH}_2^-(aq)$ בסיס.

בתום התגובה ה- pH של התמיסה גבוה מ- 7.

תגובה (3) - תגובת המסה במים. בתום התגובה ה- pH של התמיסה שווה ל- 7.

תגובה (4) - תגובת חומצה-בסיס + תגובת שיקוע. $\text{H}_3\text{O}^+(aq)$ חומצה, $\text{OH}^-(aq)$ בסיס.

בתום התגובה ה- pH של התמיסה שווה ל- 7.

תגובה (5) - תגובת חמצון-חיזור. $\text{H}_3\text{O}^+(aq)$ מחמצן, $\text{Mg}_{(s)}$ מחזור.

בתום התגובה ה- pH של התמיסה שווה ל- 7.

תגובה (6) - תגובת חומצה-בסיס. $\text{H}_2\text{PO}_4^-(aq)$ חומצה, $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ בסיס.

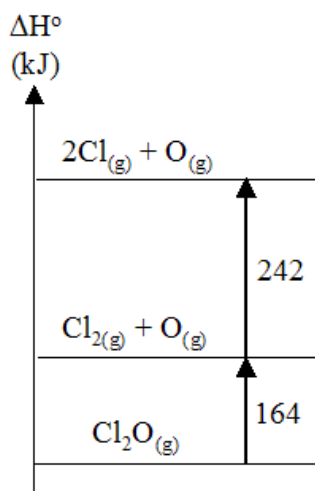
בתום התגובה pH נמוך מ- 7.

תגובה (7) - תגובת חומצה-בסיס. $\text{H}_3\text{O}^+(aq)$ חומצה, יוני CO_3^{2-} בתוך $\text{CaCO}_{3(s)}$ בסיס.

בתום התגובה ה- pH של התמיסה שווה ל- 7 ($\text{CO}_{2(g)}$ יתנדף).

7 אנרגייה

לפניך דיאגרמה של שינוי אנתלפיה.



מהו הערך של אנתלפיית הקשר O–Cl בתרכובת $\text{Cl}_2\text{O}_{(g)}$?

א. $406 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ב. $203 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ג. $164 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

ד. $82 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

אפשר לחשב את אנתלפיית הקשר O–Cl על פי שינוי האנתלפיה בתגובה זו, כפי שהוצג בגרף הנתון:

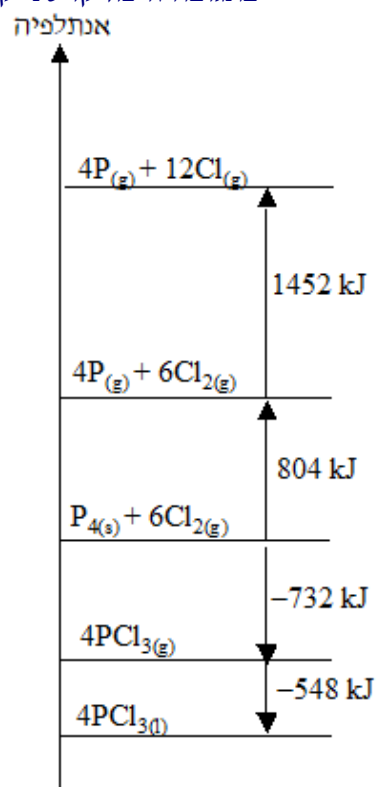


בתגובה זו פורקו שני קשרים בין אטומי Cl לאטום O. לכן אנתלפיית קשר אחד O–Cl:

$$\Delta H^\circ_{\text{O-Cl}} = \frac{406}{2} = 203 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

שאלה נוספת לתרגול

לפניך דיאגרמה המתארת שינויי אנתלפיה במספר תהליכים.



תאר במילים מהו התהליך המתרחש שמסומן על ידי כל אחד מהחיצים שמופיעים בגרף.
מהו ההיגד הנכון?

א. אנתלפיית האידוי של $\text{PCl}_3(\text{l})$ היא $548 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

ב. אנתלפיית הקשר P-Cl היא $2328 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

ג. אנתלפיית הקשר Cl-Cl היא $242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

ד. שינוי האנתלפיה של התגובה: $\text{P}_4(\text{s}) + 6\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{PCl}_3(\text{l})$ היא $1280 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.



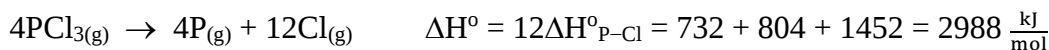
$$\Delta H^\circ_{\text{Cl-Cl}} = \frac{1452}{6} = 242 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

מסיח א' אינו נכון.



$$\Delta H^\circ_{\text{אידוי}} = \frac{548}{4} = 137 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

מסיח ב' אינו נכון.



$$\Delta H^\circ_{\text{P-Cl}} = \frac{2988}{12} = 249 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

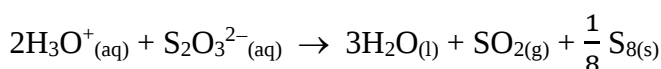
מסיח ד' אינו נכון.

שינוי האנתלפיה של התגובה הנתונה במסיח זה:



8 קצב תגובה

כאשר מערבבים תמיסה של חומצת מימן כלורי, $\text{HCl}(\text{aq})$, עם תמיסה של נתרן תיוסולפאט, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$, מתרחשת תגובה. לפניך ניסוח נטו של תגובה זו:



התלמידים חקרו את התגובה והציעו מדדים שונים לקצב התגובה.

לפניך ארבע הצעות IV-I שהציעו התלמידים כדי לקבל מידע על קצב התגובה.

- I. למדוד את המוליכות החשמלית של התמיסה בתום התגובה.
- II. למדוד את ה- pH של התמיסה בתום התגובה.
- III. למדוד את המוליכות החשמלית של התמיסה בפרקי זמן קבועים.
- IV. למדוד את ה- pH של התמיסה בפרקי זמן קבועים.

מה הן שתי ההצעות המתאימות ביותר?

- א. I ו- II
- ב. I ו- IV
- ג. II ו- III
- ד. III ו- IV

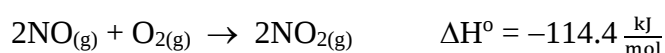
הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

קצב תגובה נמדד על פי שינוי בתכונה מאקרוסקופית כלשהי ביחידת זמן. לפיכך הצעה שמתאימה למדידת קצב תגובה צריכה להתייחס למדידת שינוי כלשהו בפרקי זמן קבועים. מדידת המוליכות החשמלית ומדידת ה- pH של התמיסה בפרקי זמן קבועים תאפשר קבלת מידע על השינוי בתכונות המאקרוסקופיות ביחידת זמן. לכן הצעות III ו- IV מתאימות. מסיחים א', ב' ו- ג' אינם נכונים. הצעות I ו- II מתייחסות למדידות תכונות מאקרוסקופיות בתום התגובה ולכן אינן מספקות מידע על שינוי שמתרחש בפרקי זמן קבועים.

שאלה נוספת לתרגול

השאלה עוסקת בתגובה המבוצעת בתעשייה לייצור חומר גלם שממנו מייצרים חומצה חנקתית - הגז חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_{2(g)}$, שצבעו חום. מייצרים גז זה על פי התגובה:



במטרה למדוד את קצב התגובה הוצע לבצע מספר בדיקות:

- I. מדידת נפח $\text{NO}_{2(g)}$ המתקבל בתגובה מ- 1 ליטר $\text{NO}_{(g)}$.
 - II. מדידת מהירות של תנועת המולקולות של $\text{NO}_{2(g)}$.
 - III. מדידת השינוי בצבע התערובת שבכלי התגובה בפרקי זמן קבועים.
 - IV. מדידת שינוי הטמפרטורה בכלי בפרקי זמן קבועים.
- מה הן שתי הבדיקות שבאמצעותן ניתן למדוד את קצב התגובה?

- א. I ו- II
- ב. I ו- IV
- ג. II ו- III
- ד. III ו- IV

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'.

כדי לקבוע קצב תגובה יש למדוד שינוי בתכונה מאקרוסקופית בפרקי זמן קבועים.

בדיקות III ו-IV מתייחסות למדידות מסוג זה.

מסיחים א'-ג' אינם נכונים. בהצעה I אין התייחסות לפרקי זמן קבועים, ובהצעה II אין מדד

מאקרוסקופי ואין התייחסות לפרקי זמן קבועים.

שאלה 9

ניתוח קטע ממאמר מדעי

פחמן דו-חמצני - מתוצר בלתי רצוי לחומר גלם עתידי

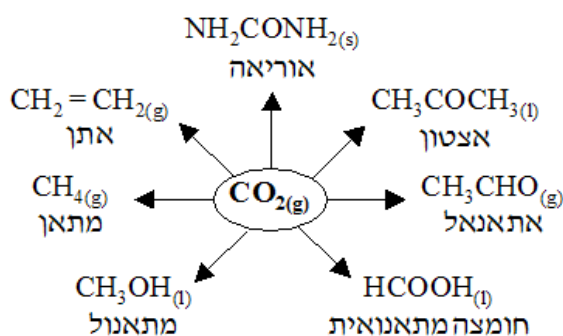
ההתחממות הגלובלית גורמת לשינוי אקלים והיא אחת מן הבעיות שהאנושות מתמודדת איתן במאה הנוכחית. אחד הגורמים להתחממות הגלובלית הוא העלייה בריכוז הגז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, באטמוספירה, שתורמת לעלייה בטמפרטורה הממוצעת על פני כדור הארץ. העלייה בריכוז ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ באטמוספירה היא בין השאר תוצאה של השימוש המוגבר בשרפת פחם, $\text{C}(\text{s})$, ודלקים פחמימניים כדי לספק אנרגיה.

מדענים, אנשי תעשייה וממשלות נדרשים למצוא פתרונות כדי לצמצם את כמות ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלטת לאטמוספירה.

אחד הפתרונות, המיושם כיום, הוא שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים (כגון שמש ורוח) במקום השימוש בפחם ובדלקים פחמימניים.

בשנים האחרונות נבחנת גישה מהפכנית ופורצת דרך המתייחסת ל- $\text{CO}_2(\text{g})$ לא כתוצר בלתי רצוי אלא כחומר גלם וכמקור לאטומי פחמן בתעשייה הכימית. המטרה היא לקלוט את ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלט מתהליכי שרפה, בעיקר מתחנות כוח, ולנצלו להפקת מגוון תרכובות פחמן המופקות כיום ממרכיבים של הנפט הגולמי, ההולך ואוזל.

בתרשים 1 מוצגות חלק מתרכובות הפחמן שאפשר להפיק מ- $\text{CO}_2(\text{g})$:



תרשים 1

מתרכובות אלה אפשר להפיק חומרים רבים המשמשים דלקים או חומרי גלם בתעשייה הכימית.

ניצול $\text{CO}_2(\text{g})$ כחומר גלם דורש התמודדות עם שני קשיים עיקריים:

- הפרדת ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ מהגזים האחרים הנפלטים מן הארובות של תחנות כוח.
 - השקעת אנרגייה רבה הנדרשת במהלך הייצור של תרכובות אלה.
- מימוש הפתרונות לקשיים אלה מציב אתגר לפני כימאים ומדענים נוספים.

מקור:

Clarke J. (2017). "Carbon dioxide can be a versatile chemical feedstock for a variety of industries", Chemistry World

סעיף א'

סולר הוא דלק פחמימני שמשתמשים בו בתחנות כוח.
הפחמימן $C_{12}H_{26(l)}$ הוא אחד ממרכיבי הסולר.

תת-סעיף i

על פי הקטע, קבע אם התגובה לקבלת $CO_{2(g)}$ מדלק פחמימני היא אקסותרמית או אנדותרמית.
נמק.

התשובה

קביעה:

תגובה אקסותרמית.

נימוק:

הגז $CO_{2(g)}$ נוצר בתגובת השרפה של דלק פחמימני.

משתמשים בתגובת שרפה זו כדי לספק אנרגייה (או: כדי לנצל את האנרגייה הנפלטת).
לכן ניתן להסיק שתגובת השרפה של דלק פחמימני היא תגובה אקסותרמית.

תת-סעיף ii

נסח ואזן את התגובה שבה מתקבל $CO_{2(g)}$ מן הפחמימן $C_{12}H_{26(l)}$.

התשובה



או:



סעיף ב'

תת-סעיף i

בחר בארבע מן התרכובות שאפשר להפיק מ- $CO_{2(g)}$, המוצגות בתרשים 1.
העתק את הטבלה שלפניך למחברת הבחינה והשלם אותה.

שם התרכובת	נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	שם הקבוצה הפונקציונלית
1		
2		
3		
4		

התשובה

ארבע מן התרכובות:

שם החומר	נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	שם הקבוצה הפונקציונלית
אוריאה	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \\ \text{או: } -\text{CONH}_2 \end{array}$	קבוצת אמיד
אצטון	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \\ \text{או: } -\text{CO}- \end{array}$	קבוצה קרבונילית או: קבוצת קטון
אתאנאל	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{H} \\ \text{או: } -\text{CHO} \end{array}$	קבוצת אלדהיד
אתן	$>\text{C}=\text{C}<$	קבוצת קשר כפול (בין אטומי פחמן)
חומצה מתאנואית	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \\ \text{או: } -\text{COOH} \end{array}$	קבוצה קרבוקסילית או: קרבוקסיל או: חומצה קרבוקסילית
מתאנול	$-\text{OH}$	קבוצה הידרוקסילית או: הידרוקסיל או: כוהל

תת-סעיף ii

בתרשים 1 מוצגות שלוש תרכובות שהן במצב נוזל בטמפרטורת החדר. אחת משלוש תרכובות אלה היא חומצה מתאנואית. טמפרטורת הרתיחה של חומצה מתאנואית גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של שתי התרכובות האחרות. **הסבר עובדה זו.** בתשובתך התייחס לכוחות הפועלים בין המולקולות בכל אחת משלוש התרכובות.

התשובה

- שלוש התרכובות במצב נוזל הרשומות בתרשים 1 הן: אצטון, $\text{CH}_3\text{COCH}_3(l)$, מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}(l)$, וחומצה מתאנואית, $\text{HCOOH}(l)$.
- בין המולקולות של אצטון יש אינטראקציות ון-דר-ולס.

- בין המולקולות של מתאנול ובין המולקולות של חומצה מתאנואית יש קשרי מימן (נוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס).
- במולקולות של חומצה מתאנואית יש יותר מוקדים ליצירת קשרי מימן מאשר במולקולות של מתאנול. נוסף על כך ענני האלקטרונים של מולקולות החומצה המתאנואית גדולים יותר מענני האלקטרונים של מתאנול.
- הכוחות שבין המולקולות של חומצה מתאנואית חזקים מהכוחות שבין המולקולות של מתאנול ובין המולקולות של אצטון.
- נדרשת אנרגייה רבה יותר כדי לנתק את הקשרים שבין המולקולות של חומצה מתאנואית. לפיכך, מבין שלוש התרכובות, לחומצה המתאנואית יש טמפרטורת רתיחה הגבוהה ביותר.

