

**מאגר שאלות מבחינות הבגרות בכימיה בנושאים "מבנה וקישור"
ו"מבנה האטום" ותשובות לשאלות אלה, שאלון 037381
תשע"ז-תשפ"א**

**נספח לחוברת: סיכום ניתוח השאלות בנושא "מבנה וקישור" בבחינות
הבגרות בכימיה תשנ"ח-תשע"ו: קשיי למידה, דרכי הוראה ומאגר
שאלות ותשובות מעובדות ומותאמות לתוכנית הרפורמה**

ערכה: זיוה בר-דב

תוכן עניינים

עמ'		
3	שאלה 1 , בגרות תשפ"א 2021	♦
4	שאלה 2 , בגרות תשפ"א 2021	♦
5	שאלה 3 , בגרות תשפ"א 2021	♦
6	שאלה 4 , בגרות תשפ"א 2021	♦
7	שאלה 5 , בגרות תשפ"א 2021	♦
9	שאלה 11 , בגרות תשפ"א 2021	♦
14	שאלה 13 , בגרות תשפ"א 2021	♦
19	שאלה 14 , בגרות תשפ"א 2021	♦
23	שאלה 1 , בגרות תש"ף 2020	♦
24	שאלה 2 , בגרות תש"ף 2020	♦
25	שאלה 3 , בגרות תש"ף 2020	♦
26	שאלה 10 , בגרות תש"ף 2020	♦
30	שאלה 14 , בגרות תש"ף 2020	♦
35	שאלה 1 , בגרות תשע"ט 2019	♦
36	שאלה 2 , בגרות תשע"ט 2019	♦
38	שאלה 10 , בגרות תשע"ט 2019	♦
42	שאלה 1 , בגרות תשע"ח 2018	♦
43	שאלה 2 , בגרות תשע"ח 2018	♦
44	שאלה 3 , בגרות תשע"ח 2018	♦
45	שאלה 10 , בגרות תשע"ח 2018	♦
49	שאלה 1 א , בגרות תשע"ז 2017	♦
50	שאלה 1 ב , בגרות תשע"ז 2017	♦
51	שאלה 1 ג , בגרות תשע"ז 2017	♦
52	שאלה 3 , בגרות תשע"ז 2017	♦
55	שאלה 5 , בגרות תשע"ז 2017	♦
59	שאלה 7 , בגרות תשע"ז 2017	♦

**מאגר שאלות מבחינות הבגרות בכימיה בנושאים "מבנה וקישור"
ו"מבנה האטום" ותשובות לשאלות אלה, שאלון 037381 תשע"ז-תשפ"א**

נספח זה הוכן על בסיס החוברות של ניתוח התוצאות של בחינות בגרות תשע"ז-תשפ"א

הערות:

1. בבחינות הבגרות יש שאלות המשלבות שני נושאים או יותר (לדוגמה: מבנה וקישור וחמצון-חיזור, מבנה וקישור וחומצות ובסיסים ועוד). שאלות אלה מופיעות במאגר בשלמותן. מיון שאלות הפתוחות נעשה על פי הכותרות של שאלות אלה בבחינות הבגרות.
2. התשובות לשאלות סגורות כוללות נימוקים.

שאלה 1, בגרות תשפ"א 2021 מבנה האטום

מהי היערכות האלקטרונים של היון $^{12}\text{Mg}^{2+}$?

- א. 2, 8
- ב. 2, 6
- ג. 2, 8, 2
- ד. 2, 8, 4

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

היערכות האלקטרונים של אטום Mg היא 2,8,2. כאשר אטום Mg מאבד שני אלקטרונים, הוא הופך ליון חיובי Mg^{2+} שהיערכות האלקטרונים שלו 2,8. מסיח ב' אינו נכון, כי באטום Mg יש 12 אלקטרונים ולא 10, לכן כאשר הוא מאבד שני אלקטרונים והופך ליון Mg^{2+} , יש בו 10 אלקטרונים ולא 8. מסיח ג' אינו נכון, כי בו מוצגת היערכות האלקטרונים של אטום Mg ולא של יון Mg^{2+} . מסיח ד' אינו נכון, כיוון שעל פי מטען היון Mg^{2+} , יון זה מתקבל מאטום Mg שאיבד שני אלקטרונים ולא נוספו לו שני אלקטרונים.

שאלה 2, בגרות תשפ"א 2021 מבנה האטום

מסמלים יסוד בסימול שרירותי A .

מספר המסה של אחד מאטומי היסוד A הוא 87 .

מספר הנויטרונים באטום זה הוא 49 .

מהו היון המתאים לאטום היסוד A ?

א. A^{2+}

ב. A^{2-}

ג. A^+

ד. A^{3+}

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

מספר המסה שווה לסכום של מספר הפרוטונים ומספר הנויטרונים בגרעין האטום.

מספר הפרוטונים בגרעין: $87 - 49 = 38$

על פי הטבלה המחזורית יסוד A הוא סטרונציום, Sr . יסוד זה נמצא בטור השני, מכאן ניתן

להסיק שיש לו שני אלקטרונים. לכן היון הנפוץ המתאים לאטום Sr הוא Sr^{2+} (A^{2+}).

מסיח ב' אינו נכון, כי סטרונציום הוא מתכת היוצרת יונים חיוביים ולא שליליים.

מסיח ג' אינו נכון, כי סטרונציום נמצא בטור השני ואטום שלו יוצר יון שמטענו $2+$ ולא $1+$.

מסיח ד' אינו נכון, כי סטרונציום נמצא בטור השני ואטום שלו יוצר יון שמטענו $2+$ ולא $3+$.

שאלה 3, בגרות תשפ"א 2021 מבנה וקישור

בטבלה שלפניך מוצג מידע על המבנה המרחבי של ארבע מולקולות.

HCN	C ₂ F ₂	CH ₂ Cl ₂	CF ₄	המולקולה
קווית	קווית	טטראדר	טטראדר	המבנה המרחבי של המולקולה

לפניך ארבעה צמידים של מולקולות. באיזה צמד שתי המולקולות הנתונות הן קוטביות?

- א. HCN ו-C₂F₂
- ב. HCN ו-CH₂Cl₂
- ג. CF₄ ו-C₂F₂
- ד. CF₄ ו-CH₂Cl₂

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

HCN	C ₂ F ₂	CH ₂ Cl ₂	CF ₄	המולקולה
קווית	קווית	טטראדר	טטראדר	המבנה המרחבי של המולקולה
$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}:$	$:\ddot{\text{F}}-\text{C}\equiv\text{C}-\ddot{\text{F}}:$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ :\ddot{\text{C}}-\text{H} \\ \\ :\ddot{\text{C}}: \\ \text{או} \\ :\ddot{\text{C}}: \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \quad :\ddot{\text{C}}: \end{array}$	$\begin{array}{c} :\ddot{\text{F}}: \\ \\ :\text{F}-\text{C}-\text{F}: \\ \\ :\ddot{\text{F}}: \\ \text{או} \\ :\ddot{\text{F}}: \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \quad / \quad \backslash \\ \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	נוסחת ייצוג אלקטרונית של המולקולה
מולקולה לא סימטרית, פיזור מטען אינו אחיד	מולקולה סימטרית, פיזור מטען אחיד	מולקולה לא סימטרית, פיזור מטען אינו אחיד	מולקולה סימטרית, פיזור מטען אחיד	פיזור מטען במולקולה
מולקולה קוטבית	מולקולה לא קוטבית	מולקולה קוטבית	מולקולה לא קוטבית	קוטביות המולקולה

שאלה 4, בגרות תשפ"א 2021 מבנה וקישור

האותיות X ו-Y הן סמלים שרירותיים המייצגים שני יסודות הנמצאים בשורה השנייה או בשורה השלישית של הטבלה המחזורית.

היסוד X נמצא בטור 1 של הטבלה המחזורית.

היסוד Y נמצא בטור 6 של הטבלה המחזורית.

בתגובה בין היסודות X ו-Y התקבלה תרכובת המתמוססת במים.

מבין ההיגדים א-ד, מהו ההיגד הנכון בנוגע לתרכובת זו?

- מצב הצבירה של התרכובת בטמפרטורת החדר הוא גז.
- נוסחת התרכובת היא $XY_{2(s)}$.
- התמיסה המימית של התרכובת מוליכה חשמל.
- בטמפרטורת החדר, התרכובת מורכבת ממולקולות שנוסחתן המולקולרית היא $X_2Y_{(s)}$.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

תרכובת הנוצרת בתגובה בין יסוד מטור 1 ליסוד מטור 6 (תגובה בין מתכת לאל מתכת) היא תרכובת יונית. בהמסת תרכובת יונית קלת תמס במים מתקבלים יוני מתכת חיוביים ויוני אל מתכת שליליים. היונים בתמיסה מימית הם ניידים. לכן התמיסה מוליכה חשמל. מסיח א' אינו נכון, כי חומרים יוניים נמצאים בטמפרטורת החדר במצב צבירה מוצק בשל כוחות המשיכה החזקים (קשרים יוניים) בין יונים חיוביים ליונים שליליים. מסיח ב' אינו נכון, על פי הנתונים המוצגים בטבלה שלהלן:

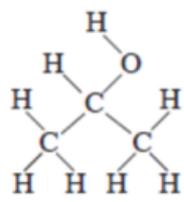
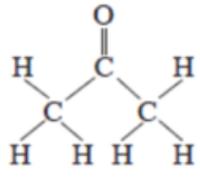
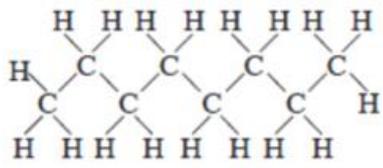
	טור 1	טור 2	טור 3	טור 4	טור 5	טור 6	טור 7	טור 8
היסוד	X					Y		
מספר אלקטרוני ערכיות	1					6		
היונים הנפוצים	1+					2-		

לכן נוסחת התרכובת היא: X_2Y .

מסיח ד' אינו נכון, חומרים יונים מורכבים מיונים חיוביים ושליליים ולא ממולקולות.

שאלה 5, בגרות תשפ"א 2021 מבנה וקישור

לפניך טבלה ובה נתונים על שלושה חומרים.

שם החומר	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	ייצוג מלא של נוסחת המבנה של המולקולה
2-פרופאנול	נוזל	
אצטון	נוזל	
אוקטאן	נוזל	

לפניך ארבעה היגדים I-IV המתארים תופעות. כל ההיגדים נכונים.

- I. טמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול גבוהה מזו של אצטון.
- II. טמפרטורת הרתיחה של אוקטאן גבוהה מזו של 2-פרופאנול.
- III. 2-פרופאנול מתמוסס באוקטאן.
- IV. אצטון מתמוסס במים.

אילו מן ההיגדים מתארים תופעות שאפשר להסביר על ידי אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד?

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

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

היגד II: טמפרטורת הרתיחה של אוקטאן גבוהה מזו של 2-פרופאנול.

הכוחות הפועלים בין מולקולות האוקטאן הם אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד.

הכוחות הפועלים בין מולקולות 2-פרופאנול הם אינטראקציות ון-דר-ואלס וקשרי מימן.

למולקולת אוקטאן יש ענן אלקטרוניים גדול יותר (66 אלקטרוניים) מאשר למולקולת 2-פרופאנול (34 אלקטרוניים) (כאשר ענן האלקטרוניים גדול יותר יש סיכוי גדול יותר ליצירת דו-קוטב רגעי גדול יותר ואז המשיכה בין הדו-קטבים חזקה יותר).
 לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות אוקטאן חזקות יותר מאשר סה"כ הכוחות (אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן) בין מולקולות 2-פרופאנול. דרושה אנרגייה רבה יותר כדי לפרק את כוחות המשיכה בין מולקולות אוקטאן, לכן טמפרטורת הרתיחה של אוקטאן גבוהה מזו של 2-פרופאנול. ז.א. ההיגד מתאר תופעה שאפשר להסביר על ידי אינטראקציות ון-דר-ולס.
היגד III: 2-פרופאנול מתמוסס באוקטאן.

בין השיירים הפחמימניים שבמולקולות 2-פרופאנול לבין מולקולות האוקטאן נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס, ולכן 2-פרופאנול מתמוסס באוקטאן.
 ז.א. ההיגד מתאר תופעה שאפשר להסביר על ידי אינטראקציות ון-דר-ולס.

קביעת המסיסות של 2-פרופאנול באוקטאן

הממס : אוקטאן	המומס : 2-פרופאנול	
מולקולות	מולקולות	סוג החלקיקים שמהם מורכב החומר
אינטראקציות ון-דר-ולס	אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן	הכוחות בין חלקיקי החומר
אינטראקציות ון-דר-ולס		סוגי הכוחות הנוצרים בין חלקיקי ממס לחלקיקי מומס במהלך ההמסה
המסיסות של 2-פרופאנול באוקטאן טובה.		המסקנה

היגד I אינו מתאים (טמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול גבוהה מזו של אצטון).
 בין המולקולות של אצטון יש אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד.
 בין המולקולות של 2-פרופאנול יש קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. (אין כמעט הבדל בגודל ענני האלקטרוניים במולקולות של שתי התרכובות (34 אלקטרוניים במולקולה של 2-פרופאנול ו-32 אלקטרוניים במולקולה של אצטון).
 קשרי מימן חזקים יותר מאינטראקציות ון-דר-ולס כאשר מדובר במולקולות עם ענני אלקטרוניים דומים, לכן במקרה הנתון כוחות המשיכה בין המולקולות של 2-פרופאנול חזקים מכוחות המשיכה בין המולקולות של אצטון. דרושה אנרגייה רבה יותר כדי לפרק את כוחות המשיכה בין מולקולות 2-פרופאנול. לכן טמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של אצטון. ז.א. היגד I מתאר תופעה שאפשר להסביר על ידי קשרי מימן ולא על ידי אינטראקציות ון-דר-ולס.

