

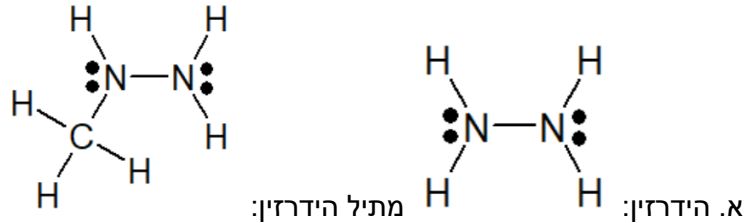
הצעת פתרון בחינת בגרות 2020

אמריקאי

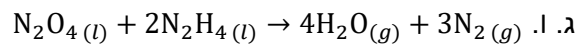
ב	7	ג	5	ג	3	א	1
ב	8	ד	6	ד	4	א	2

שאלת מאמר

9. צעד קטן על הירח, צעד גדול לכימיה



ב. היגד ראשון הוא נכון (מדובר על תגובה אקסותרמית, משום שנפלטת אנרגיה) היגד שני הוא לא נכון (משום שהתגובה מתרחשת גם בלי שמספקים לה ניצוץ, ולכן אנרגיית הסביבה מספיקה להתגברות על מחסום אנרגיית השפעול)



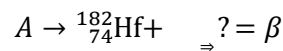
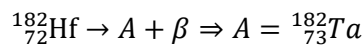
$$n(N_2H_4(l)) = \frac{m}{M_W} = \frac{10 \times 1000 \text{ gr}}{2 \times 14 + 4 \times 1 \text{ gr/mol}} = 312.5 \text{ mol} \quad \text{א. ב.}$$

$$n(H_2O(g)) = \frac{n(N_2H_4(l))}{2} \times 3 = 468.75 \text{ mol} \quad n(N_2(g)) = \frac{n(N_2H_4(l))}{2} \times 4 = 625 \text{ mol}$$

$$n_{\text{גזים כוללים}} = 468.75 + 625 = \boxed{1093.75 \text{ mol}}$$

ד. לפי הקטע, תרכובת ברזל על פני הירח תכיל יוני ברזל במטען +2, ומהתרכובות המוצעות לנו היחידה שמתאימה היא FeS_(s) (מטען יוני הברזל בתרכובת Fe₂S_{3(s)} הוא +3).

ה.



א. המספר האטומי של איזוטופ A הוא 73.

א. מספר המסה של איזוטופ A הוא 182.

א. הסמל של יסוד A הוא Ta (טנטלום).

א. הקרינה הנפלטת בשלב השני היא קרינת בטא β.

שאלות פתוחות

10. מושגי יסוד ומבנה וקישור

א. בטמפרטורת החדר (25°C) שני החומרים הם נוזלים, משום שהטמפרטורה הזו נמצאת מעל נקודת ההיתוך ומתחת לנקודת הרתיחה של שניהם.

ב. היגד a נכון: באיור ניתן לראות את אותם "כדורים" המייצגים אטומי פחמן, חמצן ומימן המרכיבים את המולקולות של שני החומרים.

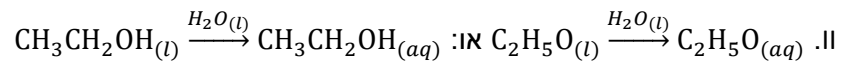
היגד b אינו נכון: כפי הנראה, בשני החומרים הקבוצה הפונקציונלית היא קבוצה כהלית OH, ואין קבוצות פונקציונליות נוספות על המולקולות של שני החומרים.

היגד c נכון: בחומרים המוצגים, לחומר אחד שרשרת פחמנית באורך של 2 אטומי פחמן, בעוד לחומר השני שרשרת פחמנית באורך 5 אטומי פחמן.

היגד d אינו נכון: נכון כי האיורים מייצגים את החומרים בטמפרטורת החדר, וכפי שכבר קבענו בסעיף א', בטמפרטורת החדר מצב הצבירה של שני החומרים הוא נוזל – ובמצב זה החומרים מסוגלים גם לקיים רוטציה (סיבוב) ולעיתים אך טרנסלציה (מעטק).

II. לפי הנתונים, לחומר A נקודות היתוך ורתיחה גבוהות משל חומר B. בהתבסס על האיור ומבנה המולקולות, ניתן לקבוע כי איור 2 מתאים לתיאור חומר A משום שהוא מייצג מולקולות בעלות ענן אלקטרוני גדול יותר (המולקולות מכילות יותר אטומים) וכן שטח מגע אפקטיבי גדול יותר, מה שייצור אינטראקציות ון-דר-ואלס חזקות יותר בין המולקולות של החומר, ויתבטא בנקודות היתוך ורתיחה גבוהות יותר.