סעיף ג'

תת-סעיף i

כדי להפיק מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, מ- $\text{CO}_{2(g)}$ יש צורך בחומר נוסף. קבע אם החומר הנוסף בתגובה זו מגיב כמחמצן או כמחזר. **נמק.**

התשובה

קביעה:

החומר הנוסף מגיב כמחזר.

נימוק:

בתגובה זו יש ירידה בדרגת החמצון של אטומי C (מ- $\textcircled{+4}$ ל- $\textcircled{-2}$). לכן חומר זה הוא מחמצן. לפיכך דרוש חומר מחזר לתגובה זו.

או: דרגת החמצון של אטומי C ב- $\text{CO}_{2(g)}$ היא מרבית ולכן $\text{CO}_{2(g)}$ יכול להגיב רק כמחמצן. החומר הנוסף חייב להגיב כמחזר.

תת-סעיף ii

תגובה זו מתרחשת על פני זרז מיוחד המורכב מן המתכות פלדיום, $\text{Pd}_{(s)}$, ונחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, בטמפרטורה שבין 180°C ל- 250°C .

קצב התגובה מהיר יותר בנוכחות הזרז. **הסבר עובדה זו** בעזרת תורת ההתנגשויות.

התשובה

- בנוכחות הזרז התגובה מתרחשת במסלול חלופי (**או**: במנגנון שונה) עם אנרגיית שפעול נמוכה יותר מאנרגיית השפעול של התגובה ללא זרז.
- או:** בנוכחות הזרז נוצר תצמיד משופעל שונה, שיש לו אנרגייה נמוכה יותר.
- או:** תרשים של התקדמות התגובה עם זרז ובלי זרז שבו סומנה אנרגיית השפעול.
- בנוכחות זרז גדל מספר המולקולות להן אנרגייה מספקת כדי ליצור תצמידים משופעלים. מספר ההתנגשויות הפוריות (ביחידת זמן) גדל, וקצב התגובה מהיר יותר.

סעיף ד'

על פי הקטע, ציין שני יתרונות לניצול ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ הנפלט לאטמוספירה להפקת מגוון של תרכובות פחמן.

התשובה

שני יתרונות מבין:

- כמות ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ שנפלטת לאטמוספירה תקטן. כתוצאה מכך תקטן גם השפעת ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ על ההתחממות הגלובלית.
- ניצול ה- $\text{CO}_2(\text{g})$ להפקת מגוון של תרכובות פחמן יביא להקטנת התלות במוצרי הנפט הגולמי ההולך ואוזל. תרכובות פחמן אלה מופקות כיום ממוצרים של הנפט הגולמי.
- תרכובות הפחמן המופקות מ- $\text{CO}_2(\text{g})$ משמשות חומר גלם בתעשייה הכימית לייצור מוצרי המשך. (השימוש ב- $\text{CO}_2(\text{g})$ להפקת תרכובות פחמן יביא לפיתוח התעשייה הכימית).
- חלק מתרכובות הפחמן המופקות מ- $\text{CO}_2(\text{g})$ משמשות בין השאר גם חומרי דלק. עדיין יש צורך בשימוש של דלקים פחמימניים (למרות שהשימוש במקורות אנרגייה מתחדשים הולך ומתרחב).

שאלה נוספת לתרגול הנושאים שבשאלה: ניתוח קטע ממאמר מדעי

שריפה היא תהליך חמצון-חיזור. תהליך זה מלווה בשחרור של אנרגייה רבה, לרוב תוך פליטת אש. שגיאה נפוצה בהתמודדות עם אש היא המחשבה שמה שנשרף זה הדלק עצמו (עץ, סולר, שמן, חפצים וכו') אך מה שבפועל נשרף אלו האדים הנפלטות כתוצאה מהתחממות הדלק. זאת גם הסיבה שהלהבות לא נשארות על גבי הדלק אלא עולות למעלה ביחד עם האדים. הדלקת אש מותנית ב- 4 גורמים: חמצן, חום, חומר דליק, והיווצרות תגובת שרשרת. ללא אחד מן הגורמים הללו האש תכבה. הנה מספר תרחישים:

מניעת חמצן - בשריפות בקנה מידה קטן, אם נמנע חמצן מהאש, היא תדעך במהירות, בין אם זה על ידי כיסוי עם כלי אטום או על ידי התזת תרסיס מיוחד.

קירור - התזת מים, חול או תרסיסים מקררים. הקירור מצנן את הדלק ומונע את פליטת האדים הדליקים אשר מלבים את האש.

החומר הטבעי ביותר לכיבוי שריפות הוא כמובן מים שמקררים את התגובה. אך במים לבדם אין די בהתמודדות עם שריפות גדולות מאוד: הם מתאדים במהירות. לדוגמה, דרושות כמויות אדירות של מים כדי לכבות שריפות יער. בבעירה של חומרים שונים, כמו למשל שריפות גדולות במפעלים כימיים, שימוש במים אף עלול להיות מסוכן, ולגרום לתגובות עם החומרים הבורחים שיגבירו את עוצמת ההתלקחות. בתנאים מסוימים גם תיתכן בעירה בתוך מים.

כיום נעשה כיבוי של שריפות גדולות באמצעות חומרים המוגדרים "מעכבי בעירה". שניים מן

החומרים הנפוצים בעלי תכונות כאלה הם אלומיניום הידרוקסיד, $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$, ומגנזיום

הידרוקסיד, $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$. בטמפרטורות גבוהות $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ ב- 180°C , $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ ב- 332°C

הם מתפרקים בתגובה אנדותרמית הקולטת חום רב וגורמת לקירור ולהאטה של הבעירה. הם גם מצמצמים את פליטת העשן. בנוסף, נוצרת שכבת אפר, שיוצרת מעין בידוד של האזור הבורח,

מצמצמת את אספקת החמצן לבעירה ותורמת לחנק האש. שני החומרים האלה, בצורת אבקה דחוסה, נמצאים במטפי כיבוי. כמו כן הם משולבים בתוך בדים ובתוך חומרים אחרים המשמשים לייצור של מוצרים חסיני אש כמו בגדים, מזרנים וחומרים פלסטיים שונים. חומרים נוספים, המשמשים לעיכוב בעירה, פולטים פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$. כשהם מתחממים, הגז הזה דוחק את החמצן מאזור הבעירה ומצמצם אותה. יש מטפים המכילים בעיקר $\text{CO}_2(\text{g})$ מעובה, ומיועדים לשימוש בעיקר בחללים סגורים, שבהם זמינות החמצן לבעירה מוגבלת. כמו כן אלה המטפים המועדפים לטיפול בשריפות שמקורן בכימיקלים או בקצר חשמלי, משום שהם אינם יוצרים אדי מים, העלולים להשתתף בתגובה או לגרום קצרים חשמליים נוספים.

מקורות:

מאמרים שפורסמו באתר של מכון דוידסון: ["לא על המים לבדם - מה הם חומרים מעכבי בעירה?" מאת איתי נבו](#)
["האש והתפשטות השריפה" מאת ד"ר ארז גרטי](#)

סעיף א

תת-סעיף i

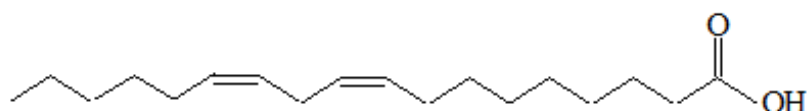
קבע על פי הקטע, אם תהליך השריפה הוא אנדותרמי או אקסותרמי. נמק.

תת-סעיף ii

קבע אם טמפרטורת הסביבה עולה במהלך השריפה, יורדת או לא משתנה. נמק.

סעיף ב

נתונים מספר חומרים דליקים: גז בישול - מתאן, $\text{CH}_4(\text{g})$, מרכיב של סולר, $\text{C}_{12}\text{H}_{26}(\text{l})$, בוטאנול, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}(\text{l})$, בוטאנון, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3(\text{l})$, אתיל אצטט, $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3(\text{l})$, וחומצת שומן לינולאית (אחד המרכיבים של שמן קוקוס, שמן קנולה ושמינים נוספים):



תת-סעיף i

בחלק מן החומרים הנתונים יש קבוצות פונקציונליות. עבור כל אחד מן החומרים האלה רשום את נוסחת הקבוצה הפונקציונלית וציין את שמה.

תת-סעיף ii

עבור כל אחד מן החומרים, שצינת בתת-סעיף ב i, ציין את דרגת החמצון של אטום הפחמן שהוא חלק מהקבוצה הפונקציונלית.

סעיף ג

בטבלה שלפניך מוצגות טמפרטורות הרתיחה של מספר חומרים:

מס'	שם החומר	נוסחת החומר	טמפרטורת הרתיחה של החומר ($^{\circ}\text{C}$)
-----	----------	-------------	---

77	$C_2H_5COOCH_3$	אתיל אצטט	(1)
118	C_4H_9OH	בוטאנול	(2)
X	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	דיאתיל אתר	(3)
Y	$CH_3CH_2CH_2COOH$	חומצה בוטאנואית	(4)

תת-סעיף i

הסבר את ההבדלים בטמפרטורת הרתיחה של אתיל אצטט ובוטאנול.

תת-סעיף ii

נתונים שלושה ערכי הטמפרטורה: $35^\circ C$, $85^\circ C$, $164^\circ C$. קבע איזה מן הערכים האלה עשוי להיות ערך טמפרטורת הרתיחה של דיאתיל אתר, ואיזה - של חומצה בוטאנואית. נמק.

תת-סעיף iii

כדי להפיק חומצה בוטאנואית מבוטאנול יש צורך בחומר נוסף. קבע אם החומר הנוסף עשוי להיות נחושת, $Cu(s)$, או נחושת חמצנית, $CuO(s)$. נמק.

תת-סעיף iv

נסח ואזן את תגובות השריפה של מרכיב הסולר, $C_{12}H_{26(l)}$, ובוטאנול.

סעיף ד

אפשר לזרז את תהליך השריפה בדרכים שונות. לפניך שלושה היגדים, III-I.

- I. תפקיד הזרז הוא להוריד את אנרגיית השפעול ולזרז את התגובה.
- II. עלייה בטמפרטורה מעלה את האנרגייה הקינטית של החלקיקים, ולכן קצב התגובה עולה.
- III. עליית הריכוז של המגיב התגובה מעלה את מספר ההתנגשויות הפוריות, ולכן מספר תצמידים משופעלים עולה וקצב התגובה עולה.

תת-סעיף i

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים אם הוא נכון או לא נכון. נמק.

תת-סעיף ii

תקן כל היגד שאינו נכון.

סעיף ה

בקטע מתוארות מספר דרכים לכיבוי שריפות. ציין דרך אחת והסבר באיזה מבין 4 הגורמים המתוארים בקטע מטפלים בדרך שציינת.

התשובה

סעיף א

תת-סעיף i

תהליך השריפה הוא אקסותרמי. מניסיון חיים ניתן לחוש עליית טמפרטורה מסביב לשריפה, לכן התגובה היא אקסותרמית. קירור על ידי מים שקולטים את האנרגייה הנפלטת בשריפה ובכך מעטים אותה.

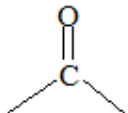
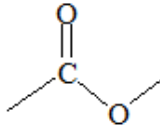
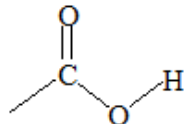
כתוב בקטע שבהוספת "מעכבי בעירה" כגון $\text{Al(OH)}_{3(s)}$ ו- $\text{Mg(OH)}_{2(s)}$ בטמפרטורות גבוהות מונעת את התפשטות השריפה. חומרים אלה מתפרקים, בתגובה אנדותרמית הקולטת חום רב ומשחררת אדי מים - שני התהליכים גורמים לקירור ומאטים את הבעירה. מכאן משתמע שתהליך השריפה הוא אקסותרמי - פולט אנרגיה.

תת-סעיף ii

במהלך תגובה אקסותרמית נפלטת אנרגיה ולכן הטמפרטורה של הסביבה עולה.

סעיף ב

תת-סעיף i + תת-סעיף ii

שם החומר	נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	שם הקבוצה הפונקציונלית	דרגת חמצון של אטום פחמן שהוא חלק מהקבוצה הפונקציונלית
בוטאנול	-OH	קבוצה הידרוקסילית או : הידרוקסיל או : כוהל	(-1)
בוטאנון		קבוצה קרבונילית או : קטון	(+2)
אתיל אצטט		קבוצת אסטר	(+3)
חומצה לינולאית		קבוצה קרבוקסילית או : חומצה קרבוקסילית	(+3)

סעיף ג

תת-סעיף i

בין המולקולות של אתיל אצטט יש אינטראקציות ון-דר-ולס.
בין המולקולות של בוטאנול יש קשרי מימן, (בנוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס).
הכוחות שבין המולקולות של בוטאנול חזקים מהכוחות שבין המולקולות של אתיל אצטט.
נדרשת אנרגיה רבה יותר כדי לנתק את הכוחות שבין המולקולות של בוטאנול, לפיכך יש לו טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר מזו של אתיל אצטט.

תת-סעיף ii

בין המולקולות של דיאתיל אתר יש אינטראקציות ון-דר-ולס. בין המולקולות של בוטאנול יש קשרי מימן (בנוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס).
הכוחות שבין המולקולות של בוטאנול חזקים מהכוחות שבין המולקולות של דיאתיל אתר.

נדרשת אנרגייה רבה יותר כדי לנתק את הכוחות שבין המולקולות של בוטאנול. לפיכך יש לבוטאנול טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר מזו של דיאתיל אתר.

גם בין מולקולות אתיל אצטט יש אינטראקציות ון-דר-ולס. אולם מכיוון שלמולקולות של אתיל אצטט יש ענני אלקטרונים גדולים יותר, אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות שלו חזקות יותר. נדרשת אנרגייה רבה יותר כדי לנתק את הכוחות שבין המולקולות של אתיל אצטט. לפיכך לאתיל אצטט יש טמפרטורת רתיחה גבוהה יותר מזו של דיאתיל אתר.

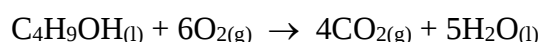
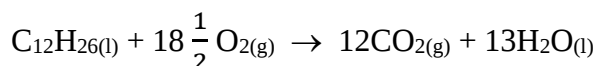
מכאן משתמע שטמפרטורת הרתיחה של דיאתיל אתר היא 35°C . בין המולקולות של בוטאנול ושל חומצה בוטאנואית יש קשרי מימן (בנוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס). במולקולות של חומצה בוטאנואית יש יותר מוקדים ליצירת קשרי מימן מאשר במולקולות של בוטאנול. לכן הכוחות שבין המולקולות של חומצה בוטאנואית חזקים מהכוחות שבין המולקולות של בוטאנול. נדרשת אנרגייה רבה יותר כדי לנתק את הכוחות שבין המולקולות של חומצה בוטאנואית. לפיכך, מבין ארבעת התרכובות, לחומצה הבוטאנואית יש טמפרטורת רתיחה הגבוהה ביותר 164°C .