היגד IV אינו מתאים (אצטון מתמוסס במים).
 בין המולקולות של אצטון יש אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד.
 בין מולקולות המים יש קשרי מימן, בנוסף לאינטראקציות ון-דר-ולס.
 אצטון מתמוסס במים כי נוצרים קשרי מימן בין מולקולות האצטון לבין מולקולות המים - בין אטום מימן החשוף מאלקטרוניים במולקולת המים לזוג אלקטרוניים לא קושר באטום החמצן במולקולה סמוכה של אצטון.

שאלה 11, בגרות תשפ"א 2021 חומצות ובסיסים, מבנה וקישור

פתיח לשאלה



חומץ הוא נוזל ביתי נפוץ שיש בכל מטבח. הנוזל בעל הריח הייחודי משמש לא רק להכנת רטבים אלא גם לניקוי. חומץ הוא תמיסה של חומצה אצטית, $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$, במים.

סעיף א'

על בקבוק חומץ ביתי רשום "חומץ 5%" - כלומר ב- 100 מ"ל תמיסה יש 5 גרם של חומצה אצטית.

תת-סעיף i

חשב את הריכוז המולרי של החומצה האצטית בבקבוק החומץ. פרט את חישוביך.

התשובה

המסה המולרית של חומצה אצטית: $60 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

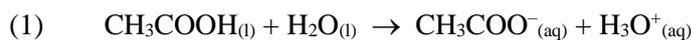
מספר המולים של החומצה האצטית ב- 100 מ"ל (0.1 ליטר) תמיסת חומץ:

$$\frac{5 \text{ gr}}{60 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.083 \text{ mol}$$

$$= 0.83 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.83 \text{ M} \frac{0.083 \text{ mol}}{0.1 \text{ liter}} \quad \text{הריכוז המולרי של החומצה האצטית בבקבוק חומץ:}$$

תת-סעיף ii

חומצה אצטית מגיבה עם מים על פי תגובה (1):



קבע אם ה-pH של תמיסת החומץ קטן מ-7, גדול מ-7, או שווה ל-7. נמק את קביעתך.

התשובה

קביעה: ה-pH של תמיסת החומץ קטן מ-7.

נימוק:

ערך ה-pH יהיה קטן מ-7 משום שבתגובה בה חומצה אצטית מתמוססת במים ומגיבה איתם,

נוצרים יוני הידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$.

סעיף ב' (בחירה)

כדי שהשימוש בחומץ הביתי יהיה בטיחותי לניקוי, מומלץ למהול אותו במים: מוסיפים 400 מ"ל מים

(כשתי כוסות) ל-100 מ"ל חומץ (כחצי כוס).

תת-סעיף i

חשב את הריכוז המולרי של החומצה האצטית בתמיסת החומץ המתקבלת לאחר המיהול. פרט את חישוביך.

התשובה

המיהול גרם להגדלת נפח התמיסה פי 5.

היות שמספר המולים של החומצה האצטית אינו משתנה, ריכוז התמיסה יקטן פי 5.

$$0.83 \text{ M} : 5 = 0.166 \text{ M}$$

או:

מספר המולים של חומצה אצטית הוא 0.083 מול.

נפח התמיסה לאחר המיהול הוא 0.5 ליטר.

ריכוז התמיסה לאחר המיהול:

$$= 0.166 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.166 \text{ M} \frac{0.083 \text{ mol}}{0.5 \text{ liter}}$$

תת-סעיף ii

קבע אם ה-pH של תמיסת החומץ לאחר המיהול יהיה גבוה, נמוך או שווה ל-pH של תמיסת החומץ לפני המיהול. הסבר את קביעתך.

התשובה

קביעה: לאחר המיהול ה-pH של תמיסת החומץ יהיה גבוה מה-pH של תמיסת החומץ לפני המיהול.

הסבר: ה-pH של תמיסת החומץ לאחר המיהול, יעלה (יהיה פחות חומצי) משום שריכוז יוני

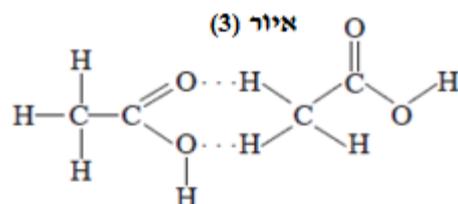
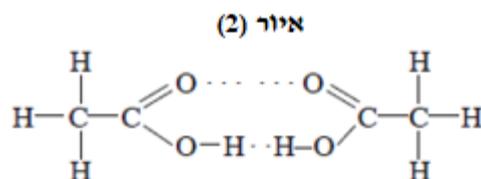
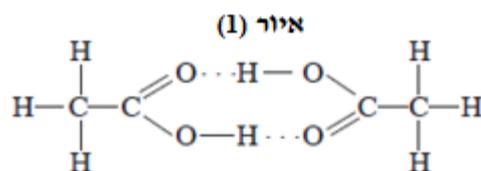
ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, בתמיסה ירד.

פתיח לסעיפים הבאים

כאשר מצב הצבירה של חומצה אצטית הוא גז, חלק ממולקולות החומצה האצטית יוצרות צמד (דימרים). בכל צמד קשרי מימן מחברים בין המולקולות הבודדות.

סעיף ג'

קבע באיזה מן האיורים (1) - (3) שלפניך, קשרי המימן הנוצרים בצמד בין מולקולות החומצה האצטית מתוארים נכון. נמק את קביעתך.



התשובה

קביעה: איור 1.

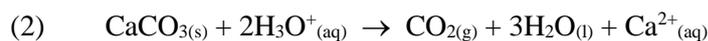
נימוק:

קשרי מימן נוצרים בין אטום מימן בעל מטען חלקי חיובי (או: חשוף מאלקטרונים) הקשור לאטום בעל אלקטרושליליות גבוהה כגון חמצן (או: אחד מאטומי NOF) שעליו מטען חלקי שלילי, לבין זוג אלקטרונים לא קושר על אטום החמצן (או: אחד מאטומי NOF) במולקולה קרובה, הטעון במטען חלקי שלילי.

סעיף ד' (בחירה)

נוהגים להשתמש בחומץ ביתי להסרת אבנית שמצטברת בקומקום.

נתונה תגובה (2) המתרחשת בין חומצה לבין סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, שהוא הרכיב העיקרי של אבנית:



אותה תגובה מתרחשת כאשר מטפטפים תמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ על סלעים המכילים אבן גיר, $\text{CaCO}_3(\text{s})$. כך מזהים נוכחות של אבן גיר בסלעים.

תת-סעיף i

לתמיסת $\text{HCl}(\text{aq})$ בנפח 10 מ"ל ובריכוז 0.5 M הוסיפו $\text{CaCO}_3(\text{s})$. כל המגיבים הגיבו בשלמות על פי

תגובה (2) חשב מהי מסת הסידן הפחמתי שהגיב בתגובה זו. פרט את חישוביך.

התשובה

$$0.01 \text{ liter} \times 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.005 \text{ mol} \quad : \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \text{ מספר המולים של יוני ההידרוניום,}$$

יחס המולים בין יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, לסידן הפחמתי הוא 1:2.

$$\frac{0.005 \text{ mol}}{2} = 0.0025 \text{ mol} \quad : \text{ מספר המולים של סידן פחמתי אשר יגיבו}$$

$$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad : \text{ המסה המולרית של סידן פחמתי}$$

$$0.0025 \text{ mol} \times 100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 0.25 \text{ gr} \quad : \text{ המסה של סידן פחמתי שהגיבה}$$

או פתרון בצורת טבלה:



CaCO ₃ (s)	H ₃ O ⁺ (aq)	יחידות	גדלים
1	2		יחס מולים
0.25		gr	מסה נתונה/נדרשת
100		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.0025	0.005	mol	מספר מולים
	0.5	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$	ריכוז
	0.01	liter	נפח

תת-סעיף ii

קבע אם ה-pH של תמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ במהלך התרחשות תגובה (2) ירד, עלה או לא השתנה. נמק את קביעתך.

התשובה

קביעה: ה-pH עולה.

נימוק:

במהלך התגובה המתרחשת, תגובה (2), ה-pH עולה משום שיוני ההידרוניום מגיבים. לכן ריכוזם בתמיסה יורד וה-pH עולה.

סעיף ה'

לתמיסת $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ בנפח 12 מ"ל ובריכוז 0.5 M הוסיפו 0.25 גרם סידן פחמתי, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, והוא

הגיב במלואו. האם ה-pH של התמיסה בתום התגובה גדול מ-7, קטן מ-7 או שווה ל-7?

פרט את חישוביך או נמק במילים.

התשובה

קביעה: ה-pH של התמיסה בתום התגובה קטן מ-7.

פירוט החישובים (שלוש גישות לפתרון) ונימוק:

$$0.012 \text{ liter} \times 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.006 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני ההידרוניום, } \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$

$$100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של סידן פחמתי:}$$

$$= 0.0025 \text{ mol} \frac{0.25 \text{ gr}}{100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \quad \text{מספר המולים של סידן פחמתי אשר הגיבו:}$$

יחס המולים בין יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$, לסידן הפחמתי הוא 1:2.

לכן 0.006 מול של יוני ההידרוניום יגיבו עם כל (המולים של) הסידן הפחמתי.

מספר המולים של יוני ההידרוניום בתמיסה גדול ממספר המולים של יוני ההידרוניום הדרושים לתגובה. לכן בתמיסה נותר עודף של יוני ההידרוניום.

לכן ה-pH של התמיסה בסיום התגובה יהיה קטן מ-7.

או פירוט חישובים בטבלה:



CaCO ₃ (s)	H ₃ O ⁺ (aq)	יחידות	גדלים
1	2		יחס מולים
0.25		gr	מסה נתונה/נדרשת
100		$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
0.0025	0.006	mol	מספר מולים
	0.5	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$	ריכוז
	0.012	liter	נפח

נימוק לחישובים בטבלה:

0.25 גרם סידן פחמתי מגיבים עד תום עם 0.005 מולים של יוני ההידרוניום.

מספר המולים של יוני ההידרוניום בתמיסה גדול ממספר המולים של יוני ההידרוניום הדרושים לתגובה עם סידן פחמתי.

לכן נותר עודף של יוני ההידרוניום בתמיסה. לכן ה-pH של התמיסה בסיום התגובה יהיה קטן מ-7.

או: נימוק מילולי:

על פי תוצאת החישוב לסעיף ד' נפח תמיסת החומצה הדרוש לתגובה עם 0.25 גרם סידן פחמתי הוא 10 מ"ל.

נפח תמיסת החומצה הנתון הוא 12 מ"ל, ריכוזי שתי התמיסות זהים (או: זו אותה תמיסה),

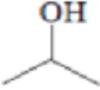
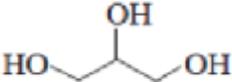
לכן יש עודף של תמיסת חומצה ולכן יש בתמיסה בתום התגובה עודף יוני ההידרוניום, $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$,

וה-pH של התמיסה בסיום התגובה קטן מ-7.

שאלה 13, בגרות תשפ"א 2021 מבנה וקישור, אנרגיה

פתיח לשאלה

אלכוג'ל הוא חומר שמשמש לחיטוי וניקוי הידיים כאשר מים וסבון אינם זמינים. האלכוג'ל הוא תערובת נוזלית של סוגי כוהל שונים המומסים במים. לפניך טבלה ובה נתונים על כהלים שאפשר למצוא באלכוג'ל.

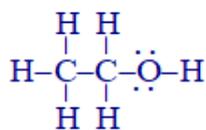
שם הכוהל	טמפרטורת רתיחה (°C)	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה של מולקולות הכוהל
1	78	
2	97	
3	82	
4		

סעיף א'

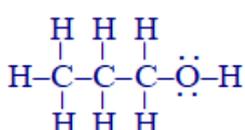
תת-סעיף i

רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית לכל אחת ממולקולות הכוהל הרשומות בטבלה.

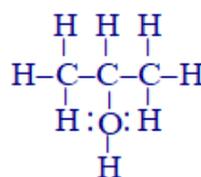
התשובה



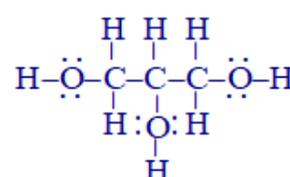
אתאנול



1- פרופאנול



2- פרופאנול



גליצרול

תת-סעיף ii

אילו שני כהלים מבין הכהלים הנתונים בטבלה הם איזומרים? נמק.

התשובה

קביעה: הכהלים 1-פרופאנול ו-2-פרופאנול הם איזומרים.

נימוק:

למולקולות יש אותה נוסחה מולקולרית (C_3H_7OH), אבל לכל אחת מהן יש ייצוג שונה של נוסחת מבנה.

סעיף ב'

הסבר מדוע טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של אתאנול.

התשובה

בין מולקולות 1-פרופאנול מתקיימים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. וגם בין מולקולות האתאנול מתקיימים קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס. מספר המוקדים האפשריים ליצירת קשרי מימן במולקולת 1-פרופאנול זהה למספר המוקדים האפשריים ליצירת קשרי מימן במולקולת אתאנול (ולכן חוזק קשרי המימן בין מולקולות 1-פרופאנול דומה לחוזק קשרי המימן שבין מולקולות האתאנול). הענן האלקטרוני של מולקולת 1-פרופאנול גדול (או: השייר הפחמימני גדול; או: שרשרת אטומי פחמן ארוכה; או: החלק ההידרופובי גדול) מענן האלקטרוני של מולקולת האתאנול. לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פרופאנול חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות האתאנול (כאשר ענן האלקטרוני גדול יותר יש סיכוי גדול יותר ליצירת דו-קוטב רגעי גדול יותר ואז המשיכה בין הדו-קטבים חזקה יותר). לכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 1-פרופאנול חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות האתאנול. נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הקשרים שבין מולקולות 1-פרופאנול במצב נוזל מאשר לניתוק הקשרים שבין מולקולות האתאנול במצב נוזל. לכן טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של אתאנול.