תת-סעיף iii

אטום הפחמן, הקשור לקבוצה ההידרוקסילית במולקולת בוטאנול, בעל דרגת חמצון (-1), ואילו אטום הפחמן, שהוא חלק מהקבוצה הקרבוקסילית במולקולה של חומצה בוטאנואית, הוא בעל דרגת חמצון (+3). לכן בתגובת הקבלה של חומצה בוטאנואית מבוטאנול, בוטאנול עובר חמצון, לכן יש צורך בחומר מחמצן.

לנחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, דרגת חמצון (0) והיא יכולה רק לחזר. ליוני נחושת בנחושת חמצנית, $\text{CuO}_{(s)}$, דרגת חמצון (+2) ויונים אלה יכולים רק לחמצן. לכן נחושת חמצנית היא מחמצן.

תת-סעיף iv



סעיף ד

תת-סעיף i

היגד I לא נכון.

בנוכחות הזרז התגובה מתרחשת במסלול חלופי עם אנרגיית שפעול נמוכה יותר מאנרגיית השפעול של התגובה ללא זרז. בנוכחות זרז גדל מספר המולקולות להן יש אנרגייה מספקת כדי ליצור תצמידים משופעלים. מספר התנגשויות פוריות ביחידת זמן גדל, וקצב התגובה מהיר יותר. הזרז לא מוריד את אנרגיית השפעול.

היגד II נכון.

כתוצאה מעליית הטמפרטורה גדלה האנרגייה הקינטית של מולקולות המגיבים, גדל הסיכוי להתנגשויות בין המולקולות של המגיבים, גדל הסיכוי להיווצרות תצמידים משופעלים ביחידת זמן. לכן יש סיכוי גדול יותר להתנגשויות פוריות רבות יותר ביחידת זמן. ולכן קצב תגובה עולה.

היגד III נכון.

ככל שריכוז המגיבים גדול יותר יש יותר מולקולות של מגיבים ביחידת נפח, ולכן תהיינה יותר התנגשויות בין מולקולות המגיבים ביחידת זמן, ייווצרו יותר תצמידים משופעלים ביחידת זמן, ומכאן שיהיו יותר התנגשויות פוריות ביחידת זמן. לכן קצב תגובה יעלה.

תת-סעיף ii

תיקון היגד I:

בנוכחות זרז התגובה מתרחשת במסלול חלופי עם אנרגיית השפעול נמוכה יותר מאנרגיית השפעול של התגובה ללא זרז.

סעיף ה

אחת מן הדרכים:

- שימוש במעכבי בעירה כגון אלומיניום הידרוקסיד ומגנזיום הידרוקסיד, שמתפרקים בטמפרטורה גבוהה תוך קליטת האנרגיה (תגובה אנדותרמית) הנפלטת בתהליך הבעירה. הדבר גורם לקירור המערכת.
- בידוד המערכת על ידי אפר גורם להקטנה של אספקת החמצן.
- שימוש בחומרים הפולטים פחמן דו-חמצני המונע אספקת חמצן למערכת.
- שימוש במים גורם לקירור המערכת, אך שימוש זה אינו מתאים בכל סוגי השריפות.

שאלה 10

מבנה האטום, מחזוריות, מבנה וקישור

פתיח לשאלה

הטלפון החכם מכיל חומרים שיש בהם למעלה מ- 70 יסודות : מתכות ואל-מתכות, יסודות נפוצים ויסודות נדירים.

סעיף א'

המרכיבים העיקריים של זכוכית המסך בטלפון החכם הם : צורן דו-חמצני, $\text{SiO}_2(\text{s})$, נתרן חמצני, $\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$, ואלומיניום חמצני, $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$.

תת-סעיף i

העתק את הטבלה שלפניך למחברת הבחינה, והשלם אותה.

$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$	$\text{SiO}_2(\text{s})$	
		סוג החלקיקים בחומר
		סוג הקשרים בין החלקיקים

התשובה

$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$	$\text{SiO}_2(\text{s})$	
יוני Al^{3+} ויוני O^{2-} (ביחס של 2:3) או : יונים חיוביים (של אלומיניום) ויונים שליליים (של חמצן). או : יונים	אטומי צורן ואטומי חמצן (ביחס של 1:2) או : אטומים	סוג החלקיקים בחומר
קשרים יוניים או : משיכה חשמלית בין היונים החיוביים והשליליים	קשרים קוולנטיים או : משיכה חשמלית בין אלקטרוני הקשר לבין גרעיני האטומים שמשותפים בקשר	סוג הקשרים בין החלקיקים

תת-סעיף ii

רשום נוסחאות ייצוג אלקטרוניות של החלקיקים שהתרכובת $\text{Na}_2\text{O}_{(s)}$ מורכבת מהם.

התשובה



תת-סעיף iii

כדי לחזק את זכוכית המסך מחליפים חלק מיוני הנתרן ביונים גדולים יותר.

לשם כך טובלים את זכוכית המסך בתרכובת יונית מותכת מתאימה.

קבע איזו תרכובת מתאימה לתהליך זה: ליתיום חנקתי, $\text{LiNO}_{3(l)}$, או אשלגן חנקתי, $\text{KNO}_{3(l)}$.

נמק את קביעתך.

התשובה

קביעה:

התרכובת $\text{KNO}_{3(l)}$.

נימוק:

(נתון כי חלק מיוני Na^+ מוחלפים ביונים גדולים יותר).

בתרכובת $\text{KNO}_{3(l)}$ יש יוני K^+ .

ביוני K^+ יש אלקטרונים בשלוש רמות אנרגיה, ואילו ביוני Na^+ יש אלקטרונים בשתי רמות

אנרגיה. (או: ביוני K^+ יש יותר רמות אנרגיה מאוכלסות מאשר ביוני Na^+).

לכן יוני K^+ גדולים מיוני Na^+ .

(או: הרדיוס של יוני K^+ גדול מהרדיוס של יוני Na^+).

לפיכך התרכובת $\text{KNO}_{3(l)}$ מתאימה להחליף חלק מיוני Na^+ בזכוכית המסך.

סעיף ב'

מסך המגע, שנמצא מתחת לזכוכית, בנוי משכבה שקופה של תחמוצת אינדיום, $\text{In}_2\text{O}_{3(s)}$, וחומרים

נוספים. האיזוטופ השכיח של אינדיום הוא $^{115}_{49}\text{In}$.

מהו מספר הפרוטונים, מספר הנויטרונים ומספר האלקטרונים בחלקיקי האינדיום

בתרכובת $^{115}\text{In}_2\text{O}_{3(s)}$?

התשובה

(התרכובת In_2O_3 מורכבת מיוני אינדיום, In^{3+} , ומיוני חמצן, O^{2-}).

מספר האלקטרונים	מספר הנויטרונים	מספר הפרוטונים	החלקיק
46	66	49	$^{115}_{49}\text{In}^{3+}$

סעיף ג'

השלב האלקטרוני בנוי מצורן, $\text{Si}_{(s)}$, בתוספת אטומים של יסודות כמו: זרחן, ^{15}P , גאליום, ^{31}Ga , או ארסן, ^{33}As .

תת-סעיף i

אנרגיית היינון הראשונה של צורן, Si, היא $789 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

אנרגיית היינון הראשונה של זרחן, P, היא $1012 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

הסבר מדוע אנרגיית היינון הראשונה של זרחן, P, גבוהה מאנרגיית היינון הראשונה של צורן, Si.

התשובה

שני היסודות נמצאים באותה שורה בטבלה המחזורית.

באטומי Si ובאטומי P יש אותו מספר של רמות אנרגייה מאוכלסות (או: המכילות אלקטרונים).

המטען הגרעיני של אטום P גדול מהמטען הגרעיני של אטומי Si.

(או: בגרעין של אטום P יש 15 פרוטונים ואילו בגרעין של אטום Si יש 14 פרוטונים).

כוחות המשיכה בין האלקטרונים ברמה האחרונה לבין הגרעין באטומי P חזקים יותר מאשר

באטומי Si. נדרשת אנרגייה רבה יותר על מנת להוציא אלקטרון מאטומי P.

ולכן אנרגיית היינון הראשונה של זרחן גבוהה מאנרגיית היינון הראשונה של צורן.

תת-סעיף ii

לפניך שני ערכים של אנרגיית יינון: $947 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ו- $1251 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

מהו הערך המתאים עבור אנרגיית היינון הראשונה של ארסן, As? נמק.

התשובה

קביעה:

הערך המתאים עבור אנרגיית היינון של As הוא $947 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

נימוק:

שני היסודות נמצאים באותו טור בטבלה המחזורית. היסוד P נמצא בשורה השלישית של הטבלה

המחזורית בעוד שהיסוד As נמצא בשורה הרביעית.

באטומי P האלקטרון יוצא מהרמה האנרגטית השלישית ואילו באטומי As האלקטרון יוצא

מהרמה האנרגטית הרביעית, שהיא רחוקה יותר מהגרעין.

כוחות המשיכה בין האלקטרון היוצא לבין הגרעין חלשים יותר באטומי As מאשר באטומי P.

נדרשת פחות אנרגייה כדי להוציא אלקטרון מאטומי As.

לכן אנרגיית היינון הראשונה של ארסן נמוכה מאנרגיית היינון הראשונה של זרחן.

סעיף ד'

הסוללה בטלפונים החכמים מכילה בין השאר גרפיט, $C_{(s)}$.

תת-סעיף i

כתוב שלושה מאפיינים של המבנה המיקרוסקופי של גרפיט.

התשובה

שלושה מאפיינים מבין :

- הגרפיט בנוי מאטומים (או : מאטומי פחמן, C).
- לגרפיט מבנה של סריג אטומרי.
- לגרפיט מבנה ענק שבנוי משכבות (או : משטחים) של אטומי פחמן.
- בכל שכבה, כל אטום פחמן קשור בשלושה קשרים קוולנטיים יחידים לשלושה אטומי פחמן.
- (לאטומי C יש 4 אלקטרונים ערכיים).
- האלקטרון הרביעי של כל אחד מאטומי הפחמן בכל שכבה נותר בלתי מזווג.
- האלקטרונים האלה הם בלתי מאותרים ונעים בחופשיות בתוך השכבה.
- בין השכבות יש אינטראקציות ון-דר-ולס.
- האטומים מבצעים תנועה מסוג תנודה או : האטומים מסודרים.

תת-סעיף ii

גרפיט מוליך זרם חשמלי. הסבר מדוע.

התשובה

האלקטרונים הבלתי מאותרים חופשיים לנוע (או : ניידים). בהשפעת שדה חשמלי הם נעים בצורה מכוונת והם אחראים לכך שהגרפיט מוליך זרם חשמלי.

שאלה נוספת לתרגול בנושאים : מבנה האטום, מחזוריות, מבנה וקישור

נתונים אטומים של ארבעה יסודות עם מספרים אטומיים עוקבים בטבלה המחזורית, שסומנו באופן שרירותי באותיות : W, X, Y, Z (אות W מסמנת אטום היסוד עם המספר האטומי הקטן ביותר). יסוד Y נמצא במחזור השני (בשורה השנייה) של הטבלה המחזורית. לאטום של יסוד Y יש 8 אלקטרונים ערכיות.

סעיף א

נתונים ארבעה ערכים של אנרגיית יינון :

$$496 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \quad 2081 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \quad 1314 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}, \quad 1681 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}.$$

תת-סעיף i

זהה את אטומי היסודות W, X, Y, Z .

תת-סעיף ii

התאם כל אחד מן הערכים הנתונים של אנרגיית יינון לאחד מן היסודות: W , X , Y , Z . נמק.

תת-סעיף iii

לאיזה מבין אטומי היסודות W , X , Y , Z יש רדיוס אטומי הגדול ביותר? נמק.

סעיף ב

נתונות נוסחאות התחמוצות של היסודות X ו- Z : X_2O ו- Z_2O .

תת-סעיף i

קבע את סוג החומר (מולקולרי, יוני, אטומרי) של כל אחת משתי התחמוצות הנתונות.

תת-סעיף ii

התיכו כל אחת מן התחמוצות הנתונות. כיצד ניתן להבחין בין שני הנוזלים שהתקבלו?

תת-סעיף iii

רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית עבור כל אחת משתי התחמוצות הנתונות.

סעיף ג

חנקן, $N_{2(g)}$, ונתרן, $Na_{(s)}$, מגיבים ביניהם ליצירת תרכובת.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה לקבלת תרכובת זו.

תת-סעיף ii

ציין שני מאפיינים ברמה המאקרוסקופית של התרכובת שהתקבלה.

תת-סעיף iii

רשום שני מאפיינים ברמה המיקרוסקופית של התרכובת שהתקבלה.

תת-סעיף iv

התיכו את התרכובת שהתקבלה. תאר ברמה המיקרוסקופית את התרכובת במצב נוזל.

התשובה

סעיף א

תת-סעיף i

O - W

F - X

Ne - Y

Na - Z

תת-סעיף ii

$$1314 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - W (\text{O})$$

$$1681 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - X (\text{F})$$

$$2081 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - Y (\text{Ne})$$

$$496 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - Z (\text{Na})$$

סידור אטומי היסודות הנתונים לפי מיקומם במערכת המחזורית.

טור 1	טור 2	טור 3	טור 4	טור 5	טור 6	טור 7	טור 8	
					W (O)	X (F)	Y (Ne)	מחזור 2
Z (Na)								מחזור 3

גורמים המשפיעים על אנרגיית יינון :

(1) המרחק בין גרעין האטום לבין האלקטרון שהאנרגיה שלו היא הגדולה ביותר - אלקטרון זה 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.)

מספר פרוטונים בגרעין של אטום F גדול ממספר פרוטונים בגרעין של אטום O. המשיכה בין האלקטרון היוצא מאטום F לבין גרעין האטום חזקה יותר, ואנרגיית היינון גבוהה יותר.

(המרחק בין גרעין לאלקטרון שיוצא מן האטום דומה בשני האטומים.)

אנרגיית היינון של אטום Na היא הנמוכה ביותר בין האטומים הנתונים, כי המרחק בין גרעין האטום לאלקטרון שעוזב את האטום כתוצאה מהשקעת אנרגיית יינון, הוא הקטן ביותר. אלקטרון זה נמצא ברמת האנרגיה השלישית (לעומת האלקטרונים היוצאים משאר האטומים הנתונים, הנמצאים ברמת האנרגיה השנייה). לכן כוחות המשיכה בין הגרעין לבין אלקטרון זה חלשים ביותר.

תת-סעיף iii

לאטום היסוד (Na) Z יש רדיוס אטומי הגדול ביותר, מפני שלאטום Na יש שלוש רמות אנרגיה מאוכלסות, בעוד שלשאר האטומים יש רק שתי רמות אנרגיה מאוכלסות.

סעיף ב

תת-סעיף i

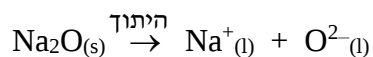
$(F_2O) X_2O$ - חומר מולקולרי

$(Na_2O) Z_2O$ - חומר יוני

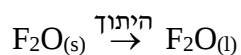
תת-סעיף ii

יש לבדוק מוליכות חשמלית בשני החומרים המותכים.

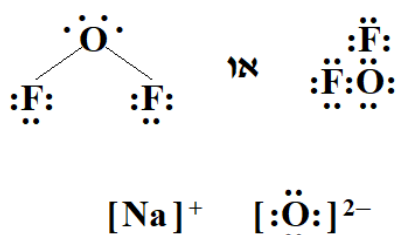
תחמוצת $Na_2O_{(l)}$ מוליכה זרם חשמלי, כי במצב נוזל יש בה יונים ניידים:



תחמוצת $F_2O_{(l)}$ אינה מוליכה זרם חשמלי, כי במצב נוזל אין בה יונים ניידים:

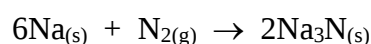


תת-סעיף iii



סעיף ג

תת-סעיף i



תת-סעיף ii

שניים מבין המאפיינים:

- התרכובת נמצאת במצב מוצק בתנאי החדר.
- התרכובת אינה מוליכה זרם חשמלי במצב מוצק.
- התרכובת מוליכה זרם חשמלי במצב נוזל.

תת-סעיף iii

שניים מבין המאפיינים:

- התרכובת מורכבת מיונים חיוביים Na^+ ויונים שליליים N^{3-} .

- בין יונים חיוביים Na^+ לבין יונים שליליים N^{3-} , שמקיפים אותו בשריג ולהפך, יש קשרים יוניים חזקים.
- היונים אינם ניידים.
- היונים נעים בתנועות בלבד.

תת-סעיף iv

סוג החלקיקים: התרכובת מורכבת מיונים חיוביים Na^+ ויונים שליליים N^{3-} .
 סוג הקשרים בין החלקיקים וסידור החלקיקים: היונים החיוביים והשליליים קרובים זה לזה ולא מסודרים. יש כוחות משיכה חשמליים בין יונים חיוביים לבין יונים שליליים.
 אופני תנועה של החלקיקים: היונים נעים בתנועות וסיבוב בעיקר.

שאלה 11

כימיה של מזון ואנרגייה

פתיח לשאלה

חמאה היא מוצר עתיר שומן המופק מחלב או משמנת בתהליך המכונה חיבוץ.

סעיף א'

השומן מספק 99.4% מן הערך הקלורי של חמאה.

הערך הקלורי של 100 גרם חמאה הוא 733 קילו-קלוריות.

נתון: הערך הקלורי של 1 גרם שומן הוא 9 קילו-קלוריות.

חשב כמה גרם שומן יש ב- 100 גרם חמאה. **פרט את חישוביך.**

התשובה

$$733 \text{ kcal} \times \frac{99.4}{100} = 728.6 \text{ kcal} \quad \text{כמות האנרגייה שהשומן מספק:}$$

$$\frac{728.6 \text{ kcal}}{9 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}}} = 80.96 \text{ gr} \quad \text{מסת השומן ב- 100 גרם חמאה:}$$

שאלות לדוגמה:

שאלה 1

תזונאי הספארי הכין חטיף מיוחד לפיל יוסי. הערך הקלורי של החטיף הוא 18,000 קילו-קלוריות.

השומנים תורמים 80% לערך הקלורי של החטיף, החלבונים - 16%, והפחמימות - 4%.

נתון: הערך הקלורי של 1 גרם שומן הוא 9 קילו-קלוריות, של 1 גרם חלבון הוא 4 קילו-קלוריות

ו- 1 גרם פחמימה הוא 4 קילו-קלוריות.

סעיף א'

חשב כמה גרם שומן יש בחטיף. **פרט את חישוביך.**

סעיף ב'

חשב את המסה של החטיף. **פרט את חישוביך.**

התשובה

סעיף א'

$$18,000 \text{ kcal} \times \frac{80}{100} = 14,400 \text{ kcal} \quad \text{כמות האנרגייה שמספק השומן שבחטיף:}$$

$$\frac{14,400 \text{ kcal}}{9 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}}} = 1,600 \text{ gr} \quad \text{המסה של השומנים בחטיף:}$$

סעיף ב'

כמות האנרגייה שמספקים החלבון והפחמימה שבחטיף :

$$18,000 \text{ kcal} - 14,400 \text{ kcal} = 3,600 \text{ kcal}$$

$$\frac{3,600 \text{ kcal}}{4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}}} = 900 \text{ gr} \quad \text{המסה של החלבון בחטיף :}$$

$$1,600 \text{ gr} + 900 \text{ gr} = 2,500 \text{ gr} \quad \text{המסה של החטיף :}$$

שאלה 2

100 גרם במבה מכילים 17.5 גרם חלבון.

החלבון תורם 17.1% לערך הקלורי של במבה.

נתון : הערך הקלורי של 1 גרם חלבון הוא 4 קילו-קלוריות.

חשב את הערך הקלורי של 100 גרם במבה. פרט את חישוביך.

התשובה

$$4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} \times 17.5 \text{ gr} = 70 \text{ kcal} \quad \text{כמות האנרגייה שהחלבון מספק :}$$

$$\frac{70 \text{ kcal} \times 100\%}{17.1\%} = 534.4 \text{ kcal} \quad \text{הערך הקלורי של 100 גרם במבה :}$$

שאלה 3

חברת "חלב בריא" התחילה לשווק יוגורט חדש. היוגורט מגיע בגביעים של 200 גרם.

הערך הקלורי של גביע היוגורט הוא 116 קילו-קלוריות.

כל גביע מכיל 21 גרם חלבון.

נתון : הערך הקלורי של 1 גרם חלבון הוא 4 קילו-קלוריות.

מה הוא האחוז שתורם החלבון לערך הקלורי של גביע היוגורט? פרט את חישוביך.

התשובה

$$4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} \times 21 \text{ gr} = 84 \text{ kcal} \quad \text{כמות האנרגייה שמספק החלבון הנמצא בגביע היוגורט :}$$

$$\frac{84 \text{ kcal} \times 100\%}{116\%} = 72.4\% \quad \text{האחוז שתורם החלבון לערך הקלורי של גביע היוגורט :}$$

פתיח לסעיפים ב'-ג'

מדענים מצאו שבחמאה יש למעלה מ- 200 סוגים של טריגליצרידים.

לפניך טבלה המציגה את חומצות השומן העיקריות המרכיבות טריגליצרידים בחמאה.

חומצת השומן	סמל	רישום מקוצר של חומצת השומן	אחוז
חומצה מיריסטית	M	C14:0	12%
חומצה פלמיטית	P	C16:0	26%
חומצה סטארית	S	C18:0	11%
חומצה אולאית	O	C18:1 ω 9, cis	28%

סעיף ב'

כאשר מוציאים חמאה מן המקרר, היא מתרככת בטמפרטורת החדר ואפשר למרוח אותה בקלות. לפניך רשימה של טריגליצרידים המצויים בחמאה:

MOO , SPS , SPM , MPO , SPP , POO

שלושה מן הטריגליצרידים שברשימה גורמים לחמאה להתרכך בטמפרטורת החדר. קבע מה הם שלושת הטריגליצרידים האלה. הסבר מדוע הם גורמים לרכיך החמאה.

התשובה

קביעה:

POO , MPO , MOO

הסבר:

- בטריגליצרידים אלה יש חומצה אולאית, שהיא חומצת שומן חד בלתי רוויה, שכל מולקולה שלה מכילה קשר כפול במבנה ציס.
- קשרים כפולים במבנה ציס יוצרים כיפוף במולקולות של הטריגליצרידים ומפריעים להתארגנות המולקולות באריזה צפופה.
- בין המולקולות נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס חלשות.
- כאשר מעבירים את החמאה לטמפרטורת החדר, אינטראקציות אלה נחלשות במידה רבה (או: האריזה נעשית פחות צפופה) ולכן החמאה מתרככת.

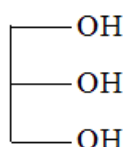
סעיף ג'

חומצה בוטירית, C4:0, היא מרכיב של אחוז קטן של טריגליצרידים בחמאה. כאשר החמאה מתקלקלת, בגלל הידרוליזה של טריגליצרידים אלה, נוצרת חומצה בוטירית המפיצה ריח לא נעים.

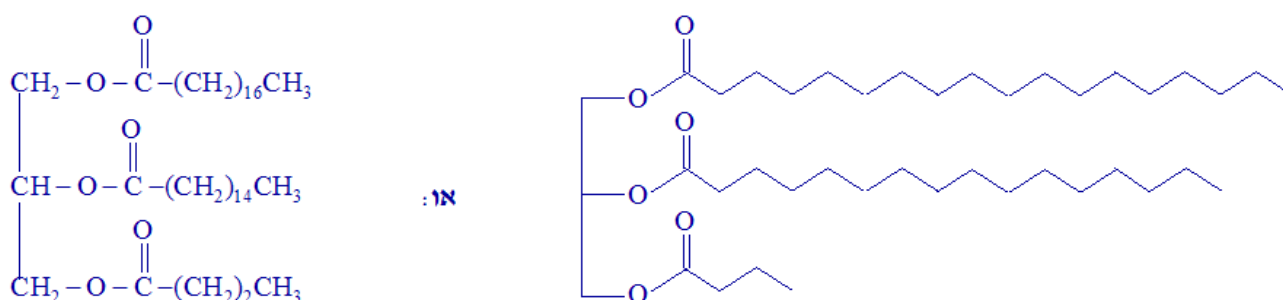
תת-סעיף i

הטריגליצריד SPB הוא אחד מן הטריגליצרידים המורכב בין השאר מחומצה בוטירית. האות B היא הסמל של חומצה בוטירית.

רשום ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של הטריגליצריד SPB. נתון הייצוג המקוצר לנוסחת המבנה של מולקולת גליצרול:



התשובה



תת-סעיף ii

האינטראקציות בין המולקולות של הטריגליצריד SPB חלשות מן האינטראקציות שבין המולקולות של הטריגליצריד SPP. ציין מהו הגורם לכך.

התשובה

(השוני בהרכב של שני הטריגליצרידים הוא בחומצת שומן אחת: חומצה בוטירית בטריגליצריד SPB לעומת חומצה פלמיטית בטריגליצריד SPP.)
המספר הכולל של אלקטרונים (או: ענן האלקטרונים) במולקולות של הטריגליצריד SPB קטן מהמספר הכולל של אלקטרונים (או: ענן האלקטרונים) במולקולות של הטריגליצריד SPP.

סעיף ד'

חומצות שומן, בצורה של טריגליצרידים, נאגרות בגוף בתאי שומן ומשמשות בין השאר מקור אנרגיה.

חומצות השומן שבתאים עוברות שרשרת של תהליכים שבהם נוצרים פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, ומים, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, בדומה לתגובת השרפה המלאה של תרכובות פחמן. תגובה (1) שלפניך היא תגובת השרפה המלאה של חומצה בוטירית.

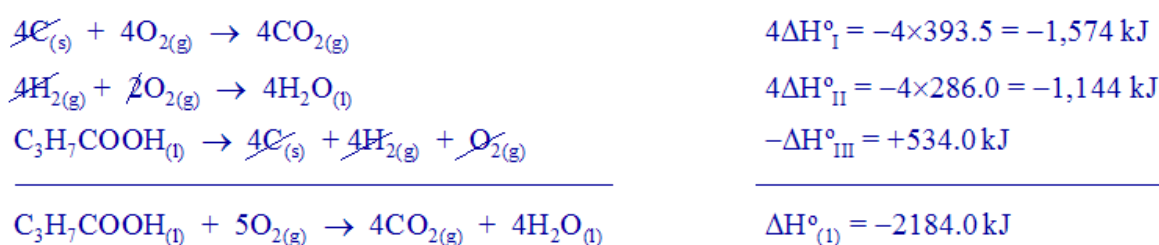


נתונות שלוש תגובות, III-I:



היעזר בנתונים אלה וחשב את הערך של $\Delta H^\circ_{(1)}$. פרט את חישוביך.

התשובה



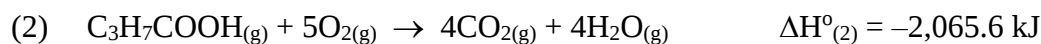
או :

$$\Delta H^\circ_{(1)} = 4\Delta H^\circ_{\text{I}} + 4\Delta H^\circ_{\text{II}} - \Delta H^\circ_{\text{III}}$$

$$\Delta H^\circ_{(1)} = 4 \times (-393.5 \text{ kJ}) + 4 \times (-286.0 \text{ kJ}) - (-534.0 \text{ kJ}) = -2184.0 \text{ kJ}$$

סעיף ה'

במעבדה ביצעו את תגובה (2) שלפניך.



בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנתלפיות קשר.

הקשר	O-H (במולקולות H ₂ O)	C=O (במולקולות CO ₂)
אנתלפיית הקשר ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)	463	803

חשב את כמות האנרגייה שיש להשקיע כדי לפרק את כל הקשרים הקוולנטיים במגיבים, בתגובה של 1 מול $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}_{(g)}$. פרט את חישוביך.

התשובה

X - כמות האנרגייה הדרושה לפירוק כל הקשרים הקוולנטיים במגיבים.

$$(\Delta H^\circ_{(2)} = X - (8\Delta H^\circ_{\text{C=O}} + 8\Delta H^\circ_{\text{O-H}}))$$

$$-2,065.6 = X - (8 \times 803 + 8 \times 463)$$

$$X = -2,065.6 + (8 \times 803 + 8 \times 463) = -2,065.6 + 6,424 + 3,704$$

$$X = +8,062.4 \text{ kJ}$$

שאלות נוספות לתרגול בנושאים: כימיה של מזון ואנרגייה

שאלה 1

נתון רישום מקוצר של שתי חומצות שומן: חומצה אולאית, C18:1 ω 9,cis וחומצה סטארית C18:0.

סעיף א

רשום נוסחה מולקולרית של כל אחת משתי חומצות השומן הנתונות.

סעיף ב

רשום ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של כל אחת משתי חומצות השומן הנתונות.

סעיף ג

קבע לאיזו משתי חומצות השומן הנתונות טמפרטורת ההיתוך גבוהה יותר. נמק.