סעיף ג'

איזה מבין ההיגדים (1) - (3) שלפניך מסביר את ההבדל בין טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול לבין טמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול? **נמק.**

- (1) שטח הפנים של מולקולת 1-פרופאנול גדול משטח הפנים של מולקולת 2-פרופאנול.
- (2) מולקולת 1-פרופאנול היא קוטבית, ואילו מולקולת 2-פרופאנול אינה קוטבית.
- (3) גודל ענן האלקטרוני של מולקולת 1-פרופאנול שונה מגודל ענן האלקטרוני של מולקולת 2-פרופאנול.

התשובה

קביעה : היגד 1

נימוק :

לשתי המולקולות 1-פרופאנול ו-2-פרופאנול ענן אלקטרוניים בגודל זהה (או : אותו שייר פחמימני; או : אותו מספר אטומי פחמן). מולקולת 2-פרופאנול בעלת שטח פנים קטן יותר מאשר מולקולת 1-פרופאנול. לכן שטח המגע בין מולקולות 2-פרופאנול קטן יותר. אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 2-פרופאנול חלשות יותר (פחות משיכה בין קטבים רגועים). נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הקשרים שבין מולקולות 1-פרופאנול במצב נוזל מאשר לניתוק הקשרים שבין מולקולות 2-פרופאנול במצב נוזל. לכן טמפרטורת הרתיחה של 1-פרופאנול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול.

סעיף ד'

קבע אם טמפרטורת הרתיחה של גליצרול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול או נמוכה ממנה. **נמק את קביעתך.** בתשובתך התייחס **לכל סוגי הכוחות הפועלים** בין המולקולות בכל אחת משתי התרכובות.

התשובה

קביעה :

טמפרטורת הרתיחה של גליצרול גבוהה יותר מטמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול.

נימוק :

בין מולקולות גליצרול יש אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן, וגם בין מולקולות 2-פרופאנול יש אינטראקציות ון-דר-ולס וקשרי מימן. במולקולות גליצרול יש יותר מוקדים אפשריים ליצירת קשרי מימן (כי יש יותר קבוצות הידרוקסיל (-OH) לעומת מולקולות 2-פרופאנול (שבהן יש קבוצת הידרוקסיל אחת). לכן קשרי המימן בין מולקולות הגליצרול רבים יותר מאשר קשרי המימן בין מולקולות 2-פרופאנול. הענן האלקטרוני של מולקולת גליצרול גדול מהענן האלקטרוני של מולקולת 2-פרופאנול (כאשר ענן האלקטרוניים גדול יותר יש סיכוי גדול יותר ליצירת דו-קוטב רגעי גדול יותר ואז המשיכה בין הדו-קטבים חזקה יותר). ולכן אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות הגליצרול חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות 2-פרופאנול. נדרשת אנרגייה רבה יותר לניתוק הקשרים בין מולקולות הגליצרול במצב נוזל מאשר לניתוק הקשרים בין מולקולות 2-פרופאנול במצב נוזל. לכן טמפרטורת הרתיחה של גליצרול גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של 2-פרופאנול.

סעיף ה' (בחירה)

אם נרטיב את כפות ידינו במים, נשפוך עליהן אלכוהול המכיל 70% אתאנול, $C_2H_5OH_{(l)}$, ונשפוף אותן מעט זו בזו, נרגיש שהידיים מתחממות.

תת-סעיף i

האם בתהליך המתואר הידיים קולטות אנרגייה או פולטות אנרגייה? **נמק.**

התשובה

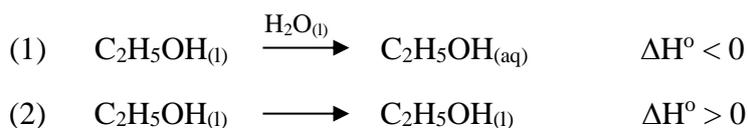
קביעה: הידיים קלטו אנרגייה.

נימוק:

הידיים קלטו אנרגייה (הטמפרטורה שלהן עלתה) בגלל שבתהליך המתואר נפלטת אנרגייה.

תת-סעיף ii

קבע איזו מן התגובות (1) או (2) היא התגובה הגורמת לתחושת התחממות בידיים. **נמק את קביעתך.**



התשובה

קביעה: ניסוח (1).

נימוק: מתאר ניסוח תגובה אקסותרמית (שבה נפלטת אנרגייה לסביבה).

תת-סעיף iii

מהו השינוי שעובר האתאנול על פי התגובה שבחרת בתת-סעיף ii: אידוי, המסה במים, עיבוי או פירוק?

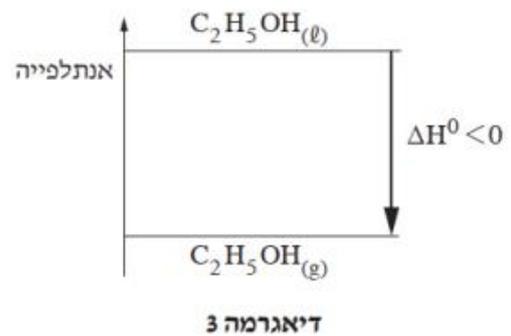
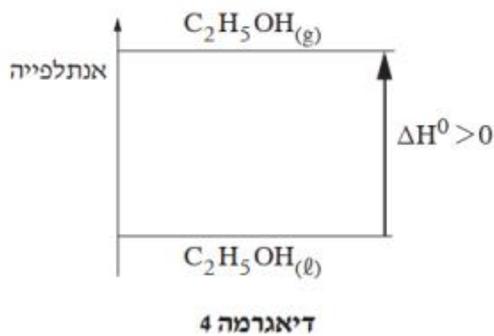
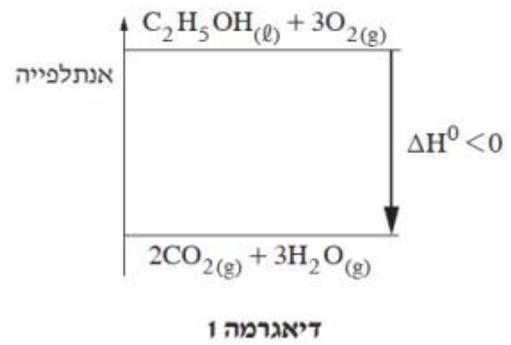
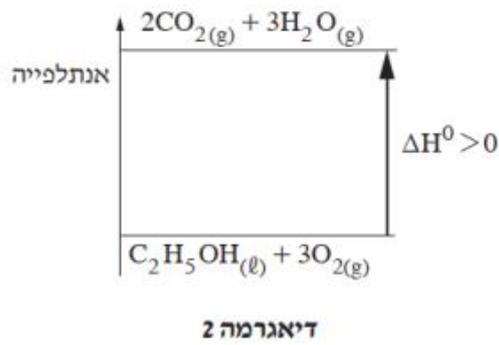
התשובה

האתאנול עבר המסה במים.

סעיף ו' (בחירה)

יש להימנע משימוש באלכוהול ליד מקור אש שכן החומר דליק ועלול לגרום לשרפה. נתונות ארבע דיאגרמות של שינוי האנתלפייה.

מהי הדיאגרמה שמתארת בצורה הנכונה את שינוי האנתלפייה בתגובת השרפה של אתאנול? **נמק את בחירתך, והסבר** מדוע פסלת כל אחת מן הדיאגרמות האחרות.



התשובה

קביעה : דיאגרמה 1

נימוק :

דיאגרמת אנרגייה 1 - מייצגת תגובת שרפה על פי המגיבים והתוצרים שהיא אקסותרמית בהתאם לנתון, הגורמת לפליטת אנרגייה לסביבה.

דיאגרמת אנרגייה 2 - מייצגת תגובה אנדותרמית שאינה מתאימה לנתון שהאלכוהול הוא חומר דליק הגורם לשרפה, כלומר שנפלטת אנרגייה במהלך שרפתו.

דיאגרמת אנרגייה 3 - מייצגת תגובה אקסותרמית (שגויה) של תהליך אידוי. (תהליך אידוי הוא אנדותרמי) (או : התגובה המתוארת אינה תגובת שרפה).

דיאגרמת אנרגייה 4 - מייצגת תהליך (אידוי של האתאנול) שהוא אנדותרמי.

שאלה 14, בגרות תשפ"א 2021 חומרים יוניים, חישובים

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת בחומרים יוניים ובתכונותיהם.

סעיף א' (בחירה)

כל החומרים היוניים הם מוצקים בטמפרטורת החדר. הסבר קביעה זו ברמה מיקרוסקופית.

התשובה

חומרים יוניים בנויים מסריג יוני המורכב מיונים חיוביים (קטיונים) ומיונים שליליים (אניונים). בין היונים בעלי המטענים המנוגדים קיימים קשרים יוניים (משיכה חשמלית חזקה). דרושה אנרגייה רבה על מנת להחליש את הקשרים בין היונים. טמפרטורת ההיתוך של החומרים היוניים גבוהה מטמפרטורת החדר. לכן בטמפרטורת החדר חומרים אלו הם מוצקים.

סעיף ב' (בחירה)

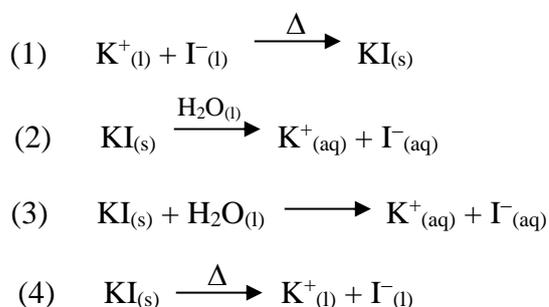
חומר יוני אינו מוליך חשמל בטמפרטורת החדר. הסבר קביעה זו ברמה מיקרוסקופית.

התשובה

בחומר יוני מוצק היונים (החיובים והשליליים) שמצויים בסריג אינם ניידים בגלל כוחות המשיכה החזקים ביניהם (קשרים יוניים). לכן לא מתאפשרת הולכה של מטענים. בגלל שהיונים לא ניידים אין הולכה חשמלית במצב צבירה מוצק.

סעיף ג'

לפניך ארבעה ניסוחים (1) - (4).



תת-סעיף i

קבע איזה מן הניסוחים (1) - (4) מסמל תהליך היתוך של אשלגן יודי, $\text{KI}_{(s)}$.

התשובה

תת-סעיף ii

קבע איזה מן הניסוחים (1) - (4) מסמל תהליך המסה במים של אשלגן יודי, $KI_{(s)}$.

התשובה

ניסוח 2

סעיף ד'

המיסו 16.6 גרם $KI_{(s)}$ במים והתקבלה תמיסה בנפח 1 ליטר.
מהו מספר המולים הכולל של היונים בתמיסה. **פרט את חישוביך.**

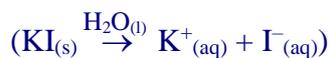
התשובה

המסה המולרית של $KI_{(s)}$:

$$166 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\frac{16.6 \text{ gr}}{166 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$$

מספר המולים של $KI_{(s)}$ שהומסו :

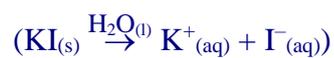


יחס המולים בין המגיב לתוצרים : 1:1:1

בהמסת 0.1 מול $KI_{(s)}$ במים, נקבל 0.1 מול יוני $K^+_{(aq)}$ ו-0.1 מול יוני $I^-_{(aq)}$.

סה"כ נקבל 0.2 מול יונים בתמיסה.

או פתרון בצורת טבלה :



גדלים	יחידות	$K^+_{(aq)}$	$I^-_{(aq)}$	$KI_{(s)}$
יחס מולים		1	1	1
מסה נתונה/נדרשת	gr			16.6
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$			166
מספר מולים	mol	0.1	0.1	0.1
מספר מולים כולל של יונים (תוצרים)	mol	0.2		

סעיף ה'

אלומיניום גופרי הוא מוצק שמשמש בתעשייה הכימית ליצירת מימן גופרי, $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$.

תת-סעיף i

רשום את הנוסחה האמפירית של אלומיניום גופרי.

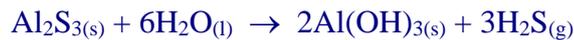
התשובה

נוסחה אמפירית: Al_2S_3

תת-סעיף ii

אלומיניום גופרי מגיב עם מים ויוצר אלומיניום הידרוקסידי, $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$, ומימן גופרי, $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$. נסח ואזן את התגובה.

התשובה



תת-סעיף iii

מהי המסה של אלומיניום הידרוקסידי, $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$, שנוצר כאשר 30 ק"ג אלומיניום גופרי מגיבים עם מים? **פרט את חישוביך**. נתון: 1 ק"ג = 1000 גרם.

התשובה

המסה המולרית של אלומיניום גופרי, $\text{Al}_2\text{S}_{3(s)}$: $150 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של אלומיניום גופרי: $\frac{30,000 \text{ gr}}{150 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 200 \text{ mol}$

יחס המולים בין $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ ל- $\text{Al}_2\text{S}_{3(s)}$ הוא 1:2.

מספר המולים של אלומיניום הידרוקסידי, $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$, הוא 400 מול.

המסה המולרית של אלומיניום הידרוקסידי: $78 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של אלומיניום הידרוקסידי: $400 \text{ mol} \times 78 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 31,200 \text{ gr} (= 31.2 \text{ kg})$

או פתרון בצורת טבלה :



גדלים	יחידות	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$	$\text{Al}_2\text{S}_3(\text{s})$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$
יחס מולים		6	2	1	3
מסה נתונה/נדרשת	gr		31200	30000	
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$		78	150	
מספר מולים	mol		400	200	

סעיף ו'

מגנזיום גופרתי, $\text{MgSO}_4(\text{s})$, המכונה "מלח אנגלי", משמש, בין השאר, מלח אמבט להרגעה. מילאו אמבט במים והמיסו במים מגנזיום גופרתי. נפח התמיסה באמבט היה 220 ליטר וריכוז יוני המגנזיום, $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, באמבט היה 0.022 M. מהי מסת המגנזיום הגופרתי, $\text{MgSO}_4(\text{s})$, שהומסה במים? **פרט את חישוביך.**

התשובה



$$0.022 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 220 \text{ liter} = 4.84 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) :$$

היחס בין יוני $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ למגנזיום גופרתי, $\text{MgSO}_4(\text{s})$, הוא 1:1.

$$4.84 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של מגנזיום גופרתי, } \text{MgSO}_4(\text{s}) :$$

$$120 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \quad \text{המסה המולרית של } \text{MgSO}_4(\text{s}) :$$

$$4.84 \text{ mol} \times 120 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 580.8 \text{ gr} \quad \text{המסה של מגנזיום גופרתי:}$$

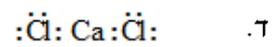
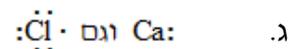
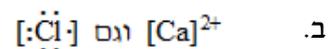
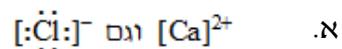
או פתרון בצורת טבלה :



גדלים	יחידות	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	$\text{MgSO}_4(\text{s})$
יחס מולים		1	1	1
מסה נתונה/נדרשת	gr			580.8
מסה מולרית	$\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$			120
מספר מולים	mol		4.84	4.84
ריכוז	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$		0.022	
נפח	liter		220	

שאלה 1, בגרות תש"ף 2020 מבנה וקישור

איזו נוסחת ייצוג אלקטרונית מייצגת נכון את חלקיקי התרכובת $\text{CaCl}_{2(s)}$?



הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

$\text{CaCl}_{2(s)}$ היא תרכובת יונית המורכבת מיוני Ca^{2+} ויוני Cl^- .

ביון חיובי Ca^{2+} רמת האנרגיה האחרונה ריקה מאלקטרונים, ולכן המטען של היון $+2$, וברמת האנרגיה לפני האחרונה יש 8 אלקטרונים. ביון שלילי Cl^- ברמת האנרגיה האחרונה יש אלקטרון נוסף, ולכן המטען של היון -1 , וברמת האנרגיה האחרונה יש 8 אלקטרונים. מסיחים ב', ג', ד' אינם נכונים כי הנוסחאות בהם לא מתאימות לכללים אלה.

שאלה 2, בגרות תש"ף 2020 מבנה האטום

אנרגיית היינון הראשונה של אטום חמצן, O, גבוהה מאנרגיית היינון הראשונה של אטום גופרית, S. מהו הגורם לכך?

- באטום חמצן יש פחות רמות אנרגייה מאוכלסות באלקטרונים משיש באטום גופרית.
- האלקטרושליליות של אטום חמצן גבוהה יותר מן האלקטרושליליות של אטום גופרית.
- מספר הפרוטונים באטום חמצן קטן ממספר הפרוטונים באטום גופרית.
- בטבלה המחזורית, חמצן ממוקם מעל גופרית.

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'. שני היסודות, חמצן, O, וגופרית, S, נמצאים בטור ששי בטבלה המחזורית. היסוד O נמצא בשורה השנייה של הטבלה המחזורית בעוד שהיסוד S נמצא בשורה השלישית. באטומי O האלקטרון יוצא מהרמה האנרגטית השנייה ואילו באטומי S האלקטרון יוצא מהרמה האנרגטית השלישית, שהיא רחוקה יותר מהגרעין. כוחות המשיכה בין האלקטרונים ברמה החיצונית לבין הגרעין חלשים יותר באטומי S מאשר באטומי O.

נדרשת פחות אנרגייה כדי להוציא אלקטרון מאטומי S. לכן אנרגיית היינון הראשונה של גופרית נמוכה מאנרגיית היינון הראשונה של חמצן. (אמנם בגרעין של אטום גופרית יש יותר פרוטונים שמושכים את האלקטרונים ברמה החיצונית, אך המרחק בין גרעין האטום לאלקטרונים ברמה החיצונית משפיע יותר על ערך אנרגיית היינון הראשונה. על פי חוק קולון, המרחק בין המטענים המושכים משפיע יותר מאשר גודל המטענים המושכים, ולכן האנרגיה שתידרש לניתוק האלקטרון מהרמה החיצונית באטום חמצן גבוהה מזו שתידרש לניתוק האלקטרון מהרמה החיצונית באטום גופרית.) מסיח ב' אינו נכון, כי אלקטרושליליות לא משפיעה על ערך אנרגיית היינון הראשונה של אטום (להפך, אנרגיית היינון הראשונה היא אחד מן הגורמים המשפיעים על ערך האלקטרושליליות של אטום). מסיח ג' אינו נכון, כי מספר פרוטונים בגרעין האטום משפיע פחות על אנרגיית היינון הראשונה מאשר המרחק בין גרעין האטום לאלקטרונים ברמה החיצונית. אם גורם זה היה הגורם המשפיע אז אנרגיית היינון הראשונה של חמצן הייתה נמוכה יותר. מסיח ד' אינו נכון, כי מיקום היסודות במערכת המחזורית לא מסביר את השוני של ערך אנרגיית היינון הראשונה, הוא כלל אצבע אך לא הסבר (מספר הפרוטונים בגרעין האטום והמרחק בין גרעין האטום לבין האלקטרונים ברמה החיצונית הם הגורמים המשפיעים).

שאלה 3, בגרות תש"ף 2020 מבנה וקישור

נתונות הנוסחאות המולקולריות של ארבע מולקולות: CF_4 , CH_2FCl , CCl_4 , CH_4 .
לכל המולקולות מבנה מרחבי של טטראדר.
לפניך ארבעה היגדים, א-ד, הנוגעים לקשרים הקוולנטיים במולקולה ולקוטביות המולקולה.
מהו ההיגד הנכון?

- במולקולה CF_4 כל הקשרים הקוולנטיים לא קוטביים והמולקולה לא קוטבית.
- במולקולה CH_4 כל הקשרים הקוולנטיים לא קוטביים והמולקולה קוטבית.
- במולקולה CCl_4 כל הקשרים הקוולנטיים קוטביים והמולקולה לא קוטבית.
- במולקולה CH_2FCl כל הקשרים הקוולנטיים קוטביים והמולקולה לא קוטבית.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ג'.

כל היגד כולל שני חלקים: האחד קוטביות הקשרים הקוולנטיים והשני קוטביות המולקולה.
קשר קוולנטי לא קוטבי הוא קשר בין אטומים זהים או בין אטומים בעלי אלקטרושליליות זהה.
קשר קוולנטי קוטבי הוא קשר בין אטומים בעלי אלקטרושליליות שונה.
לכל המולקולות הנתונות מבנה מרחבי של טטראדר. מולקולה במבנה טטראדר אינה קוטבית אם היא סימטרית - אם כל הקשרים הקוולנטיים בין אטום הפחמן המרכזי לבין ארבעה אטומים זהים,

ז.א. הפרשי אלקטרושליליות שווים בכל הקשרים.

מולקולה במבנה טטראדר קוטבית אם היא לא סימטרית - אם אטום הפחמן המרכזי קשור בקשרים קוולנטיים לאטומים משני סוגים או יותר, ז.א. הפרשי אלקטרושליליות שונים.
היגד ג' נכון, כי במולקולה CCl_4 כל הקשרים הקוולנטיים קוטביים והמולקולה לא קוטבית.
היגד א' אינו נכון, כי במולקולה CF_4 כל הקשרים הקוולנטיים קוטביים באותה מידה והמולקולה סימטרית, ולכן לא קוטבית.

היגד ב' אינו נכון, כי המולקולה CH_4 היא לא קוטבית.

היגד ד' אינו נכון, כי המולקולה CH_2FCl היא קוטבית.

שאלה 10, בגרות תש"ף 2020 מושגי יסוד ומבנה וקישור

פתיח לשאלה

השאלה דנה במבנה ובתכונות של שני חומרים מולקולריים A ו-B הנמצאים בשני כלים נפרדים. לפניך טבלה שבה נתונים על שני חומרים:

טמפרטורת רתיחה (°C)	טמפרטורת היתוך (°C)	החומר
157	-45	A
78	-114	B

סעיף א'

מהו מצב הצבירה של כל אחד מן החומרים A ו-B בטמפרטורת החדר (25°C)? **נמק.**

התשובה

קביעה:

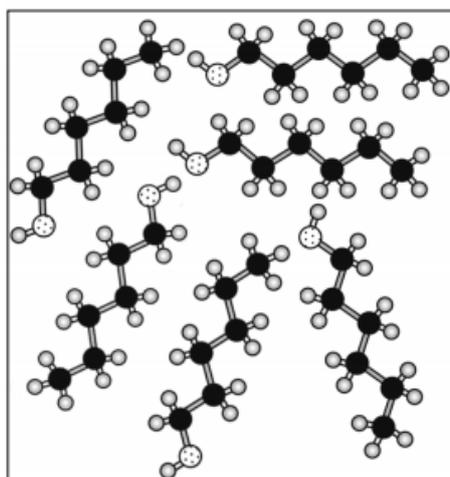
שני החומרים A ו-B הם במצב צבירה נוזל בטמפרטורת החדר.

נימוק:

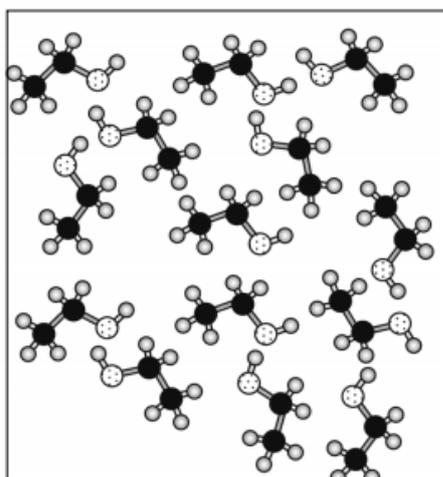
טמפרטורת החדר, 25°C, נמצאת מעל לטמפרטורת ההיתוך של כל אחד משני החומרים אך מתחת לטמפרטורת הרתיחה שלהם.

סעיף ב'

לפניך שני איורים המתארים באופן חלקי את המבנה המיקרוסקופי של שני החומרים A ו-B בטמפרטורת החדר.



איור 2



איור 1

מקרא:

- C – אטום פחמן
- ⊙ O – אטום חמצן
- H – אטום מימן

תת-סעיף i

- לפניך ארבעה היגדים d-a. בנוגע לכל אחד מהם, ציין אם הוא נכון או לא נכון.
- a. המולקולות של שני החומרים מורכבות מאותם סוגים של אטומים.
 - b. הקבוצה הפונקציונלית של מולקולות חומר A שונה מן הקבוצה הפונקציונלית של מולקולות חומר B.
 - c. מספר אטומי הפחמן במולקולות חומר A שונה ממספר אטומי הפחמן במולקולות חומר B.
 - d. בשני החומרים A ו-B אופני התנועה של המולקולות הם מסוג תנודה (ויברציה) **בלבד**.

התשובה

- a. נכון
- b. לא נכון
- c. נכון
- d. לא נכון

תת-סעיף ii

בהתבסס על האינטראקציות הפועלות בין המולקולות, קבע באיזה מן האיורים, איור 1 או איור 2, מתואר המבנה המיקרוסקופי של חומר A. **נמק**.

התשובה

קביעה:

איור 2 מתאר את המבנה המיקרוסקופי של חומר A.

נימוק:

האינטראקציות הפועלות בין המולקולות בשני החומרים הן אינטראקציות ון-דר-ולס (וקשרי מימן).

למולקולות המתוארות באיור 2 יש ענן אלקטרוני (**אז**: שייר פחמימני **אז**: מספר אטומי פחמן) גדול יותר מאשר למולקולות המתוארות באיור 1.

אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות המתוארות באיור 2 חזקות יותר מאשר אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות המתוארות באיור 1.

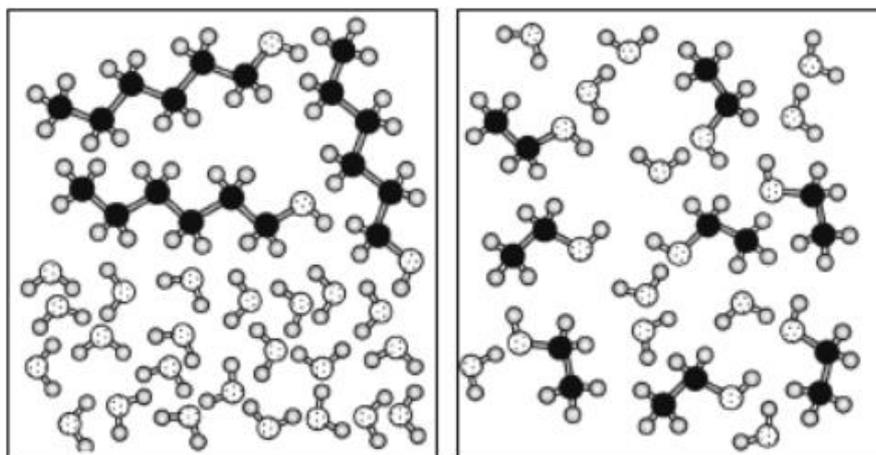
האנרגייה הנדרשת לניתוק הכוחות שבין המולקולות המתוארות באיור 2 גדולה מהאנרגייה הנדרשת לניתוק הכוחות שבין המולקולות המתוארות באיור 1.