התשובה

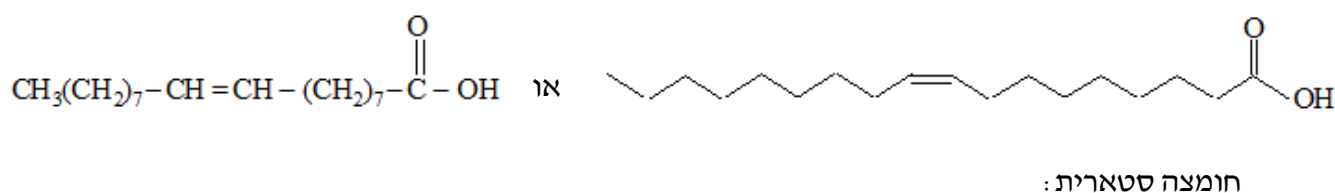
סעיף א

חומצה אולאית: $C_{18}H_{34}O_2$

חומצה סטארית: $C_{18}H_{36}O_2$

סעיף ב

חומצה אולאית:

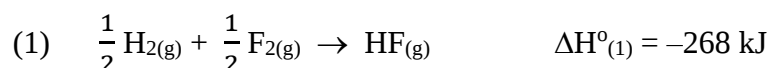


סעיף ג

טמפרטורת ההיתוך של חומצה סטארית גבוהה יותר.
(הגודל של ענני האלקטרונים במולקולות של שתי החומצות דומה.)
בין המולקולות של שתי החומצות יש אינטראקציות ון-דר-ולס ומעט קשרי מימן.
חומצה סטארית היא חומצה רוויה - במולקולות שלה אין קשרים כפולים.
חומצה אולאית היא חומצה חד בלתי רוויה - בכל מולקולה שלה יש קשר כפול אחד במבנה ציס אשר יוצר כיפוף במולקולה.
הכיפוף מפריע להתקרבות המולקולות שלא יכולות להסתדר באריזה צפופה, להבדיל ממולקולות של חומצה סטארית שהן ארוזות צפוף יותר. לכן בין המולקולות של חומצה סטארית יש אינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר מאשר בין המולקולות של חומצה אולאית.
נדרשת אנרגייה רבה יותר להחלשת הכוחות הבין מולקולריים בחומצה סטארית, ולכן טמפרטורת ההיתוך שלה גבוהה יותר.

שאלה 2

נתון ניסוח תגובה (1):



בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנטלפיות קשר.

הקשר	H-H	H-F
אנתלפיית הקשר ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)	436	565

סעיף א

חשב את אנתלפיית קשר F-F. פרט את חישוביך.

סעיף ב

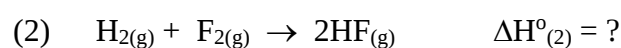
חשב את כמות האנרגייה שיש להשקיע כדי לפרק את כל הקשרים הקוולנטיים במגיבים. פרט את חישוביך.

סעיף ג

צייר את דיאגרמת האנרגייה עבור תגובה (1).

סעיף ד

נתון ניסוח תגובה (2):



קבע אם השינוי באנתלפיה התקנית, $\Delta H^\circ_{(2)}$, של תגובה (2) גדול מ- $\Delta H^\circ_{(1)}$, קטן ממנו או שווה לו. נמק ללא חישוב.

התשובה

סעיף א

$$\Delta H^\circ_{(1)} = \frac{1}{2} \Delta H^\circ_{\text{H-H}} + \frac{1}{2} \Delta H^\circ_{\text{F-F}} - \Delta H^\circ_{\text{H-F}}$$

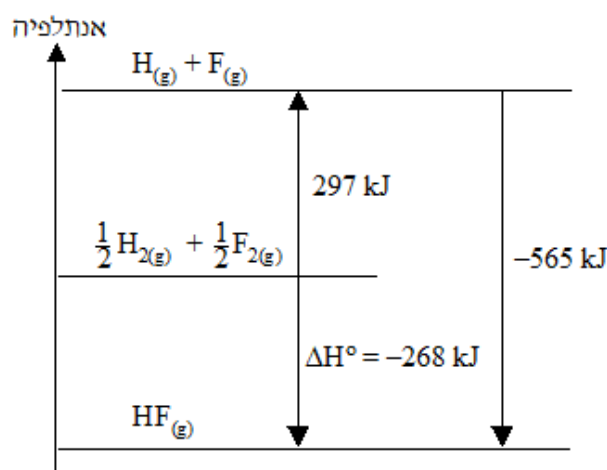
$$-268 = 0.5 \times 436 + 0.5 \times \Delta H^\circ_{\text{F-F}} - 565$$

$$\Delta H^\circ_{\text{F-F}} = 158 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

סעיף ב

$$\frac{1}{2} \Delta H^\circ_{\text{H-H}} + \frac{1}{2} \Delta H^\circ_{\text{F-F}} = 0.5 \times 436 + 0.5 \times 158 = 297 \text{ kJ}$$

סעיף ג



סעיף ד

$\Delta H^\circ_{(2)}$ של תגובה (2) גדול מ- $\Delta H^\circ_{(1)}$.

ערכו של ΔH° קשור לניסוח תגובה מאוזן. בתגובה (2) המקדמים בניסוח התגובה כפולים מאלה

שבתגובה (1). לכן ערכו של $\Delta H^\circ_{(2)}$ כפול מערכו של $\Delta H^\circ_{(1)}$.

שאלה 12

סטויכיומטריה

פתיח לשאלה

המתכת מגנזיום, $Mg_{(s)}$, משמשת בעיקר בתעשיית הרכב והתעופה. בדרך כלל משתמשים בסגסוגות של $Mg_{(s)}$ עם אלומיניום, $Al_{(s)}$, אך לפעמים מוסיפים לסגסוגת כמויות זעירות של מתכות אחרות, לדוגמה טיטניום, $Ti_{(s)}$ (המספר האטומי של טיטניום הוא 22).

סעיף א'

ב- 1 ק"ג של אחת מן הסגסוגות של מגנזיום יש 0.1 גרם של $Ti_{(s)}$.
חשב כמה אטומי Ti יש ב- 1 ק"ג של סגסוגת זו. **פרט את חישוביך.**
נתון: במול אחד של חלקיקים יש $6.02 \cdot 10^{23}$ חלקיקים.

התשובה

מספר המולים של $Ti_{(s)}$:

$$= 0.0021 \text{ mol} \frac{0.1 \text{ gr}}{48 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}$$

או:

$$\frac{0.1 \text{ gr}}{47.9 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.0021 \text{ mol}$$

מספר האטומים של $Ti_{(s)}$:

$$0.0021 \text{ mol} \times 6.02 \cdot 10^{23} \frac{\text{atoms}}{\text{mol}} = 1.2 \cdot 10^{21} \text{ atoms}$$

או: טבלה מסכמת לסעיף א'

גדלים	יחידות	$Ti_{(s)}$
מסה נתונה	gr	0.1
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	48
מספר מולים	mol	0.0021
מספר אבוגדרו	$\frac{\text{atoms}}{\text{mol}}$	6.02×10^{23}
מספר האטומים	atoms	1.2×10^{21}

פתיח לסעיפים ב'-ג'

בסוף המאה ה-20 הוקם בסדום מפעל להפקת המתכת $Mg_{(s)}$ כדי לנצל את הריכוז הגבוה של יוני מגנזיום, $Mg^{2+}_{(aq)}$, במי ים המלח.

סעיף ב'

ריכוז יוני $Mg^{2+}_{(aq)}$ במי ים המלח הוא 39.2 גרם לליטר.
חשב את הריכוז המולרי של יוני $Mg^{2+}_{(aq)}$ במי ים המלח. **פרט את חישוביך.**

התשובה

$$\frac{39.2 \text{ gr}}{24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 1.63 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } Mg^{2+}_{(aq)} \text{ ב-1 ליטר מי ים המלח:}$$

$$\frac{39.2 \text{ gr}}{24.3 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 1.61 \text{ mol} \quad \text{או:}$$

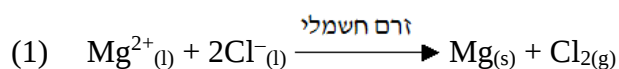
$$1.61 \text{ (M)} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \quad \text{או:} \quad 1.63 \text{ (M)} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \quad \text{הריכוז המולרי של יוני } Mg^{2+}_{(aq)}:$$

או: טבלה מסכמת לסעיף ב'

גדלים	יחידות	יוני $Mg^{2+}_{(aq)}$
מסה נתונה	gr	39.2
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	24
מספר מולים	mol	1.63
נפח התמיסה	liter	1
ריכוז מולרי	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)}$	1.63

סעיף ג'

ממי ים המלח מפיקים תערובת המכונה קרנליט, שאחד ממרכיביה הוא מגנזיום כלורי, $MgCl_{2(s)}$.
באחד השלבים להפקת $Mg_{(s)}$ מתיכים את הקרנליט בטמפרטורה של 700°C ומעבירים דרכו זרם חשמלי. בתנאים אלה מתרחשת תגובה (1).



תת-סעיף i

הסבר מדוע צריך להתיך את הקרנליט לפני שמעבירים דרכו זרם חשמלי.

התשובה

כדי להפיק $\text{Mg}_{(s)}$ ממגנזיום כלורי יש להעביר דרכו זרם חשמלי. מגנזיום כלורי הוא חומר הבנוי מיונים (יוני Mg^{2+} ויוני Cl^-). מגנזיום כלורי הוא מוצק בטמפרטורת החדר. במצב מוצק היונים אינם ניידים ולכן החומר אינו מוליך זרם חשמלי. כאשר מתיכים את המגנזיום הכלורי היונים נעשים ניידים ולכן אפשר להעביר דרכו זרם חשמלי.

תת-סעיף ii

חשב את הנפח של גז $\text{Cl}_{2(g)}$ שמתקבל בעת הפקת 1 טון $\text{Mg}_{(s)}$. **פרט את חישוביך.**
נתון: ב- 1 טון יש 1,000,000 גרם (1×10^6 גרם).
בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 80 ליטר.

התשובה

$$\frac{1,000,000 \text{ gr}}{24 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 41,667 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Mg}_{(s)} \text{ ב- 1 טון:}$$

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{Mg}_{(s)}$ ל- $\text{Cl}_{2(g)}$ הוא 1:1

$$41,667 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Cl}_{2(g)} \text{ שנוצר:}$$

$$41,667 \text{ mol} \times 80 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 3,333,360 \text{ liter} \quad \text{הנפח של } \text{Cl}_{2(g)} \text{ בתנאי התגובה:}$$

או: טבלה מסכמת לתת-סעיף ג' ii:

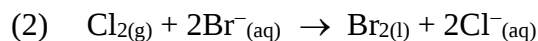
$\text{Mg}^{2+}_{(l)} + 2\text{Cl}^-_{(l)} \rightarrow \text{Mg}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$				יחידות	גדלים
1	2	1	1		יחס המולים בניסוח התגובה
		1,000,000		gr	מסה נתונה
		24		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
		41,667	41,667	mol	מספר מולים
			80	$\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$	נפח מולרי של גז
			3,333,360	liter	נפח הגז

סעיף ד'

חלק מן ה- $\text{Cl}_{2(g)}$ המופק במפעל המגנזיום משמש להפקת ברום, $\text{Br}_{2(l)}$.

מזרימים גז $\text{Cl}_{2(g)}$ לתמיסה המכילה יוני ברום, $\text{Br}^-_{(aq)}$.

מתרחשת תגובה (2).



הריכוז של יוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ בתמיסה המשמשת להפקת $\text{Br}_{2(l)}$ הוא 0.125 M.

חשב את נפח התמיסה הדרוש להפקת 1,000 מול $\text{Br}_{2(l)}$. **פרט את חישוביך.**

התשובה

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{Br}_{2(l)}$ ליוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ הוא 2:1.

מספר המולים של יוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ הדרושים לקבלת 1000 מול $\text{Br}_{2(l)}$:

$$2000 \text{ mol}$$

$$\frac{2000 \text{ mol}}{0.125 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}} = 16,000 \text{ liter}$$

נפח התמיסה הדרוש:

או: טבלה מסכמת לסעיף ד':

$\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{Br}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Br}_{2(l)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$				יחידות	גדלים
1	2	1	2		יחס המולים בניסוח התגובה
	2000 ← 1000			mol	מספר מולים
	0.125			$\frac{\text{mol}}{\text{liter}} (M)$	ריכוז התמיסה
	↓ 16,000			liter	נפח התמיסה

סעיף ה'

במעבדה ביצעו ניסוי להפקת ברום על פי תגובה (2).

הזרימו גז $\text{Cl}_{2(g)}$ ל- 100 מ"ל תמיסה המכילה יוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ בריכוז 0.5 M. החומרים הגיבו במלואם.

תת-סעיף i

חשב את המסה של $\text{Br}_{2(l)}$ שהתקבל. **פרט את חישוביך.**

התשובה

$$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.05 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{Br}^-_{(aq)} \text{ שהגיבו:}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ- 2 מול יוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ נוצר 1 מול $\text{Br}_{2(l)}$.

מספר המולים של $\text{Br}_{2(l)}$ שנוצרו : $\frac{0.05 \text{ mol}}{2} = 0.025 \text{ mol}$

המסה המולרית של $\text{Br}_{2(l)}$: $160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של $\text{Br}_{2(l)}$ שהתקבלה : $0.025 \text{ mol} \times 160 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 4.0 \text{ gr}$

תת-סעיף ii

חשב את הנפח של גז $\text{Cl}_{2(g)}$ שהגיב. פרט את חישוביך.

נתון : בתנאי הניסוי הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר.

התשובה

(מספר המולים של $\text{Br}_{2(l)}$ שנוצרו הוא 0.025 מול.)

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{Cl}_{2(g)}$ ל- $\text{Br}_{2(l)}$ הוא 1:1 .

מספר המולים של $\text{Cl}_{2(g)}$ שהגיבו : 0.025 mol

או :

על פי ניסוח התגובה, יחס המולים בין $\text{Cl}_{2(g)}$ ליוני $\text{Br}^-_{(aq)}$ הוא 2:1 .

מספר המולים של $\text{Cl}_{2(g)}$ שהגיבו : $\frac{0.05 \text{ mol}}{2} = 0.025 \text{ mol}$

נפח ה- $\text{Cl}_{2(g)}$ שהגיב : $0.025 \text{ mol} \times 25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 0.625 \text{ liter}$

או : טבלה מסכמת לסעיף ה' (i + ii) :

$\text{Cl}_{2(g)} + 2\text{Br}^-_{(aq)} \rightarrow \text{Br}_{2(l)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$				יחידות	גדלים
1	2	1	2		יחס המולים בניסוח התגובה
	0.5			$\frac{\text{mol}}{\text{liter}} (M)$	ריכוז התמיסה
	0.1			liter	נפח התמיסה
0.025	0.05	0.025		mol	מספר מולים
		160		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
		4.0		gr	מסה נתונה/צדדית
25				$\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$	נפח מולרי של גז
0.625				liter	נפח הגז

שאלות נוספות לתרגול בנושא סטויכיומטריה

שאלה 1

חשב את מספר אטומי פחמן הנמצאים ב- 20 גרם אתאן, $C_2H_6(g)$. פרט את חישוביך.

התשובה

המסה המולרית של אתאן : $30 \frac{gr}{mol}$

מספר המולים של אתאן ב- 20 גרם אתאן : $\frac{20 \frac{gr}{mol}}{30 \frac{gr}{mol}} = 0.67 \text{ mol}$

מספר אטומי פחמן, C, ב- 0.67 מול אתאן : $0.67 \times 2 \times 6.02 \cdot 10^{23} = 8 \cdot 10^{23} \text{ atoms}$

שאלה 2

במדגם של 30 גרם פלדה מסוג מסוים נמצאים $3.01 \cdot 10^{21}$ אטומי פחמן, C. חשב את אחוז הפחמן בסוג זה של פלדה. פרט את חישוביך.