טמפרטורת ההיתוך וטמפרטורת הרתיחה של חומר A גבוהות מאלו של חומר B, ולכן איור 2 מתאר את המבנה המיקרוסקופי של חומר A.

יש לציין שבין המולקולות של שני הנוזלים יש גם קשרי מימן, אך התרומה שלהם לאינטראקציות הבין מולקולריות בין שני הנוזלים דומה.

סעיף ג'

לכל אחד מן הכלים שבהם נמצאים החומרים A ו-B, הוסיפו נפח זהה של מים וערבבו. באיורים 3 ו-4 מתואר המבנה המיקרוסקופי של **תערובת** כל אחד מן החומרים עם מים לאחר הערבוב.



איור 4

איור 3

תת-סעיף i (הציון 77)

קבע באיזה מן האיורים, איור 3 או איור 4, מתוארת תמיסה באופן מיקרוסקופי. **נמק את קביעתך.**

התשובה

קביעה: איור 3

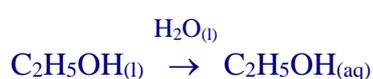
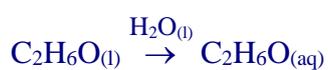
נימוק:

איור 3 מתאר תערובת של מולקולות משני סוגים המפוזרות באופן אחיד כך שנוצרת תערובת אחידה (תוך כדי יצירת תמיסה). (באיור 4 מתוארות שתי שכבות של נוזלים. תיאור זה הינו תערובת של שני סוגי מולקולות שאין בה פיזור אחיד ואין יצירת תמיסה.)

תת-סעיף ii

נסח את תגובת ההמסה במים של החומר המתאים לאיור שבחרת בתת-סעיף ג' i.

התשובה



או:

תת-סעיף iii

הסבר מדוע החומר האחר לא התמוסס במים. בתשובתך התבסס על האינטראקציות בין החלקיקים.

התשובה

(בין המולקולות של חומר A יש קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס.)
במולקולות של חומר A יש חלק הידרופובי גדול יחסית (או: שיר פחמימני גדול או: שרשרת אטומי פחמן ארוכה) וחלק הידרופילי קטן.
בין השיירים הפחמימניים נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס.
השיר הפחמימני מפריע ליצירת קשרי מימן עם מולקולות המים.
לכן המסיסות של חומר A במים נמוכה מאוד.

תת-סעיף iv (רשות)

מהו ההבדל המאקרוסקופי בין שתי התערובות המתוארות באיורים 3 ו-4 ?

התשובה

הנוזל המתואר באיור 3 נראה כנוזל אחיד (או: כתערובת הומוגנית) ואילו הנוזל המתואר באיור 4 נראה כשתי שכבות נוזליות שאינן מתערבבות (או: כתערובת הטרוגנית).

שאלה 14, בגרות תש"ף 2020 מבנה וקישור, אנרגיה

פתיח לשאלה

שאלה זו עוסקת בחומרים פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, ופחמן דו-גופרי, $\text{CS}_2(\text{l})$.

סעיף א'

תת-סעיף i

הסבר מדוע, בטמפרטורת החדר, פחמן דו-גופרי הוא נוזל ואילו פחמן דו-חמצני הוא גז.

התשובה

(שני החומרים הם חומרים מולקולריים.)

ענן האלקטרונים של מולקולת CO_2 קטן (22 אלקטרונים),

מענן האלקטרונים של מולקולת CS_2 (38 אלקטרונים).

לכן, במצב נוזל, אינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות CO_2 חלשות מאינטראקציות ון-דר-ולס בין מולקולות CS_2 .

האנרגייה הדרושה להפרדה בין מולקולות CS_2 גדולה מהאנרגייה הדרושה להפרדה בין מולקולות CO_2 . טמפרטורת הרתיחה של פחמן דו-גופרי גבוהה מטמפרטורת החדר, לכן החומר נוזל בטמפרטורה זו, ואילו טמפרטורת הרתיחה של פחמן דו-חמצני נמוכה מטמפרטורת החדר, ולכן הוא גז בטמפרטורה זו.

פתיח לתת-סעיפים ii - iii

בתנאים מתאימים פחמן דו-חמצני מתמוסס בפחמן דו-גופרי.

תת-סעיף ii

הסבר מדוע פחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$, מתמוסס בפחמן דו-גופרי, $\text{CS}_2(\text{l})$.

התשובה

בין המולקולות של $\text{CO}_2(\text{g})$ למולקולות של $\text{CS}_2(\text{l})$ יכולות להיווצר אינטראקציות מסוג ון-דר-ולס.

לכן $\text{CO}_2(\text{g})$ מתמוסס ב- $\text{CS}_2(\text{l})$.

תת-סעיף iii

נסח את תהליך ההמסה של פחמן דו-חמצני בפחמן דו-גופרי.

התשובה

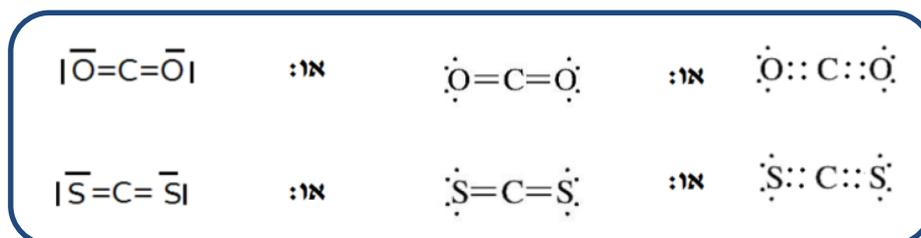


סעיף ב'

תת-סעיף i

סרטט את נוסחת הייצוג האלקטרונית של מולקולת CO_2 ואת נוסחת הייצוג האלקטרונית של מולקולת CS_2 .

התשובה



תת-סעיף ii

בטבלה שלפניך נתונים ערכי אנתלפיית הקשר של שני סוגי הקשרים המופיעים במולקולות CO_2 ו- CS_2 . התאם לכל ערך את סוג הקשר המתאים. ציין את שני הגורמים להבדל בין אנתלפיות הקשר.

הקשר	אנתלפיית הקשר $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ (קג'י'אול למול)
	803
	573

התשובה

קביעה:

אנתלפיית הקשר C=O היא: $803 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

אנתלפיית הקשר C=S היא: $573 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

הגורמים:

גורם 1 - קוטביות קשר (או: ההפרש בערכי האלקטרושליליות של אטומי הקשר).

גורם 2 - רדיוס אטומי של האטומים שמתתפים בקשר.

סעיף ג'

אנתלפיית האידוי של פחמן דו-גופרי היא $27.6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.

תת-סעיף i

נסח את התגובה של אידוי פחמן דו-גופרי ורשום את ערכו וסימנו של ΔH° לתגובה.

התשובה

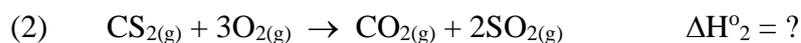


תת-סעיף ii

נתון ניסוח התגובה של שרפת פחמן דו-גופרי נוזלי (1) וכן שינוי האנתלפיה המלווה את התגובה.

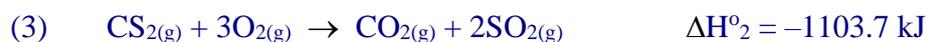
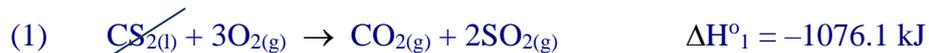


נתון ניסוח התגובה של שרפת פחמן דו-גופרי גז (2).



חשב את הערך של ΔH°_2 . פרט את חישוביך.

התשובה



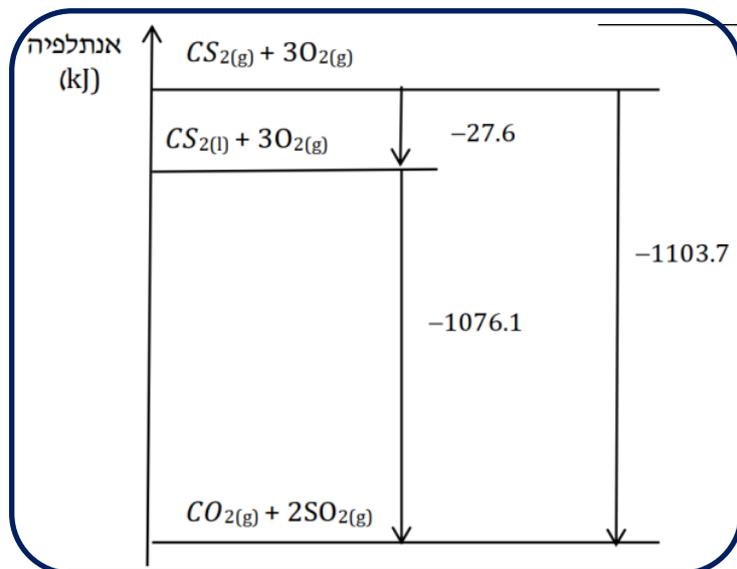
או:

$$\Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_1 - \Delta H^\circ_{\text{אידוי}}$$

$$\Delta H^\circ_2 = -1076 \text{ kJ} - 27.6 \text{ kJ} = -1103.7 \text{ kJ}$$

או:

פתרון באמצעות הצגה גרפית



סעיף ד' (רשות)

בכל מולקולה של גופרית דו-חמצנית, SO_2 , אטום הגופרית קשור לשני אטומי חמצן. נסמן כל אחד מן הקשרים ב- S-O.

נתון: אנתלפיית הקשר של $O=O$ היא $497 \frac{kJ}{mol}$.

חשב את ערכה של אנתלפיית הקשר S-O במולקולה SO_2 . היעזר בנתונים שבשאלה, ובתשובותיך בסעיפים הקודמים. פרט את חישוביך.

התשובה



נסמן את אנתלפיית הקשר S-O במולקולה SO_2 באות X.

$$\Delta H^{\circ}_{(S-O)} = X \frac{kJ}{mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_2 = 2 \times \Delta H^{\circ}_{(C-S)} + 3 \times \Delta H^{\circ}_{(O=O)} - 2 \times \Delta H^{\circ}_{(C=O)} - 4 \times \Delta H^{\circ}_{(S-O)}$$

$$2 \text{ mol} \times 573 \frac{kJ}{mol} + 3 \text{ mol} \times 497 \frac{kJ}{mol} - 2 \text{ mol} \times 803 \frac{kJ}{mol} - 4 \text{ mol} \times X \frac{kJ}{mol} = -1103.7 \text{ kJ}$$

$$1146 \text{ kJ} + 1491 \text{ kJ} - 1606 \text{ kJ} - 4X \text{ kJ} = -1103.7 \text{ kJ}$$

$$2637 - 1606 + 1103.7 = 4X$$

$$2134.7 = 4X$$

$$X = 533.675 \frac{kJ}{mol}$$

אנתלפיית הקשר S-O במול מולקולות SO₂ היא :

$$\Delta H^\circ_{(S-O)} = +533.675 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

או:

חישוב האנרגייה הדרושה לפירוק כל הקשרים במולקולות המגיבים :

$$2 \times \Delta H^\circ_{(C-S)} + 3 \times \Delta H^\circ_{(O=O)} = 2 \text{mol} \times 573 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 3 \text{mol} \times 497 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = +2637 \text{ kJ}$$

חישוב האנרגייה הנפלטת בעת יצירת כל הקשרים במולקולות התוצרים :

$$-(2 \times \Delta H^\circ_{(C=O)} - 4 \times \Delta H^\circ_{(S-O)}) = -(2 \text{ mol} \times 803 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 4 \text{mol} \times X \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) = -(1606 \text{ kJ} + 4X \text{ kJ})$$

$$2637 \text{ kJ} - (1606 \text{ kJ} + 4X \text{ kJ}) = -1103.7 \text{ kJ} \quad \text{חישוב הערך של X:}$$

$$4X = 2134.7 \text{ kJ}$$

$$X = 533.675 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

אנתלפיית הקשר S-O במול מולקולות SO₂ היא :

$$\Delta H^\circ_{(S-O)} = +533.675 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

שאלה 1, בגרות תשע"ט 2019 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 יוניים 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. מסיה 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. מסיה ג' אינו נכון. חלקיק Z הינו אטום ניטרלי ואילו החלקיקים X ו-Y הם יוניים 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). מסיה ד' אינו נכון. לאטום הניאון 10 פרוטונים בגרעין ולחלקיק Z יש 8 פרוטונים בגרעין.

שאלה 2, בגרות תשע"ט 2019 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 $\text{Na}_3\text{P}_{(s)}$.

שאלה 3, בגרות תשע"ט 2019 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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_{2(l)}$ חזקים מקשרי חזקים של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.
- הקשרים שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ חזקים מן הקשרים שבין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$.
- בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ 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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ יש אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד, כי אין אפשרות ליצירת קשרי מימן בין מולקולות. לאטום פלואור שבמולקולת $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ יש שלושה זוגות אלקטרוניים לא קושרים, אך במולקולה זו אין אטום מימן החשוף מאלקטרוניים. (אטומי מימן במולקולת $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}_{(l)}$ 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 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_{2(l)}$ יש קשרי מימן בין זוגות אלקטרוניים לא קושרים של אטומי חנקן לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרוניים שבמולקולות הסמוכות (אטומי מימן שקשורים לחנקן).

בין המולקולות של $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ יש קשרי מימן בין זוגות אלקטרוניים לא קושרים של אטומי חמצן לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרוניים 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 10, בגרות תשע"ט 2019 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 $\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$ 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 אנרגייה, ואילו ביוני Na^+ יש אלקטרונים בשתי רמות

אנרגייה. (או: ביוני K^+ יש יותר רמות אנרגייה 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 ${}_{49}^{115}\text{In}$.

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	${}_{49}^{115}\text{In}^{3+}$

סעיף ג'

השבב 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 1, בגרות תשע"ח 2018 מבנה האטום

נתונים שניים מן האיזוטופים של רובידיום: Rb_{37}^{85} ו- Rb_{37}^{87} .
משני האיזומרים האלה, רק איזוטופ ^{87}Rb פולט קרינה רדיואקטיבית.
מהי הקביעה הנכונה?

- כאשר האיזוטופ Rb_{37}^{87} פולט קרינת β , נוצר האיזוטופ Sr_{38}^{87} .
- מספר הנויטרונים באיזוטופ ^{87}Rb שווה למספר הנויטרונים באיזוטופ ^{85}Rb .
- מספר האלקטרונים באטום ניטרלי של ^{87}Rb גדול ממספר האלקטרונים התרכובת $^{87}\text{RbCl}_{(s)}$ אינה פולטת קרינה רדיואקטיבית.

הנימוק

התשובה הנכונה היא א'.

בקרינה רדיואקטיבית מסוג בטא, מגרעין האטום נפלט חלקיק β שהוא אלקטרון. נויטרון אחד בגרעין מתפרק לפרוטון ואלקטרון, לכן מספר נויטרונים קטן באחד ומספר פרוטונים גדל באחד (סך כול מספר פרוטונים + מספר נויטרונים במגיבים ובתוצרים נשאר שווה). האיזוטופ Rb_{37}^{87} פלט קרינת β , נוצר האיזוטופ Sr_{38}^{87} . זאת אומרת, מספר מסה לא השתנה ומספר פרוטונים עלה באחד.

מסיח ב' אינו נכון. לשני איזוטופים של אותו יסוד מספר נויטרונים שונה ולכן מספר המסה שונה. מסיח ג' אינו נכון. איזוטופים של אותו יסוד מכילים מספר אלקטרונים שווה. מסיח ד' אינו נכון. כאשר ביצירת תרכובת משתתפים אטומי יסוד רדיואקטיבי, האטומים ו/או יונים של יסוד זה ממשיכים להיות רדיואקטיביים גם בתרכובת, שכן הגרעינים לא משתנים בתהליך היווצרות התרכובת.

שאלה 2, בגרות תשע"ח 2018 מבנה האטום ומבנה וקישור

האותיות X ו-Z הן סמלים שרירותיים המייצגים שני יסודות בשורה השלישית של הטבלה המחזורית.

היסוד X מוליך חשמל במצב מוצק.

היסוד Z אינו מוליך חשמל במצב מוצק.

מהו ההיגד הנכון?

- א. אנרגיית היינון של אטום היסוד X גבוהה מאנרגיית היינון של אטום היסוד Z.
- ב. הרדיוס של אטום היסוד X גדול מן הרדיוס של אטום היסוד Z.
- ג. התרכובת המתקבלת מן היסודות X ו-Z היא גז בטמפרטורת החדר.
- ד. נוסחת התרכובת של יסוד X עם מימן, H, היא XH_4 .

הנימוק

התשובה הנכונה היא ב'.

שני היסודות נמצאים באותה שורה (באותו מחזור) בטבלה המחזורית. היסוד X מוליך חשמל במצב מוצק, ז.א. הוא יסוד מתכתי, ומיקומו בשורה השלישית לפני היסוד Z. ככל שמספר אטומי של היסוד בשורה גדול יותר, הרדיוס של אטום שלו קטן יותר.

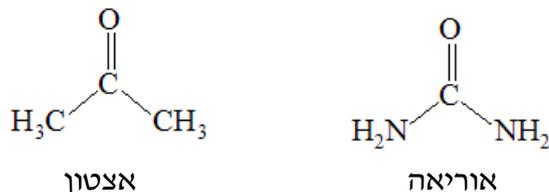
מסיח א' אינו נכון. אנרגיית היינון של אטום היסוד X נמוכה מאנרגיית היינון של אטום היסוד Z, מפני שככל שמספר אטומי של יסוד בשורה הולך וגדל אנרגיית יינון הולכת וגדלה, כי המטען הגרעיני הולך וגדל.

מסיח ג' אינו נכון. התרכובת המתקבלת מן היסודות X ו-Z היא מוצק בטמפרטורת החדר. מדובר בתרכובת יונית הנוצרת בתגובה בין מתכת לבין אל-מתכת.

מסיח ד' אינו נכון. נוסחת התרכובת של יסוד X עם מימן, H, יכולה להיות: XH , XH_2 , XH_3 . זאת תרכובת בין מימן ליסוד מטור ראשון, שני או שלישי בלבד.

שאלה 3, בגרות תשע"ח 2018 מבנה וקישור

לפניך ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של מולקולות החומרים: אוריאה ואצטון.

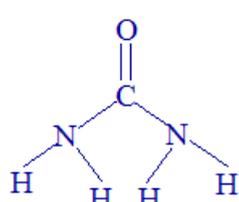
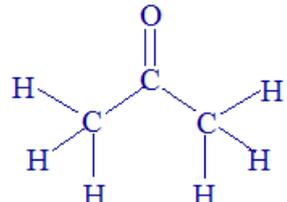


מהו ההיגד הנכון?

- א. המספר הכולל של אלקטרונים במולקולה של אוריאה גדול מן המספר הכולל של אלקטרונים במולקולה של אצטון.
- ב. במולקולות של שני החומרים יש אטומי מימן, H, "חשופים מאלקטרוניים".
- ג. בין המולקולות של אוריאה וגם בין המולקולות של אצטון נוצרות אינטראקציות ון-דר-ולס בלבד.
- ד. המולקולות של אוריאה וגם המולקולות של אצטון יכולות ליצור קשרי מימן עם מולקולות מים.

הנימוק

התשובה הנכונה היא ד'. כדי לבחור בתשובה הנכונה יש להשוות בין שתי המולקולות הנתונות:

החומר	אוריאה	אצטון
סוג החומר	שניהם חומרים מולקולריים	
נוסחה מולקולרית	N_2H_4CO	C_3H_6O
ייצוג מלא לנוסחת מבנה		
גודל יחסי של ענני האלקטרונים במולקולות החומרים הנתונים	30 אלקטרונים	30 אלקטרונים
סוג הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס	אינטראקציות ון-דר-ואלס
חוזק יחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל	כוחות בין מולקולריים באוריאה חזקים יותר מאשר באצטון.	

מתוך האמור בטבלה ניתן לראות שהיגדים א', ב', ג' אינם נכונים.

היגד ד' נכון, כיוון שבין מולקולות אצטון לבין מולקולות מים נוצרים קשרי מימן. קשרי מימן נוצרים בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטום חמצן במולקולת אצטון לבין אחד מאטומי המימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולת המים הסמוכה.

בין מולקולות אוריאה לבין מולקולות מים ייווצרו קשרי מימן בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטום החמצן או אטום החנקן במולקולת אוריאה לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולת מים סמוכה. ייווצרו קשרי מימן גם בין זוגות אלקטרונים לא קושרים של אטום חמצן של מולקולת מים לבין אחד מאטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולת אוריאה סמוכה.

שאלה 10, בגרות תשע"ח 2018 מבנה וקישור וכימיה של מזון

פתיח לשאלה

שמן קוקוס הוא שמן צמחי המופק מן הפרי של עץ הקוקוס.

סעיף א'

רוב השמנים הצמחיים (כמו שמן זית, שמן תירס) הם נוזלים בטמפרטורת החדר, אך שמן קוקוס הוא מוצק בטמפרטורת החדר.

ההיגדים a , b שלפניך נוגעים לגורמים שיכולים להשפיע על מצב הצבירה של שמן הקוקוס בטמפרטורת החדר. קבע איזה היגד, a או b , הוא נכון. **הסבר מדוע פסלת את ההיגד האחר.**

a בטריגליצרידים שבשמן קוקוס יש אחוז גבוה של חומצות שומן רוויות.

b בטריגליצרידים שבשמן קוקוס יש אחוז גבוה של חומצות שומן בלתי רוויות מסוג טרנס.

התשובה

קביעה:

היגד a נכון.

הסבר:

היגד b אינו נכון כי חומצות השומן הבלתי רוויות בשמנים הטבעיים (כמו שמן קוקוס) הן (רובן) מסוג ציס.

או:

חומצות שומן מסוג טרנס נוצרות בעיקר בתהליכי הידרוגנציה של שמנים צמחיים וכמעט ואינן קיימות בטבע.

לקבל גם הסבר המתייחס להשפעת מספר הקשרים הכפולים במולקולות של טריגליצרידים על טמפרטורת ההיתוך.

סעיף ב'

תת-סעיף i

מהו תהליך ההידרוגנציה?

התשובה

תהליך ההידרוגנציה הוא תהליך של סיפוח אטומי מימן לקשרים הכפולים (בין אטומי פחמן).

תת-סעיף ii

קבע אם טמפרטורת ההיתוך של שמן קוקוס שעבר הידרוגנציה גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של שמן קוקוס טבעי (שלא שעבר הידרוגנציה) או נמוכה ממנה. **נמק את קביעתך.**

התשובה

קביעה :

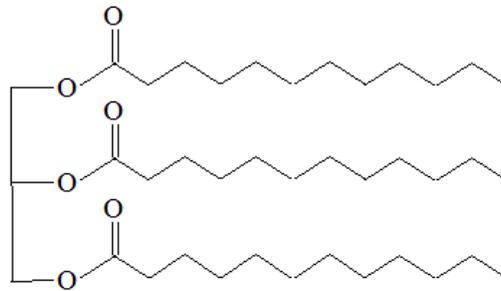
גבוהה יותר.

נימוק :

קשרים כפולים במבנה ציס יוצרים כיפוף במולקולה ומפריעים להתארגנות מולקולות באריזה צפופה. כתוצאה מתהליך ההידרוגנציה עולה שיעור חומצות השומן הרוויות בטריגליצרידים שבשמן קוקוס. כאשר אין בהן קשרים כפולים במצב ציס (או : יש בהן פחות קשרים כפולים), המולקולות של הטריגליצרידים (פחות כפופות) יכולות להתארגן באריזה יותר צפופה. אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות נעשות חזקות יותר. נדרשת יותר אנרגיה כדי להחליש את האינטראקציות. לכן טמפרטורת ההיתוך של שמן קוקוס שעבר הידרוגנציה גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של שמן קוקוס טבעי.

סעיף ג'

טרילאורין הוא טריגליצריד שנמצא בשמן קוקוס. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של טרילאורין :



בהידרוליזה של טרילאורין מקבלים חומצה לאורית (lauric acid) ותוצר נוסף.

תת-סעיף i

כתוב רישום מקוצר של החומצה הלאורית.

התשובה

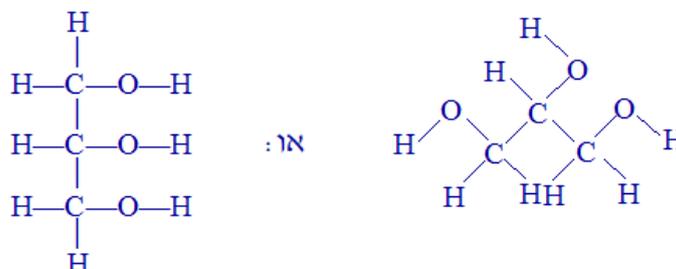
C12:0

תת-סעיף ii

רשום ייצוג מלא לנוסחת המבנה של **התוצר הנוסף** המתקבל בתגובת ההידרוליזה של טרילאורין.

התשובה

גליצרול



סעיף ד'

המסיסות במים של חומצה לאורית היא נמוכה. הסבר מדוע.

התשובה

במולקולות של חומצה לאורית יש:

שייר פחמימני גדול יחסית (**או**: חלק הידרופובי גדול יחסית) וקבוצה קרבוקסילית (**או**: חלק הידרופילי קטן יחסית).

במולקולות של חומצה לאורית יש מעט מוקדים ליצירת קשרי מימן (**או**: בין מולקולות של חומצה לאורית ובין מולקולות המים יכולים להיווצר מעט קשרי מימן).

או:

אינטראקציות ון-דר-ולס בין המולקולות של חומצה לאורית חזקות יחסית. השייר הפחמימני הגדול יחסית מפריע ליצירת קשרי מימן בין הקבוצה הקרבוקסילית במולקולות של חומצה לאורית לבין מולקולות המים. (כתוצאה מכך המסיסות במים של חומצה לאורית היא נמוכה.)

סעיף ה'

חומצה לאורית משמשת גם לייצור הסבון נתרן לאורט, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COONa}_{(s)}$.

תת-סעיף i

נתרן לאורט נוצר בתגובה של חומצה לאורית עם חומר נוסף.

קבע איזה חומר - $\text{NaOH}_{(aq)}$ או $\text{NaCl}_{(aq)}$ - מתאים לתגובה של חומצה לאורית ליצירת הסבון.

נמק את קביעתך.

התשובה

קביעה :

תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$

נימוק :

תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ היא תמיסת בסיס.

חומצה לאורית מגיבה עם תמיסת $\text{NaOH}_{(aq)}$ בתגובת סתירה.

(הסבון נתרן לאורט הוא תוצר של תגובה זו.)