התשובה

מספר המולים של אטומי פחמן ב- 30 גרם פלדה : $\frac{3.01 \cdot 10^{21}}{6.02 \cdot 10^{23}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol atoms}$

מסת הפחמן ב- 30 גרם של פלדה : $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 12 \frac{gr}{mol} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ gr}$

אחוז הפחמן בפלדה : $\frac{6 \cdot 10^{-2} \text{ gr}}{30 \text{ gr}} \times 100\% = 0.2\%$

שאלה 3

הכינו מדגם של מגנזיום, $Mg(s)$, שמסתו 4.131 גרם. המדגם מורכב מאטומים של שני איזוטופים : ^{24}Mg ו- ^{25}Mg . אחוז האיזוטופ ^{25}Mg במדגם הוא 29%. חשב את מספר האטומים של האיזוטופ ^{25}Mg במדגם. פרט את חישוביך.

התשובה

המסה של האיזוטופ ^{25}Mg במדגם : $4.131 \text{ gr} \times \frac{29}{100} = 1.198 \text{ gr}$

המסה המולרית של האיזוטופ ^{25}Mg : $25 \frac{gr}{mol}$

מספר המולים של אטומי האיזוטופ ^{25}Mg במדגם : $\frac{1.198 \text{ gr}}{25 \frac{gr}{mol}} = 0.048 \text{ mol}$

מספר האטומים של האיזוטופ ^{25}Mg במדגם : $0.048 \times 6.02 \cdot 10^{23} = 2.89 \cdot 10^{22} \text{ atoms}$

שאלה 4

סעיף א

לסידן הידרוקסידי, $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$, מסיסות נמוכה במים.

נסח את תהליך ההמסה של $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ במים.

סעיף ב

הריכוז של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה הרוויה של סידן הידרוקסידי הוא $1.9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

תת-סעיף i

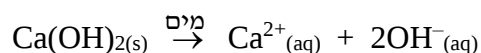
חשב את הריכוז של יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ בתמיסה הרוויה של סידן הידרוקסידי. פרט את חישוביך.

תת-סעיף ii

קבע מהי המסה של $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ שניתן להמיס במים כדי לקבל 1 ליטר של התמיסה הרוויה. פרט את חישוביך.

התשובה

סעיף א



סעיף ב

הריכוז של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה הרוויה של סידן הידרוקסידי הוא $1.9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$,

ז.א. מספר המולים של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בליטר תמיסה הוא $1.9 \cdot 10^{-3}$ מול.

יחס המולים של היוני $\text{OH}^{-}_{(aq)} : \text{Ca}^{2+}$ על פי ניסוח תהליך ההמסה הוא 1:2.

לכן מספר המולים של יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ בליטר תמיסה הוא: $1.9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 2 = 3.8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

ז.א. הריכוז של יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ בתמיסה: $3.8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

סעיף ג

המסה המולרית של $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$: $74 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

הריכוז של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה הרוויה של סידן הידרוקסידי הוא $1.9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$,

ז.א. מספר המולים של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בליטר תמיסה הוא $1.9 \cdot 10^{-3}$ מול.

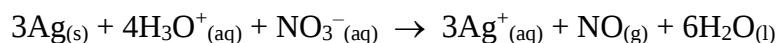
1 מול של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ מתקבל בהמסה של 1 מול $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.

המסה של $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ שניתן להמיס במים כדי לקבל 1 ליטר של התמיסה הרוויה:

$$74 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 1.9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0.14 \text{ gr}$$

שאלה 5

מתכת כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, מגיבה עם תמיסת חומצה חנקתית, $\text{HNO}_{3(aq)}$, על פי התגובה:



למיכל זכוכית הכניסו כלי הכסף שמסתו 10.8 גרם. לכלי כסף הוסיפו 80 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_{3(aq)}$.
התרחשה התגובה שבה הכסף הגיב במלואו.

סעיף א

חשב את מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ שהגיבו. פרט את חישוביך.

סעיף ב

התגובה התרחשה בתנאים שבהם נפח מולרי של גז הוא 33 ליטר.
חשב את נפח הגז שנפלט בתגובה. פרט את חישוביך.

סעיף ג

מהי המסה של יוני $\text{Ag}^+_{(aq)}$ שנמצאו בתמיסה בתום התגובה. נמק.

התשובה

סעיף א

המסה המולרית של כסף: $108 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של כסף שהגיב: $\frac{10.8 \text{ gr}}{108 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$

יחס המולים $\text{Ag}_{(s)} : \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ על פי ניסוח התגובה הוא 3:4.

לכן מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ שהגיבו: $\frac{0.1 \times 4}{3} = 0.133 \text{ mol}$

סעיף ב

יחס המולים $\text{Ag}_{(s)} : \text{NO}_{(g)}$ על פי ניסוח התגובה הוא 3:1.

לכן מספר המולים של $\text{NO}_{(g)}$ שנפלט בתגובה: $\frac{0.1 \times 1}{3} = 0.033 \text{ mol}$

נפח $\text{NO}_{(g)}$ שנפלט בתגובה: $33 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} \times 0.033 \text{ mol} = 1.1 \text{ liter}$

סעיף ג

המסה המולרית של יוני כסף שווה לזו של מתכת כסף.

מספר המולים של יוני כסף שווה לזה של מתכת כסף.

לכן המסה של יוני כסף בתמיסה שווה לזו של מתכת כסף שהיא 10.8 גרם.

שאלה 13

חמצון-חיזור

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בכושר היחסי של מתכות לחזור ובכושר היחסי של יונים ממוימים לחמצן. לפניך רשימה של יוני מתכת ממוימים:



סעיף א'

במעבדה ביצעו ניסוי בשני שלבים.

בשלב הראשון טבלו פס נחושת, $\text{Cu}_{(\text{s})}$, בכוס המכילה תמיסה חסרת צבע של כסף חנקתי, $\text{AgNO}_{3(\text{aq})}$. בתגובה שהתרחשה הגיבו כל יוני הכסף, $\text{Ag}^{+}_{(\text{aq})}$. צבע התמיסה השתנה לתכלת ובתחתית הכוס התקבל משקע אפור.

תת-סעיף i

רשום ניסוח נטו מאוזן לתגובה שהתרחשה בשלב הראשון של הניסוי.

התשובה



פתיח לתת-סעיפים ii ו- iii

בשלב השני, בתום התגובה שהתרחשה בשלב הראשון, הפרידו את המשקע האפור מן התמיסה. לאחר מכן טבלו פס אבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$, בתמיסה. התרחשה תגובה. התקבלו תמיסה חסרת צבע ומשקע בצבע חום-אדום.

תת-סעיף ii

רשום ניסוח נטו מאוזן לתגובה שהתרחשה בשלב השני של הניסוי.

התשובה



תת-סעיף iii

סדר את המתכות: נחושת, $\text{Cu}_{(\text{s})}$, כסף, $\text{Ag}_{(\text{s})}$, ואבץ, $\text{Zn}_{(\text{s})}$, על פי הכושר היחסי שלהן לחזור, מן הגבוה לנמוך. נמק את תשובתך על פי התוצאות של שני שלבי הניסוי.

התשובה

קביעה:

דירוג המתכות על פי הכושר היחסי שלהן לחזור: $Zn_{(s)} > Cu_{(s)} > Ag_{(s)}$

נימוק:

המתכת $Cu_{(s)}$ מחזרת את (או: מגיבה עם) יוני $Ag^+_{(aq)}$,

לכן $Cu_{(s)}$ הוא חומר מחזור טוב יותר מ- $Ag_{(s)}$.

המתכת $Zn_{(s)}$ מחזרת את (או: מגיבה עם) יוני $Cu^{2+}_{(aq)}$,

לכן $Zn_{(s)}$ הוא חומר מחזור טוב יותר מ- $Cu_{(s)}$ (וגם מ- $Ag_{(s)}$).

סעיף ב'

מתכות החשופות לסביבה עוברות לעיתים קורוזיה. כדי למנוע את הקורוזיה נוקטים באמצעי הגנה שונים.

תת-סעיף i

כדי למנוע קורוזיה, מצפים צינורות ברזל, $Fe_{(s)}$, הטמונים באדמה באבץ, $Zn_{(s)}$.

ציפוי צינורות ברזל בנחושת, $Cu_{(s)}$, אינו מונע קורוזיה של הברזל.

קבע איזו מתכת, $Cu_{(s)}$ או $Zn_{(s)}$, היא חומר מחזור טוב יותר מ- $Fe_{(s)}$. **נמק את קביעתך.**

התשובה

קביעה:

המתכת $Zn_{(s)}$ היא חומר מחזור טוב יותר מ- $Fe_{(s)}$.

נימוק:

ציפוי האבץ, $Zn_{(s)}$, מגן על צינורות הברזל, $Fe_{(s)}$, מפני קורוזיה (על ידי הגנה קתודית).

כלומר, האבץ, $Zn_{(s)}$, החשוף לתנאי הסביבה (אוויר, מים) עובר חמצון (או: מוותר על אלקטרונים)

במקום הברזל, $Fe_{(s)}$. (נוסף על כך נוצרת שכבת הגנה של אבץ פחמתי).

לפיכך $Zn_{(s)}$ הוא חומר מחזור טוב יותר מ- $Fe_{(s)}$.

תת-סעיף ii

פסל החירות בניו יורק בנוי מעמודי ברזל שאליהם מחברים לוחות נחושת.

בנקודות המגע שבין עמודי הברזל ובין לוחות הנחושת נוצרה קורוזיה.

הסבר מדוע נוצרה קורוזיה בנקודות המגע האלה.

התשובה

— על פי המידע שבתת-סעיף ב' i, הנחושת, $Cu_{(s)}$, אינה מגינה על צינורות הברזל, $Fe_{(s)}$, מפני

קורוזיה. לפיכך אפשר לקבוע ש- $Cu_{(s)}$ הוא חומר מחזור פחות טוב (או: חלש יותר) מ- $Fe_{(s)}$

(או: $Fe_{(s)}$ הוא מחזור טוב יותר מ- $Cu_{(s)}$).

– הנטייה של $\text{Fe}_{(s)}$ לוותר על אלקטרונים גדולה מזו של $\text{Cu}_{(s)}$.
 לכן בפסל החירות, בנקודות המגע של עמודי הברזל עם לוחות הנחושת, הברזל עבר חמצון
 ולא הנחושת. האלקטרונים של הברזל, $\text{Fe}_{(s)}$, נמסרים בקלות דרך הנחושת, $\text{Cu}_{(s)}$.

סעיף ג'

סדר את היונים $\text{Zn}^{2+}_{(aq)}$, $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ ו- $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ על פי הכושר היחסי שלהם לחמצן, מן
 הגבוה לנמוך. התבסס על המידע שבסעיפים א' ו- ב'.

התשובה

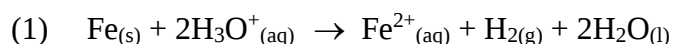
דירוג היונים הממוימים של המתכות על פי הכושר היחסי שלהם לחמצן :



סעיף ד'

יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$, יכולים להגיב כמחמצן.

כאשר טובלים פס $\text{Fe}_{(s)}$ בתמיסה של חומצת מימן כלורי, $\text{HCl}_{(aq)}$, מתרחשת תגובה (1) :



קבע איזה מן היונים, $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$ או $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$, הוא מחמצן טוב יותר. **נמק.**

התשובה

קביעה :

יוני $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$ הם מחמצן טוב יותר (**או** : חזק יותר) מיוני $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$.

נימוק :

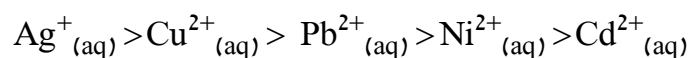
בתגובה (1) יוני $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$ מושכים אלקטרונים מאטומי $\text{Fe}_{(s)}$.

או : פועלים כמחמצן **או** : מגיבים עם $\text{Fe}_{(s)}$.

שאלות נוספות לתרגול בנושא חמצון-חיזור

שאלה 1

נתונים יונים ממוימים של חמש מתכות, המדורגים על פי הכושר היחסי שלהם לחמצן:



א. דרג את המתכות על פי הכושר היחסי שלהן לחזור: $\text{Pb}_{(\text{s})}$, $\text{Cd}_{(\text{s})}$, $\text{Cu}_{(\text{s})}$, $\text{Ni}_{(\text{s})}$, $\text{Ag}_{(\text{s})}$.

ב. ביצעו ניסוי: טבלו פס מתכת בתמיסת יונים ממוימים של מתכת אחרת:

מתכת יוני מתכת	מתכת	$\text{Ag}_{(\text{s})}$	$\text{Cu}_{(\text{s})}$	$\text{Pb}_{(\text{s})}$	$\text{Ni}_{(\text{s})}$	$\text{Cd}_{(\text{s})}$
$\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$						
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$						
$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$						
$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$						
$\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})}$						

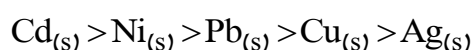
ג. בכל מקרה שבו מתרחשת תגובה, סמן זאת בטבלה על ידי סימן + ונסח את התגובה.

ד. קבע אם אפשר לשמור תמיסת יוני $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי $\text{Cu}_{(\text{s})}$. נמק.

ה. קבע אם אפשר לשמור תמיסת יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ בכלי עשוי $\text{Cu}_{(\text{s})}$. נמק.

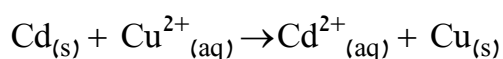
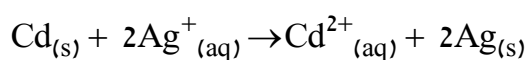
התשובה:

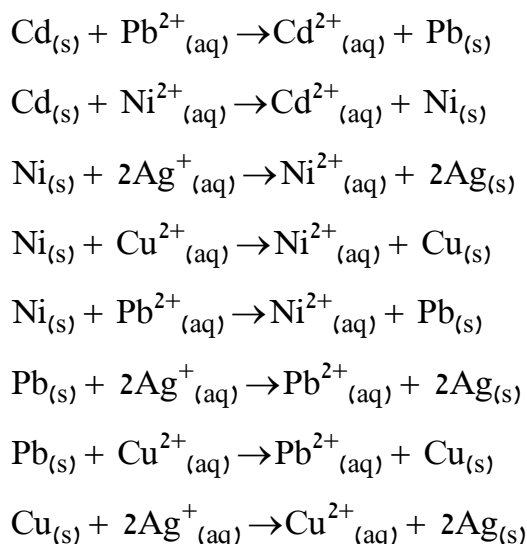
סעיף א



סעיף ב

מתכת יוני מתכת	מתכת	$\text{Ag}_{(\text{s})}$	$\text{Cu}_{(\text{s})}$	$\text{Pb}_{(\text{s})}$	$\text{Ni}_{(\text{s})}$	$\text{Cd}_{(\text{s})}$
$\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$			+	+	+	+
$\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$		–		+	+	+
$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$		–	–		+	+
$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$		–	–	–		+
$\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})}$		–	–	–	–	





סעיף ג

אפשר לשמור תמיסת יוני $\text{Ni}^{2+}_{(aq)}$ בכלי עשוי $\text{Cu}_{(s)}$, כי יוני $\text{Ni}^{2+}_{(aq)}$ הם מחמצן חלש יותר מיוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ (או: כי $\text{Ni}_{(s)}$ הוא מחזור חזק יותר מ- $\text{Cu}_{(s)}$). לכן לא תתרחש תגובה בין יוני $\text{Ni}^{2+}_{(aq)}$ לכלי עשוי $\text{Cu}_{(s)}$.