תת-סעיף ii

בין חלקיקי נתרן לאורט יש קשרים יוניים וגם אינטראקציות ון-דר-ואלס. הסבר קביעה זו.

התשובה

(התרכובת סודיום לאורט מורכבת מיוני Na^+ ומיוני $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}^-$).

הקשרים היוניים נוצרים בין יוני Na^+ לבין קבוצת COO^- שבקצה הקרבוקסילי של היונים השליליים.

אינטראקציות ון-דר-ואלס נוצרות בין השיירים הפחמימניים (או : השרשרות הפחמימניות) שביונים השליליים.

שאלה 1א', בגרות תשע"ז 2017 מבנה וקישור

האותיות a, b, c הן סמלים שרירותיים המייצגים שלושה יסודות בטבלה המחזורית. לפיכך נוסחאות ייצוג אלקטרוניות של אטומי היסודות a, b, c.



בין שניים מבין היסודות האלה יכולה להתקיים תגובה שבה תתקבל תרכובת יונית. מהי הנוסחה האמפירית הנכונה של תרכובת זו?

1. a_5b_2

2. a_2b_3

3. ac

4. ac_3

הנימוק

התשובה הנכונה היא 3.

מספר אלקטרוני הערכיות קובע את מספר הטור.

סידור 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		

על פי נתוני השאלה, יסוד c, שלאטומים שלו יש 6 אלקטרוני ערכיות, שייך לטור השישי במערכת המחזורית. יסוד a, שלאטומים שלו יש 2 אלקטרוני ערכיות, שייך לטור השני במערכת המחזורית. לפיכך היונים, הנוצרים מאטומי המתכות מטור השני הם בעלי מטען $+2$ בתרכובות יוניות. היונים, הנוצרים מאטומי האל מתכות מטור השישי, הם בעלי מטען -2 בתרכובות יוניות. לכן נוסחת התרכובת היא ac.

שאלה 1ב', בגרות תשע"ז 2017 מבנה האטום

בעת האחרונה הצליחו מדענים ליצור באופן מלאכותי ארבעה יסודות חדשים שהמספרים האטומיים שלהם: 113, 115, 117 ו-118.

היסוד שמספרו האטומי 118 נמצא בטבלה המחזורית מתחת ליסוד רדון, ${}_{86}\text{Rn}$.

לפניך ארבעה היגדים 1-4. מהו ההיגד הלא נכון?

1. ארבעת היסודות החדשים נמצאים באותו טור בטבלה המחזורית.
2. לאטומים של ארבעת היסודות החדשים יש מספר שווה של רמות אנרגיה מאוכלסות.
3. לאטום של היסוד שמספרו האטומי 118, יש 8 אלקטרונים ברמת האנרגיה הגבוהה ביותר.
4. ארבעת היסודות החדשים נמצאים באותה שורה בטבלה המחזורית.

הנימוק

התשובה הנכונה היא 1 - ההיגד לא נכון. ארבעת היסודות החדשים נמצאים באותה שורה ולא באותו טור. היות והאטום של היסוד שמספרו האטומי 118 נמצא בטור 8, היסודות האחרים נמצאים לפניו באותה שורה.

היגדים 2 ו-4 נכונים: היסודות נמצאים באותה שורה, ובאטומי היסודות האלה יש אותו מספר של רמות אנרגיה מאוכלסות.

היגד 3 נכון: אטום של היסוד שמספרו האטומי 118 נמצא בטור של ראדון, ${}_{86}\text{Rn}$, טור הגזים האצילים, באטום של היסוד 8 אלקטרונים ברמת האנרגיה הגבוהה ביותר.

שאלה 1ג', בגרות תשע"ז 2017 מבנה וקישור

בטבלה שלפניך מידע על המוליכות החשמלית של ארבעה חומרים מוצקים. רק חלק מן המידע הוא נכון.

מוליכות חשמלית במצב נוזל	מוליכות חשמלית במצב מוצק	החומר
+	+	Rb _(s) , רובידיום
-	+	RbBr _(s) , רובידיום ברומי
+	-	C גרפיט, C _(s) גרפיט
-	-	SiO _{2(s)} , צורן דו-חמצני

מהם החומרים שעבורם המידע שבטבלה הוא נכון?



הנימוק

התשובה הנכונה היא 4.

המתכת רובידיום מוליכה חשמל גם במצב מוצק וגם במצב נוזל, הודות לאלקטרונים החופשיים לנוע - "ים אלקטרונים".

צורן דו-חמצני הוא חומר אטומרי שלא מוליך חשמל במצב מוצק ובמצב נוזל, כי אין בו חלקיקים טעונים בעלי כושר ניידות.

המסיחים 1, 2, 3 לא נכונים, הם מתייחסים למידע שאינו נכון:

רובידיום ברומי - חומר יוני שלא מוליך חשמל במצב מוצק, כי היונים המרכיבים אותו - המטענים אינם ניידים, ומוליך במצב נוזל, כי במצב זה היונים חופשיים לנוע.

גרפיט - חומר אטומרי שמוליך במצב מוצק, כי יש בו אלקטרונים החופשיים לנוע.

שאלה 3 בגרות תשע"ז 2017 מבנה האטום ותכונות חומרים

פתיח לשאלה

השאלה עוסקת ביסוד מימן ובאחדים משימושיו.

סעיף א'

ליסוד מימן שלושה איזוטופים טבעיים ולהם שמות שונים: מימן, H, דאוטריום, D, וטריטיום, T. הסימול של אטום מימן הוא ${}^1_1\text{H}$.

אטום D כבד פי 2 מאטום H, ואילו אטום T כבד פי 3 מאטום H.

תת-סעיף i

רשום את הסימול של אטום D ושל אטום T.

התשובה:

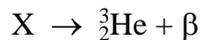
דאוטריום: ${}^2_1\text{D}$ (או: ${}^2_1\text{H}$)

טריטיום: ${}^3_1\text{T}$ (או: ${}^3_1\text{H}$)

תת-סעיף ii

רק אחד משלושת האיזוטופים H, D ו-T פולט קרינה רדיואקטיבית. נסמן איזוטופ זה באות X.

לפניך ניסוח התהליך שבו איזוטופ X פולט קרינה רדיואקטיבית.



קבע מהו האיזוטופ של היסוד מימן המסומן באות X. נמק.

התשובה:

קביעה:

$X = {}^3_1\text{H}$ או T

נימוק:

כאשר גרעין של אטום רדיואקטיבי פולט קרינת β , המספר האטומי עולה ב-1 ומספר המסה אינו משתנה (בסיום התהליכים המתרחשים בגרעין נויטרון נהפך לפרוטון ואלקטרון).

או:

כאשר גרעין של אטום רדיואקטיבי פולט קרינת β , יש שינוי במספר האטומי ואין שינוי במספר המסה.



או:

סעיף ב'

טמפרטורת הרתיחה, T_b , של מימן נוזלי, $\text{H}_2(l)$, היא נמוכה מאוד, $T_b = 20 \text{ K}$. הסבר מדוע.

התשובה:

המספר הכולל של האלקטרונים (אן: ענן האלקטרונים) במולקולות של מימן הוא קטן מאוד (במולקולה אחת יש רק 2 אלקטרונים).
במצב נוזל, בין המולקולות של מימן יש אינטראקציות ון-דר-וואלס חלשות מאוד.
נדרשת אנרגיה מעטה כדי להפריד את המולקולות זו מזו.
לכן טמפרטורת הרתיחה של מימן היא נמוכה מאוד (קרובה לאפס מוחלט).

סעיף ג'

משתמשים בגז מימן, $H_{2(g)}$, כדי למנוע פליטה לאוויר של תרכובות גפרית רעילות בעת שרפת חומרי דלק שמופקים מנפט גולמי.
בחומרי דלק אלה יש תרכובות גפרית, כגון פנטאן-תיוול, $CH_3(CH_2)_3CH_2SH_{(l)}$.
בתנאים מתאימים, מימן מגיב עם פנטאן-תיוול.
תוצרי התגובה הם מימן גפרי, $H_{2S(g)}$, ופנטאן, $CH_3(CH_2)_3CH_{3(l)}$.

תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה בין $H_{2(g)}$ לבין $CH_3(CH_2)_3CH_2SH_{(l)}$.

התשובה:



תת-סעיף ii

קבע אם בתגובה זו $H_{2(g)}$ מגיב כחמצן או כמחזור. נמק.

התשובה:

קביעה:

המימן מגיב כמחזור.

נימוק:

במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי המימן עולה (מ-0 במגיב ל-+1 בתוצר).

או:

בתגובה זו אטומי H במולקולות H_2 מאבדים אלקטרונים.

סעיף ד'

גז מימן, $H_{2(g)}$, יכול לשמש גם חומר דלק למכוניות.

אפשר להפיק $H_{2(g)}$ בתגובה בין מגנזיום מימני, $MgH_{2(s)}$, לבין מים, $H_2O_{(l)}$, על פי תגובה (1).



תת-סעיף i

קבע אם בתגובה (1) יש מעבר של אלקטרונים. נמק.

התשובה:

קביעה:

בתגובה (1) יש מעבר של אלקטרונים.

נימוק:

(תגובה (1) היא תגובת חמצון-חיזור.)

בתגובה (1) יש שינויים בדרגות החמצון של אטומי מימן.

או:

במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי המימן משתנה מ- (-1) במגיב - ביוני H^- ב- $MgH_2(s)$ ל- (0) בתוצר.

או:

במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי המימן משתנה מ- $(+1)$ במגיב - באטומי H ב- $H_2O(l)$ ל- (0) בתוצר.

תת-סעיף ii

מדענים מציעים להשתמש ב- $MgH_2(s)$ כ"חומר אחסון" שממנו יופק מימן.

חשב את המסה של $MgH_2(s)$ הדרושה לקבלת 10,000 ליטר $H_2(g)$. **פרט את חישוביך**.

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

התשובה:

מספר המולים של $H_2(g)$ ב- 10,000 ליטר:
$$\frac{10,000 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 400 \text{ mol}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה מ- 1 מול $MgH_2(s)$ מקבלים 2 מול $H_2(g)$.

מספר המולים של $MgH_2(s)$ שהגיבו: 200 mol

המסה המולרית של $MgH_2(s)$: $26 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

המסה של $MgH_2(s)$ הדרושה: $200 \text{ mol} \times 26 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 5,200 \text{ gr} = 5.2 \text{ kg}$

שאלה 5 בגרות תשע"ז 2017 מבנה וקישור ומצב גז

פתיח לשאלה

הגזים אתאן, $C_2H_6(g)$, ומתאנאל, $H_2CO(g)$, משמשים חומרי מוצא בתעשיית החומרים הפלסטיים.

סעיף א'

ציין שני מאפיינים ברמה המיקרוסקופית של גז הנמצא בכלי סגור.

התשובה:

שניים מן המאפיינים:

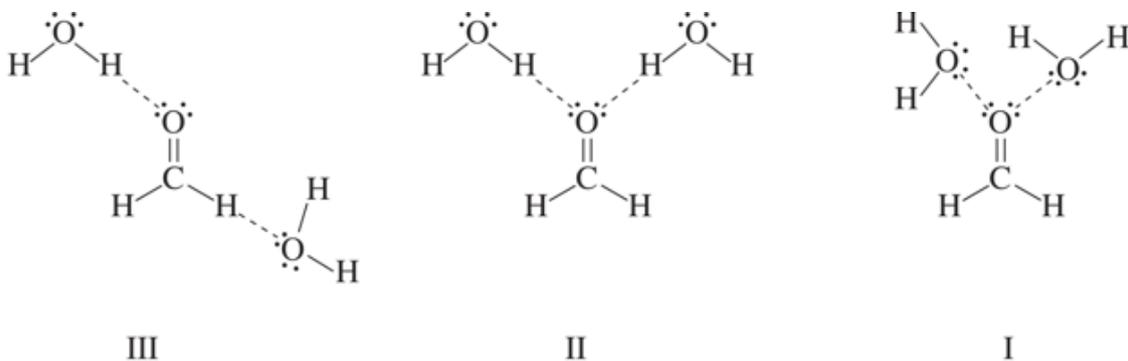
- הגז מורכב ממולקולות.
- המולקולות (או: חלקיקי הגז) יכולות לבצע תנועות מסוג מעתק, סיבוב ותנודה.
- המולקולות מתנגשות זו בזו ובדפנות הכלי.
- המולקולות אינן מסודרות.
- המרחקים בין המולקולות גדולים מאוד (ביחס לגודל המולקולות).
- האינטראקציות (או: כוחות המשיכה) בין המולקולות חלשות מאוד (זניחות).

סעיף ב'

מתאנאל, $H_2CO(g)$, מתמוסס גם במים, $H_2O(l)$, וגם בבנון, $C_6H_6(l)$.

תת-סעיף i

קבע איזה מן האיורים III-I שלפניך הוא תיאור סכמטי נכון של קשרי המימן שיכולים להיווצר בין מולקולה של מתאנאל ומולקולות של מים. הסבר מדוע פסלת את שני האיורים האחרים.



התשובה:

קביעה:

איור II

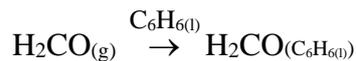
נימוק:

(קשרי המימן יכולים להיווצר בין אטום מימן חשוף מאלקטרוניים במולקולה של מים לבין זוג אלקטרוניים לא קושר של אטום החמצן במולקולה של מתאנאל).
איור I אינו נכון, כיוון שמוצגים בו קשרים בין מולקולריים בין שני אטומי חמצן.
איור III אינו נכון, כי אטומי המימן שקשורים לאטום הפחמן במולקולה של מתאנאל אינם חשופים מאלקטרוניים (ההפרש באלקטרושליליות של אטומי הקשר הוא קטן יחסית), ולכן לא נוצרים קשרי מימן.