סעיף ד

אי-אפשר לשמור תמיסת יוני $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$ בכלי עשוי $\text{Cu}_{(s)}$, כי יוני $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$ הם מחמצן חזק יותר מיוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ (או: כי $\text{Ag}_{(s)}$ הוא מחזור חלש יותר מ- $\text{Cu}_{(s)}$). לכן תתרחש תגובה בין יוני $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$ לכלי עשוי $\text{Cu}_{(s)}$.

שאלה 2

במעבדה ביצעו ארבעה ניסויים:

- I. הכניסו פיסת מתכת כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, לתמיסת כסף חנקתי, $\text{AgNO}_{3(aq)}$. התקבל משקע אפור.
- II. הכניסו פיסת מתכת כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, לתמיסת זהב חנקתי, $\text{Au}(\text{NO}_3)_3(aq)$. התקבל משקע צהוב.
- III. הכניסו פיסת מתכת כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, לתמיסת נחושת כלורית, $\text{CuCl}_{2(aq)}$. לא נצפו שינויים.
- IV. הכניסו פיסת מתכת כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, לתמיסת נחושת כלורית, $\text{CuCl}_{2(aq)}$. התקבל משקע חום-אדום.

סעיף א

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובות שהתרחשו בניסויים I, II ו-IV.

תת-סעיף ii

הסבר מדוע לא נצפו שינויים בניסוי III.

סעיף ב

תת-סעיף i

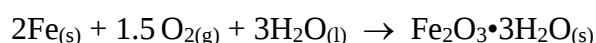
סדר את המתכות: כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, זהב, $\text{Au}_{(s)}$, ונחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, על פי הכושר שלהן לחזור. נמק.

תת-סעיף ii

סדר את יוני המתכות: יוני כרום, $\text{Cr}^{3+}_{(aq)}$, יוני זהב, $\text{Au}^{3+}_{(aq)}$, יוני נחושת, $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$, ויוני כסף, $\text{Ag}^{+}_{(aq)}$, על פי הכושר שלהם למחמצן.

סעיף ג

מתכות וסגסוגות רבות עלולות לעבור קורוזיה. קורוזיה היא תגובה בין מתכת והחומרים בסביבה. במהלך הקורוזיה תכונות המתכות משתנות. במהלך הקורוזיה של ברזל, $\text{Fe}_{(s)}$, מתרחשת התגובה:

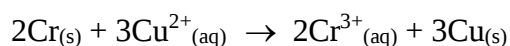
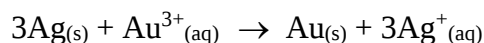
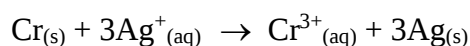


בתקופה קדומה יצרו מטבעות מסגסוגת זהב, $\text{Au}_{(s)}$, וכסף, $\text{Ag}_{(s)}$, שלא עברו קורוזיה ונשמרו עד היום. לעומת זאת מטבעות העשויות מברזל, $\text{Fe}_{(s)}$, נפגעו מאוד מקורוזיה. הסבר עובדה זו.

התשובה

סעיף א

תת-סעיף i

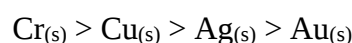


תת-סעיף ii

כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, הוא מחזור חלש מנחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, לכן לא התרחשה תגובה בין כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, לתמיסת נחושת כלורית, $\text{CuCl}_{2(aq)}$.

סעיף ב

תת-סעיף i



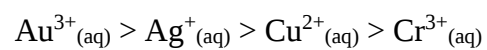
בניסוי I התרחשה התגובה. המסקנה: כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, הוא מחזור חזק מכסף, $\text{Ag}_{(s)}$.

בניסוי II התרחשה התגובה. המסקנה: כסף, $\text{Ag}_{(s)}$, הוא מחזור חזק מזהב, $\text{Au}_{(s)}$.

בניסוי III לא התרחשה התגובה. המסקנה: נחושת, $\text{Cu}_{(s)}$, היא מחזור חזק מכסף, $\text{Ag}_{(s)}$.

בניסוי IV התרחשה התגובה. המסקנה: כרום, $\text{Cr}_{(s)}$, הוא מחזור חזק מנחושת, $\text{Cu}_{(s)}$.

תת-סעיף ii



סעיף ג

הכושר לחזור של כסף, $\text{Ag}_{(\text{s})}$, וזהב, $\text{Au}_{(\text{s})}$, נמוך באופן משמעותי מהכושר לחזור של ברזל, $\text{Fe}_{(\text{s})}$. לכן כסף, $\text{Ag}_{(\text{s})}$, וזהב, $\text{Au}_{(\text{s})}$, לא מגיבים עם חמצן בסביבה מימית, ז.א. לא עוברים קורוזיה.

שאלה 14

חומצות ובסיסים וסטויכיומטריה

פתיח לשאלה

בכל אחד משני כלים A ו-B יש 500 מ"ל מים, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

לכלי A הזרימו 100 מ"ל גז מימן ברומי, $\text{HBr}(\text{g})$.

לכלי B הזרימו 100 מ"ל גז אמוניה, $\text{NH}_3(\text{g})$.

סעיף א'

תת-סעיף i

נסח את התגובה שהתרחשה בכלי A ואת התגובה שהתרחשה בכלי B.

התשובה



בכלי A:

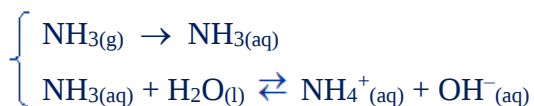


בכלי B:



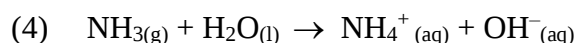
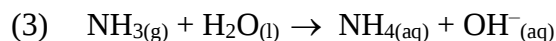
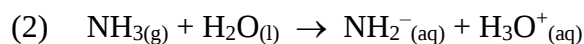
או:

לקבל גם:



שאלה לתרגול:

לפניך ארבעה ניסוחים (1)-(4):



סעיף א

קבע איזה מן הניסוחים (1)-(4) הוא הניסוח הנכון של התגובה המתרחשת כשמזרימים גז אמוניה למים.

סעיף ב

הסבר מדוע פסלת כל אחד משלושת הניסוחים האחרים.

התשובה

סעיף א

ניסוח (4) הוא הניסוח הנכון.

סעיף ב

ניסוח (1) אינו נכון, מכיוון שחסרים בו מים במגיבים. כמו כן מופיעים יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתוצרים כשאינן אטומי חמצן במגיבים. הניסוח גם אינו מאוזן.

ניסוח (2) אינו נכון, מכיוון שהוא מבוסס על זיהוי שגוי של אמוניה כחומצה.

ניסוח (3) אינו נכון, מכיוון שחסר מטען ביון $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$.

תת-סעיף ii

קבע אם ה- pH של התמיסה בכל אחד מן הכלים A ו- B בתום התגובה היה גדול מ- 7, קטן מ- 7 או שווה ל- 7. נמק.

התשובה

קביעה:

ה- pH של התמיסה בכלי A קטן מ- 7.

ה- pH של התמיסה בכלי B גדול מ- 7.

נימוק:

התמיסה שבכלי A היא חומצית, כיוון שבתגובה שהתרחשה בכלי נוצרו יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (או: כי בתום התגובה יש בתמיסה יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$).

התמיסה שבכלי B היא בסיסית, כיוון שבתגובה שהתרחשה בכלי נוצרו יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (או: כי בתום התגובה התמיסה מכילה יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$).

שאלה לתרגול

השלם את הטבלה שלפניך:

תמיסה חומצית או בסיסית	$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] < [\text{OH}^-_{(\text{aq})}]$ או $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] > [\text{OH}^-_{(\text{aq})}]$	$\text{pH} > 7$ או $\text{pH} < 7$	התמיסה המימית
			$\text{HCl}_{(\text{aq})}$
			$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$
			$\text{CH}_3\text{NH}_{2(\text{aq})}$
			$\text{NaHSO}_{4(\text{aq})}$
			$\text{NaOH}_{(\text{aq})}$
			$\text{NaHCO}_{3(\text{aq})}$

התשובה

תמיסה חומצית או בסיסית	$[H_3O^+_{(aq)}] < [OH^-_{(aq)}]$ או $[H_3O^+_{(aq)}] > [OH^-_{(aq)}]$	$pH > 7$ או $pH < 7$	התמיסה המימית
חומצית	$[H_3O^+_{(aq)}] > [OH^-_{(aq)}]$	$pH < 7$	$HCl_{(aq)}$
חומצית	$[H_3O^+_{(aq)}] > [OH^-_{(aq)}]$	$pH < 7$	$H_2SO_{4(aq)}$
בסיסית	$[H_3O^+_{(aq)}] < [OH^-_{(aq)}]$	$pH > 7$	$CH_3NH_{2(aq)}$
חומצית	$[H_3O^+_{(aq)}] > [OH^-_{(aq)}]$	$pH < 7$	$NaHSO_{4(aq)}$
בסיסית	$[H_3O^+_{(aq)}] < [OH^-_{(aq)}]$	$pH > 7$	$NaOH_{(aq)}$
בסיסית	$[H_3O^+_{(aq)}] < [OH^-_{(aq)}]$	$pH > 7$	$NaHCO_{3(aq)}$

תת-סעיף iii

חשב את הריכוז המולרי של התמיסה שהתקבלה בכלי A. פרט את חישוביך.

נתון: בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר.

התשובה

$$\frac{0.1 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.004 \text{ mol}$$

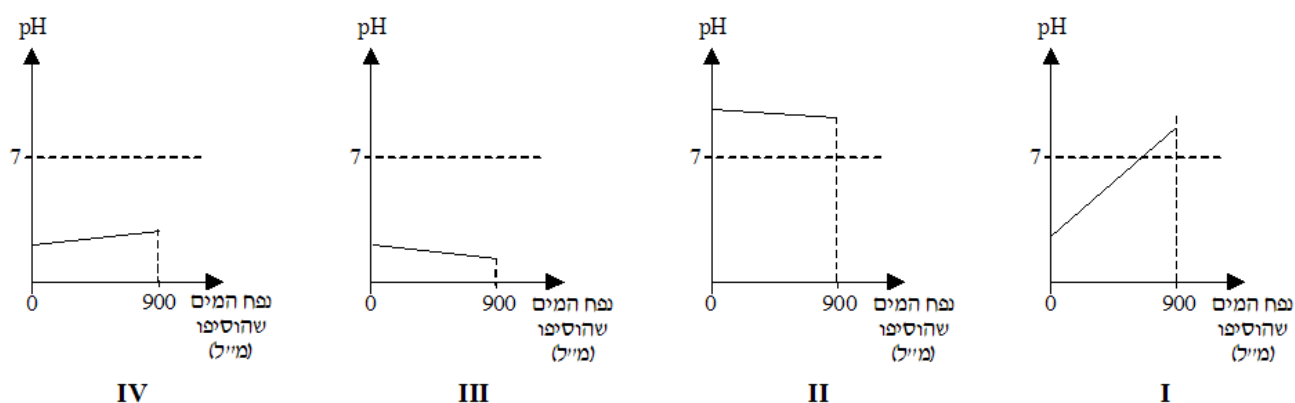
מספר המולים של $HBr_{(g)}$ שהגיבו:

$$\frac{0.004 \text{ mol}}{0.5 \text{ liter}} = 0.008 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)}$$

ריכוז התמיסה בכלי A:

סעיף ב'

ל- 100 מ"ל מן התמיסה שבכלי A הוסיפו בהדרגה 900 מ"ל מים ומדדו את ה- pH של התמיסה. קבע איזה מן הגרפים IV-I שלפניך מתאר נכון את השינוי ב- pH של התמיסה במהלך הוספת מים. נמק.



התשובה

קביעה :

גרף IV

נימוק :

- ה- pH בכלי A קטן מ- 7 (ולכן גרף II אינו מתאים).
- הוספת המים גורמת לירידה בריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (או : למיהול התמיסה).
- ככל שריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ נמוך יותר, ה- pH של התמיסה גבוה יותר (ולכן גרף III אינו מתאים).
- אחרי הוספת המים התמיסה עדיין חומצית (ולכן גרף I אינו מתאים).
- (לכן גרף IV מתאר נכון את השתנות ה- pH של התמיסה במהלך הוספת המים).

סעיף ג'

ערבבו 100 מ"ל תמיסה שבכלי A עם 20 מ"ל תמיסת אשלגן הידרוקסיד, $\text{KOH}_{(\text{aq})}$.
התרחשה תגובה. ה- pH של התמיסה בתום התגובה היה שווה ל- 7.

תת-סעיף i

רשום ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה.

התשובה



תת-סעיף ii

חשב את הריכוז המולרי של תמיסת $\text{KOH}_{(\text{aq})}$. פרט את חישוביך ונמק.

התשובה

חישוב :

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ שהגיבו : $0.008 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.0008 \text{ mol}$

מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ שהגיבו : 0.0008 mol
נימוק :

התרחשה סתירה מלאה, כי נתון שבתום התגובה ה- pH של התמיסה היה pH = 7.

על פי ניסוח התגובה יחס המולים בין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ליוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הוא 1:1.

ולכן מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ בתמיסת $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ שהגיבה שווה למספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ שהגיבו.

הריכוז המולרי של התמיסה המקורית של $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ הוא : $\frac{0.0008 \text{ mol}}{0.02 \text{ liter}} = 0.04 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)}$

או:

גדלים			יחידות	
$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$				
1	1	2	-	יחס המולים בניסוח התגובה
0.0008	0.0008		mol	מספר המולים
0.008	0.04		$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$	ריכוז היונים בתמיסה
0.1	0.02		liter	נפח התמיסה

שאלות לדוגמה:

שאלה 1

נתון היגד: הריכוז המולרי של החומר המומס בתמיסה מימית שווה לריכוז המולרי של כל אחד מסוגי היונים של המומס באותה תמיסה.

תן שתי דוגמאות לחומרים שעבורם ההיגד הנתון הוא נכון ושתי דוגמאות לחומרים שעבורם ההיגד הנתון אינו נכון.

התשובה

דוגמאות לחומרים שעבורם ההיגד הנתון הוא נכון:

- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$ שווה לריכוזים המולריים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$.
- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{NaBr}_{(\text{aq})}$ שווה לריכוזים המולריים של יוני $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{Br}^-_{(\text{aq})}$.
- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{KOH}_{(\text{aq})}$ שווה לריכוזים המולריים של יוני $\text{K}^+_{(\text{aq})}$ ויוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.

דוגמאות לחומרים שעבורם ההיגד הנתון אינו נכון:

- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ שונה מהריכוז המולרי של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ושווה לזה של יוני $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$.
- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{CaCl}_{2(\text{aq})}$ שווה לריכוז המולרי של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})}$ ושונה מזה של יוני $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$.
- הריכוז המולרי של תמיסת $\text{Ba}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$ שווה לריכוז המולרי של יוני $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}$ ושונה מזה של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$.

שאלה 2

נתון היגד: אם הריכוז המולרי של החומר המומס שווה בשתי התמיסות, אז גם מספר המולים של החומר המומס שווה בשתי התמיסות.

תן דוגמה אחת שעבורה ההיגד הנתון הוא נכון ודוגמה אחת שעבורה ההיגד הנתון אינו נכון.

התשובה

דוגמה שעבורה ההיגד הנתון הוא נכון :

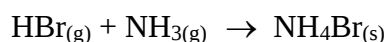
אם כל אחד משני הכלים A ו-B מכיל 100 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 0.2 M , אז גם מספר המולים של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בשני הכלים שווה (0.02 mol).

דוגמה אחת שעבורה ההיגד הנתון אינו נכון :

אם כלי A מכיל 100 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 0.2 M וכלי B מכיל 200 מ"ל תמיסת $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בריכוז 0.2 M , אז מספר המולים של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בשני הכלים שונה : מספר המולים של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בכלי B (0.04 mol) גדול ממספר המולים של $\text{HNO}_3(\text{aq})$ בכלי A (0.02 mol).

סעיף ד'

כאשר הגז $\text{HBr}(\text{g})$ בא במגע עם הגז $\text{NH}_3(\text{g})$, מתרחשת התגובה :



המוצק אמוניום ברומי, $\text{NH}_4\text{Br}(\text{s})$, שנוצר בתגובה זו מתמוסס היטב במים.

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i ו-ii שלפניך, אם הוא נכון או לא נכון. **נמק כל קביעה.**

תת-סעיף i

התגובה בין $\text{HBr}(\text{g})$ ובין $\text{NH}_3(\text{g})$ היא תגובת חומצה-בסיס.

התשובה

קביעה :

ההיגד נכון.

נימוק :

בתגובה הנתונה יש מעבר פרוטונים (**אז** : יוני H^+) ממולקולות $\text{HBr}(\text{g})$ למולקולות $\text{NH}_3(\text{g})$.

אז : מולקולות $\text{NH}_3(\text{g})$ מגיבות כבסיס וקושרות פרוטונים (**אז** : יוני H^+) (שמקורם במולקולות $\text{HBr}(\text{g})$).

תת-סעיף ii

התמיסה המימית של $\text{NH}_4\text{Br}(\text{s})$ מוליכה זרם חשמלי.

התשובה

קביעה :

ההיגד נכון.

נימוק :

המוצק שנוצר בתגובה זו הוא מוצק יוני שמורכב מיוני $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ ומיוני $\text{Br}^-(\text{aq})$.

כאשר המוצק מתמוסס במים מתקבלים יונים ממוימים שהם ניידים.

או :



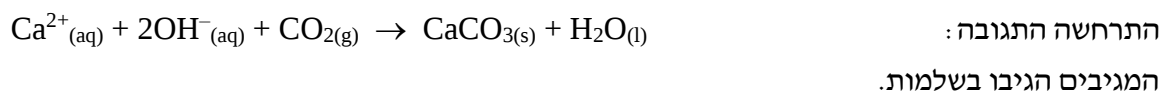
היונים הממוימים הם יונים ניידים.

לכן התמיסה המימית של $\text{NH}_4\text{Br}_{(aq)}$ מוליכה זרם חשמלי.

שאלות לתרגול בנושאים: חומצות ובסיסים וסטויכיומטריה

שאלה 1

ל- 100 מ"ל תמיסת סידן הידרוקסיד, $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$, הזרימו 2.5 ליטר גז פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_{2(g)}$.
בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר.



סעיף א

חשב את מספר המולים של כל אחד מן היונים בתמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ לפני התגובה.
פרט את חישוביך.

סעיף ב

חשב את הריכוז של כל אחד מן היונים בתמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$ לפני התגובה. פרט את חישוביך.

סעיף ג

חשב את המסה של סידן פחמתי, $\text{CaCO}_{3(s)}$, שהתקבל בתגובה. פרט את חישוביך.

התשובה

לפני ביצוע החישובים נרכז בנפרד את הנתונים על כל אחד מן המגיבים - תמיסה וגז.

תמיסת $\text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$:

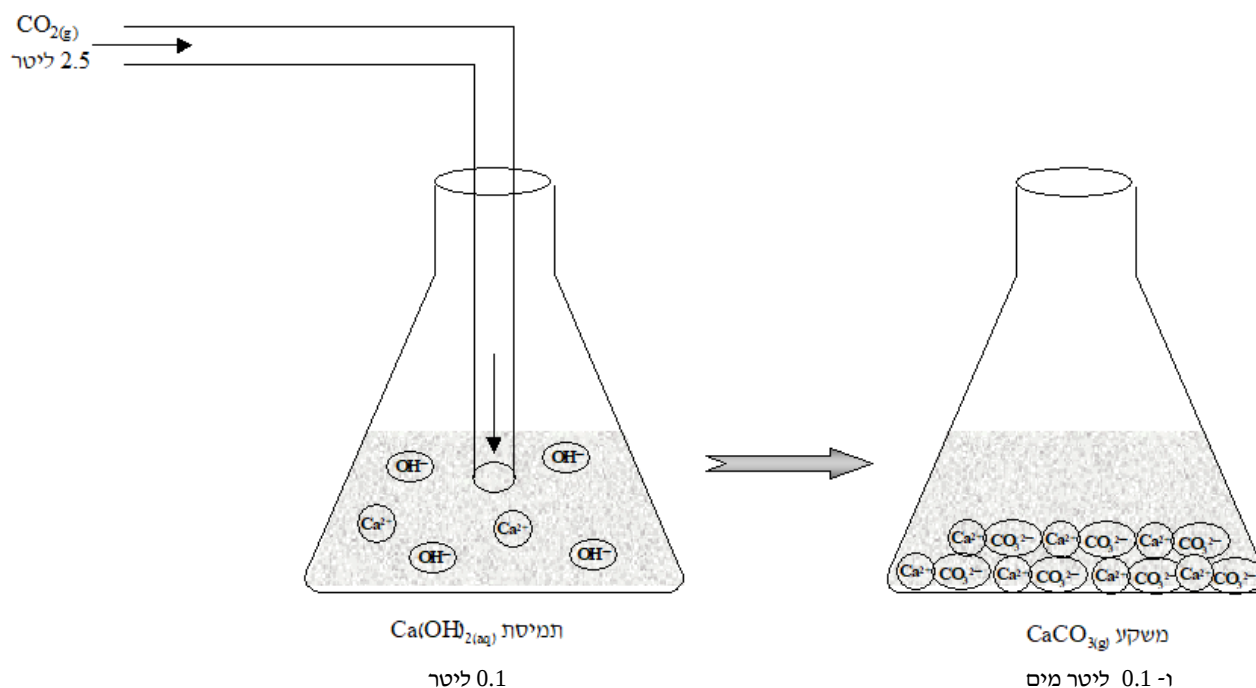
היונים בתמיסה : $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ ו- $\text{OH}^-_{(aq)}$

נפח התמיסה : 0.1 liter

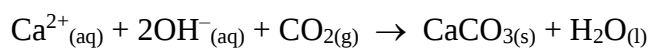
הגז $\text{CO}_{2(g)}$:

נפח הגז : 2.5 liter

הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר



לאחר הזרמת הגז $\text{CO}_2(g)$ לתמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$ נפח התמיסה לא השתנה, כי מולקולות $\text{CO}_2(g)$ השתלבו בתמיסה הנתונה - כל החלקיקים נמצאים באותו נפח.

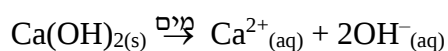


סעיף א

$$\frac{2.5 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$$

מספר המולים של הגז $\text{CO}_2(g)$:

הכנה של תמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$:



יחס המולים בניסוח התגובה בין יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$, יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ וגז $\text{CO}_2(g)$ הוא 1:1:2.

לכן מספר המולים של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה 0.01 מול ושל יוני $\text{OH}^{-}_{(aq)}$ הוא 0.02 מול.

סעיף ב

הריכוז של כל אחד מן היונים בתמיסת $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$ לפני התגובה :

$$\frac{0.01 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter}} = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} (\text{M})$$

הריכוז של יוני $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה :

$$\frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter}} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} (\text{M})$$

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

סעיף ג

0.1 mol מספר המולים של הגז $\text{CO}_2(\text{g})$:

יחס המולים בניסוח התגובה בין $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ל- $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא 1:1 .

0.1 mol לכן מספר המולים של $\text{CaCO}_3(\text{s})$ שהתקבל :

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

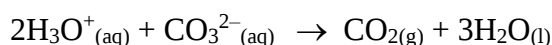
$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.1 \text{ mol} = 10 \text{ gr}$ המסה של $\text{CaCO}_3(\text{s})$:

או:

$\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{OH}^{-}_{(\text{aq})} + \text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$					יחידות	גדלים
1	2	1	1	1		יחסי המולים בניסוח התגובה
0.1					M	ריכוז התמיסה
0.1					liter	נפח התמיסה
0.01	0.02	0.1	0.1		mol	מספר מולים
			100		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
			10		gr	מסה נתונה/עדרשת
		25			$\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$	נפח מולרי של גז
		2.5			liter	נפח הגז

שאלה 2

לכלי המכיל 100 מ"ל תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בריכוז 0.2 M הוסיפו 50 מ"ל תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$.
התרחשה התגובה:



בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 30 ליטר.

סעיף א

חשב את הריכוז המולרי של תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ שהוכנסה לכלי. פרט את חישוביך.

סעיף ב

חשב את הנפח של הגז $\text{CO}_{2(\text{g})}$ שהתקבל בתגובה. פרט את חישוביך.

התשובה

לפני ביצוע החישובים נרכז בנפרד את הנתונים על כל אחד מן המגיבים ועל הגז בתוצרים - תמיסות וגז.

תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ (במגיבים):

היונים בתמיסה: $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ו- $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$

נפח התמיסה: 0.1 liter

ריכוז התמיסה: 0.2 M

תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ (במגיבים):

היונים בתמיסה: $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ ו- $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$

נפח התמיסה: 0.05 liter

הגז $\text{CO}_{2(\text{g})}$ (בתוצרים):

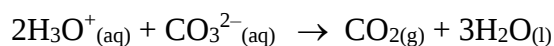
הנפח של 1 מול גז הוא 30 ליטר

סעיף א

$$0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 0.1 \text{ liter} = 0.02 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$:

התגובה שהתרחשה בכלי:



יחס המולים בניסוח התגובה בין יוני $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ לבין יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ הוא 2:1.

$$\frac{0.02 \text{ mol} \times 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0.01 \text{ mol}$$

מספר המולים של יוני $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ שהגיבו:

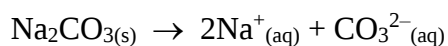
0.01 מול יוני $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ נמצאים ב- 0.05 ליטר תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$.

הריכוז המולרי של יוני $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ בתמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ שהוכנסה לכלי:

$$\frac{0.01 \text{ mol}}{0.05 \text{ liter}} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} (\text{M})$$

הכנה של תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$:

מים



יחס המולים בין $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$, יוני $\text{Na}^+_{(aq)}$ ו- $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)}$ בניסוח התגובה הוא 1:2:1 .

לכן הריכוז המולרי של תמיסת $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)}$ שהוכנסה לכלי : 0.2 M

סעיף ב

יחס המולים בניסוח התגובה בין יוני $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$ לבין הגז $\text{CO}_{2(g)}$ הוא 1:1 .

לכן מספר המולים של הגז $\text{CO}_{2(g)}$ שהתקבל : 0.01 מול

$$30 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} \times 0.01 \text{ mol} = 0.3 \text{ liter}$$

הנפח של הגז $\text{CO}_{2(g)}$ שהתקבל :

שאלה 3

לכלי המכיל 200 מ"ל מים הזרימו תערובת של שני גזים, שמכילה 0.5 ליטר מימן כלורי, $\text{HCl}_{(g)}$

ו- 0.5 ליטר מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$. התקבלה תמיסה מימית.

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר .

סעיף א

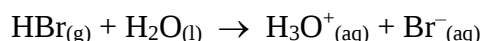
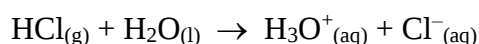
נסח את שתי התגובות שהתרחשו בניסוי.

סעיף ב

חשב את הריכוז המולרי של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה. פרט את חישוביך.

התשובה

סעיף א



סעיף ב

$$\frac{0.5 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.02 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{HCl}_{(g)}$ שהגיב :

$$\frac{0.5 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.02 \text{ mol}$$

מספר המולים של $\text{HBr}_{(g)}$ שהגיב :

יחס המולים בכל אחת מהתגובות בין גז ליוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ הוא 1:1 ,

לכן בכל אחת מהתגובות נוצרים 0.2 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.

המספר הכולל של המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ שנוצרו בשתי התגובות :

$$0.02 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$$

$$\frac{0.04 \text{ mol}}{0.2 \text{ liter}} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)}$$

הריכוז המולרי של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ בתמיסה שהתקבלה :

שאלה 4

לכלי המכיל 600 מ"ל מים הזרימו 1.2 ליטר גז מימן יודי, $\text{HI}_{(g)}$.
בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 40 ליטר.

סעיף א

חשב את הריכוז המולרי של התמיסה שהתקבלה. פרט את חישוביך.

סעיף ב

קבע אם תחום ה-pH של התמיסה שהתקבלה הוא חומצי, בסיסי או ניטרלי. נמק.

סעיף ג

חשב את הריכוז המולרי הכולל של היונים שהתקבלו בתמיסה. פרט את חישוביך.

התשובה

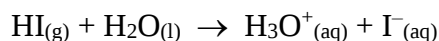
סעיף א

$$\frac{1.2 \text{ liter}}{40 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.03 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של הגז } \text{HI}_{(g)} \text{ שהוזרם למים :}$$

$$\frac{0.03 \text{ mol}}{0.6 \text{ liter}} = 0.05 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)} \quad \text{הריכוז המולרי של התמיסה שהתקבלה :}$$

סעיף ב

לאחר הזרמת הגז $\text{HI}_{(g)}$ למים התרחשה התגובה שבה נוצרים יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.



לכן תחום ה-pH של התמיסה שהתקבלה הוא חומצי.

סעיף ג

על פי יחס ניסוח התגובה יחס המולים בין $\text{HI}_{(g)}$ ליוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ וליוני $\text{I}^-_{(aq)}$ הוא 1:1:1.

לכן אם הגיבו 0.03 מול $\text{HI}_{(g)}$, התקבלו 0.03 מול יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ ו- 0.03 מול יוני $\text{I}^-_{(aq)}$.

$$0.03 \text{ mol} + 0.03 \text{ mol} = 0.06 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים הכולל של היונים שהתקבלו בתמיסה :}$$

$$\frac{0.06 \text{ mol}}{0.6 \text{ liter}} = 0.1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \text{ (M)} \quad \text{הריכוז המולרי הכולל של היונים שהתקבלו בתמיסה :}$$