תת-סעיף ii

נסח את תהליך ההמסה של מתאנאל בבנון.

התשובה:



סעיף ג'

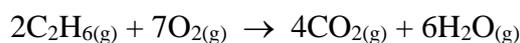
מקרים בהדרגה את שני הגזים, $\text{C}_2\text{H}_6(g)$ ו- $\text{H}_2\text{CO}(g)$, כל גז בכלי אחר.
הראשון שמתעבה (הופך לנוזל) הוא מתאנאל, $\text{H}_2\text{CO}(g)$. הסבר מדוע הגז $\text{H}_2\text{CO}(g)$ מתעבה ראשון.

התשובה:

הגז $\text{H}_2\text{CO}(g)$ הוא הראשון להתעבות כיוון שטמפרטורת הרתיחה של $\text{H}_2\text{CO}(l)$ גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של $\text{C}_2\text{H}_6(l)$.
אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של $\text{H}_2\text{CO}(l)$ חזקות מאינטראקציות ון-דר-ואלס שבין המולקולות של $\text{C}_2\text{H}_6(l)$.
הסיבה לכך היא שבמולקולות של מתאנאל יש דו-קוטב קבוע, ואילו במולקולות של אתאן יש דו-קוטב רגעי (אין כמעט הבדל במספר הכולל של אלקטרוניים במולקולות של שני החומרים).

פתיח לסעיפים ד'-ה'

אתאן, $\text{C}_2\text{H}_6(g)$, מגיב עם חמצן, $\text{O}_2(g)$, על פי התגובה:

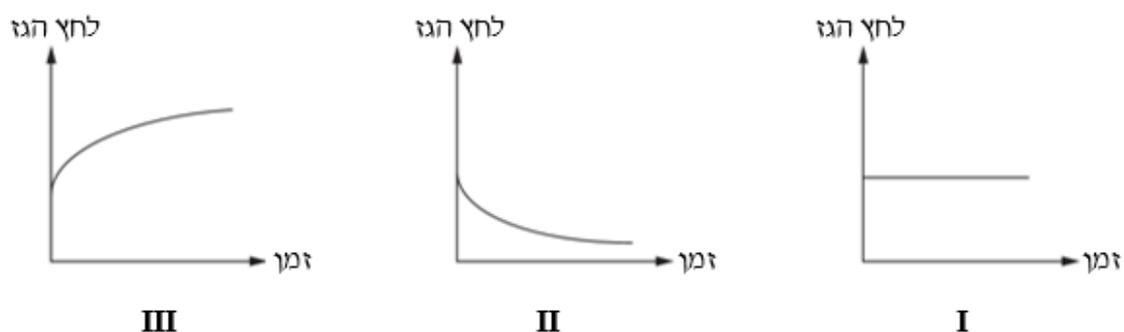


ביצעו שני ניסויים. בכל אחד מן הניסויים הכניסו לתוך כלי דגימה של $\text{C}_2\text{H}_6(g)$ וכמות מתאימה של $\text{O}_2(g)$ והדליקו את תערובת הגזים.

סעיף ד'

בניסוי הראשון ביצעו את התגובה בכלי סגור שנפחו קבוע. במהלך הניסוי שמרו על טמפרטורה קבועה ומדדו את לחץ הגז בתוך הכלי.

קבע איזה מן הגרפים III-I שלפניך מתאר נכון את השתנות לחץ הגז בתוך הכלי. **נמק.**



התשובה:

קביעה:

גרף III

נימוק:

במהלך התגובה גדל מספר המולים של גז בכלי (מ- 9 מול גז במגיבים ל- 10 מול גז בתוצרים). (גדל מספר מולקולות הגז בכלי, נפח הכלי והטמפרטורה אינם משתנים). מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות הכלי עולה ולכן לחץ הגז בכלי עולה.

סעיף ה'

בניסוי השני ביצעו את התגובה בכלי סגור שצורתו מזרק.

לתוך הכלי הכניסו 0.02 מול $C_2H_6(g)$ וכמות מתאימה של $O_2(g)$, והדליקו את תערובת הגזים. הגזים הגיבו בשלמות.

במהלך הניסוי שמרו על לחץ וטמפרטורה קבועים.

בתום התגובה מדדו את נפח הכלי.

בתנאי הניסוי, הנפח של 1 מול גז הוא 30 ליטר.

תת-סעיף i

חשב את נפח החמצן שהגיב. **פרט את חישוביך.**

התשובה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 2 מול $C_2H_6(g)$ מגיבים עם 7 מול $O_2(g)$.

כשהגיבו 0.02 מול $C_2H_6(g)$, מספר המולים של $O_2(g)$ שהגיבו:

$$\frac{0.02 \text{ mol} \times 7 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0.07 \text{ liter}$$

נפח ה- $O_{2(g)}$ שהגיב :

$$0.07 \text{ mol} \times 30 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 2.1 \text{ liter}$$

תת-סעיף ii

מהו נפח הכלי שנמדד בתום הניסוי? פרט את חישוביך והסבר.

התשובה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, כשמגיבים 2 מול $C_2H_{6(g)}$, נוצרים 4 מול $CO_{2(g)}$ ו-6 מול $H_2O_{(g)}$.

כאשר הגיבו 0.02 מול $C_2H_{6(g)}$ נוצרו 0.04 מול $CO_{2(g)}$ ו-0.06 מול $H_2O_{(g)}$.

מספר המולים של התוצרים בתום הניסוי: $0.04 \text{ mol} + 0.06 \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$

נפח התוצרים בתום התגובה: $0.1 \text{ mol} \times 30 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 3 \text{ liter}$

שאלה 7 בגרות תשע"ז 2017 מבנה וקישור ואנרגיה

פתיח לשאלה

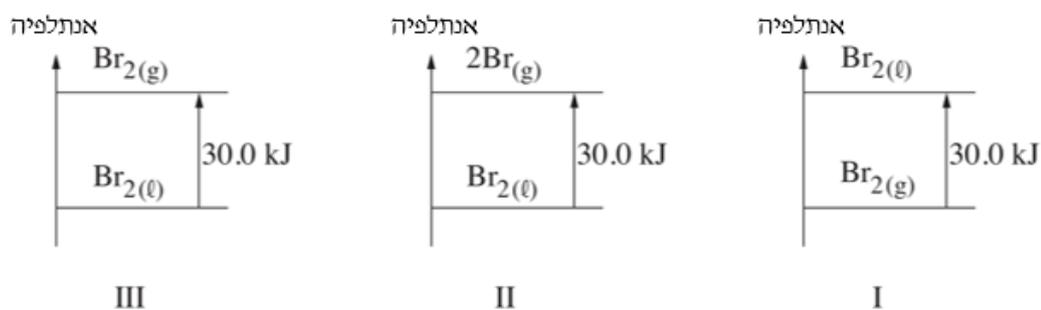
השאלה דנה בהיבטים אנרגטיים הנוגעים ליסודות ממשפחת ההלוגנים.

סעיף א'

הערך של אנתלפיית האידוי, ΔH°_v , של ברום, $\text{Br}_{2(l)}$, בטמפרטורת הרתיחה,

$$\Delta H^\circ_v = 30.0 \text{ kJ/mol.}$$
 הוא :

קבע איזה משלושת התיאורים הגרפיים III-I שלפניך מציג נכון את שינוי האנתלפיה בתהליך האידוי של $\text{Br}_{2(l)}$. נמק את קביעתך.



התשובה:

קביעה:

גרף III

נימוק:

אנתלפיית האידוי היא שינוי האנתלפיה בתהליך ההפיכה של 1 מול נוזל לגז. הברום מורכב ממולקולות גם במצב נוזל וגם במצב גז.

או:

אנתלפיית האידוי של ברום היא שינוי האנתלפיה בתהליך: $\text{Br}_{2(l)} \rightarrow \text{Br}_{2(g)}$

או:

אנתלפיית האידוי של ברום היא כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 מול $\text{Br}_{2(l)}$ בטמפרטורת הרתיחה.

סעיף ב'

בטבלה שלפניך מוצגים ערכי ΔH°_v עבור שלושה יסודות ממשפחת ההלוגנים.

היסוד	אנתלפיית אידוי, ΔH°_v (kJ/mol)
$\text{Cl}_{2(l)}$	20.4
$\text{Br}_{2(l)}$	30.0
$\text{I}_{2(l)}$	41.8

לפניך שני ערכים של אנתלפיית אידוי, ΔH°_v : 6.6 kJ/mol ו- 26.4 kJ/mol .
קבע איזה משני הערכים האלה הוא הערך המתאים עבור ΔH°_v של פלואור, $\text{F}_{2(l)}$.
נמק את קביעתך.

התשובה:

קביעה:

6.6 kJ/mol

נימוק:

המספר הכולל של אלקטרונים (או: ענן האלקטרונים) במולקולות של פלואור (18 אלקטרונים במולקולה אחת) קטן מהמספר הכולל של אלקטרונים במולקולות של כלור (34 אלקטרונים במולקולה אחת). לכן ככל שענני האלקטרונים גדולים יותר, יש סיכוי גדול יותר ליצירת דו-קטבים רגועים שאחראיים לאינטראקציות ון-דר-ואלס.
אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של פלואור חלשות מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות של כלור.
לכן יש להשקיע פחות אנרגיה כדי לפרק את הכוחות שבין המולקולות של פלואור (או: אנתלפיית האידוי של פלואור נמוכה מאנתלפיית האידוי של כלור).

פתיח לסעיפים ג'-ד'

בטבלה שלפניך מוצגים ערכים של אנתלפיית קשר.

הקשר	H – Cl	Br – Br	H – Br	Cl – Cl
אנתלפיית הקשר (kJ/mol)	431	193	366	242

סעיף ג'

תת-סעיף i

הסבר מדוע הערך של אנתלפיית הקשר Br – Br גדול מן הערך של אנתלפיית האיזודי, ΔH°_v , של ברום, $\text{Br}_{2(l)}$.

התשובה:

אנתלפיית הקשר Br – Br היא כמות האנרגיה הנדרשת לניתוק 1 מול קשרים קוולנטיים (או: קשרים קוולנטיים שבין אטומי Br) במולקולות $\text{Br}_{2(g)}$. אנתלפיית האיזודי של ברום היא כמות האנרגיה הנדרשת לניתוק אינטראקציות ון-דר-ואלס בין המולקולות (או כוחות בין המולקולות) ב- 1 מול של $\text{Br}_{2(l)}$. הקשרים הקוולנטיים בין אטומי הברום חזקים מאינטראקציות ון-דר-ואלס שבין מולקולות הברום, ולכן נדרשת אנרגיה רבה יותר לניתוקם (ולכן הערך של אנתלפיית הקשר Br – Br גדול מהערך של אנתלפיית האיזודי של $\text{Br}_{2(l)}$).

תת-סעיף ii

ציין מהו הגורם לכך שהערך של אנתלפיית הקשר Cl – Cl גדול מן הערך של אנתלפיית הקשר Br – Br.

התשובה:

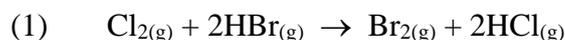
הגורם הוא הרדיוס האטומי של האטומים המשתתפים בקשר. או:

הרדיוס של אטום Cl קטן מהרדיוס של אטום Br.

סעיף ד'

תת-סעיף i

כלור, $\text{Cl}_{2(g)}$, מגיב עם מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$, על פי תגובה (1):



היעזר בנתונים שבטבלה וחשב את הערך של ΔH° עבור תגובה (1). פרט את הישוניך.

התשובה:

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

$$\Delta H^\circ_{(1)} = 242 + 2 \times 366 - (193 + 2 \times 431) = -81 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_{(1)} = -81 \text{ kJ}$$

תת-סעיף ii

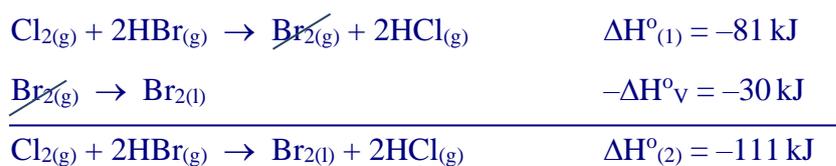
כלור, $\text{Cl}_2(\text{g})$, מגיב עם מימן ברומי, $\text{HBr}(\text{g})$, גם על פי תגובה (2):



היעזר בנתונים שבשאלה וחשב את הערך של ΔH° עבור תגובה (2). **פרט את חישוביך.**

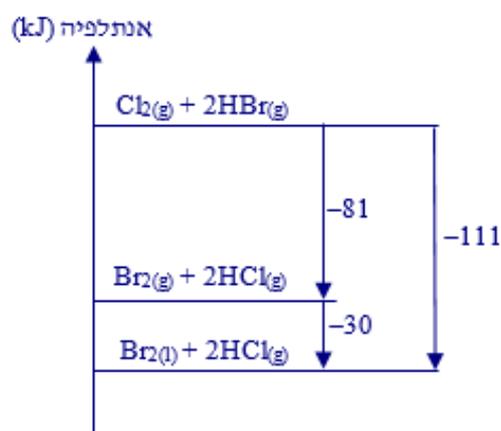
התשובה:

על פי חוק הס:



או:

באמצעות הצגה גרפית:



או:

בתגובה (2) נוצר $\text{Br}_2(\text{l})$, ולכן יש להוסיף את האנרגיה הנפלטת בתהליך העיבוי של 1 מול $\text{Br}_2(\text{g})$.

$$\Delta H^\circ_{(2)} = -81 \text{ kJ} + (-30 \text{ kJ}) = -111 \text{ kJ}$$