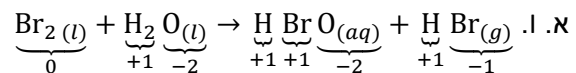
ג. I. נתייחס לתמיסה כמערכת בה חלקיקי חומר אחד (המומס) נמצאים בין ומוקפים ע"י חלקיקים של חומר שני (הממס). במקרה זה, האיור המתאים יותר הוא איור 3, משום שמתאר מצב מתאים של המערכת. באיור השני מתוארות שתי פאזות, כלומר מצב בו החומרים נמצאים זה לצד זה, אך לא מעורבבים יחדיו.



III. חומרים מולקולריים יתמוססו זה בזה אם וכאשר הקשרים המתקיימים בין המולקולות שלהם יהיו דומים (עקרון "דומה מתמוסס בדומה"). מולקולת החומר השני, $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$, גדולה מאד ויש עליה רק אתר אחד ליצירת קשרי מימן, מה שלא מאפשר למולקולות המים להיקשר ולבצע עטיפה אפקטיבית של מולקולות החומר, ולכן המסיסות שלו במים נמוכה.

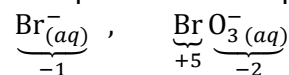
IV. כאשר חומר אחד לא מתמוסס בחומר אחר, מתקבלות שתי פאזות (או שתי שכבות) – שני חלקים של התערובת שאינם מתערבבים יחד. מצב זה נקרא תערובת הטרוגנית. להבדיל מהמצב בו החומרים כן מתמוססים זה בזה, אז התערובת תראה כחטיבה אחת; זו מצב הנקרא תערובת הומוגנית.

11. חימצון-חיזור וסטוכיומטריה

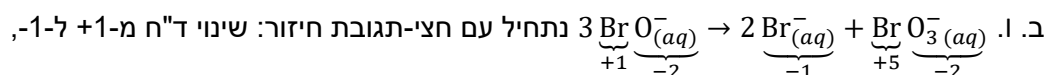


מאחר וד"ח של ברום גם עולה (מ-0 ל-+1) וגם יורדת (מ-0 ל-1-) בתהליך, הוא מגיב הן כמחזור והן כמחמצן.

II. אם הכניסו חומר מחזור, אזי יוני הברום צריכים להגיב כמחמצן, כלומר לקחת אלקטרונים. נבחן את ד"ח של שני החומרים הנתונים, ובבדוק אצל מי מהם התקבלה ד"ח נמוכה יותר:



התוצר המתאים הוא $\text{Br}^-(aq)$.

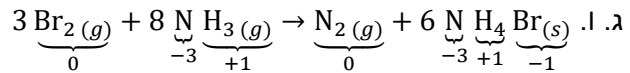


כלומר כל אטום ברום מוסר $2e^-$; הגיבו 2 מול אטומי ברום, ולכן נמסרו בסה"כ 4 מול אלקטרונים. לגבי חצי-תגובת חמצון: שינוי ד"ח מ-1 ל-+5, כלומר כל אטום ברום קולט $4e^-$; הגיבו 1 מול אטומי ברום, ולכן נקלטו בסה"כ 4 מול אלקטרונים. מכאן שבתגובה עוברים 4 מול אלקטרונים.

$$m(\text{BrO}_3^-(aq)) = 0.01 \frac{\mu\text{gr}}{L} = 1 \cdot 10^{-8} \text{gr}$$

$$\Rightarrow n(\text{BrO}_3^-) = \frac{m}{M_W} = \frac{1 \cdot 10^{-8} \text{ gr}}{79.9 + 16 \times 3 \text{ gr/mol}} = 7.818 \cdot 10^{-11} \text{ mol}$$

$$N_{\text{מקסימלית}}(\text{BrO}_3^-) = n \times A = 7.818 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \times 6.02 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = \boxed{4.707 \cdot 10^{13}}$$



מאחר וד"ח של חנקן עולה (מ-3 ל-0), $\text{NH}_3(g)$ מגיב כמחזר בלבד.

$$n(\text{Br}_2(g)) = \frac{m}{M_W} = \frac{8 \times 1000 \text{ gr}}{79.9 \times 2 \text{ gr/mol}} = 50.06 \text{ mol} \quad \text{II.}$$

$$n(\text{NH}_4\text{Br}(s)) = \frac{n(\text{Br}_2(g))}{3} \times 6 = 100.125 \text{ mol}$$

$$m(\text{NH}_4\text{Br}(s)) = n \times M_W = 100.125 \text{ mol} \times (14 + 1 \times 4 + 79.9) \text{ gr/mol} = 9802.25 \text{ gr} = \boxed{9.8 \text{ kg}}$$

$$n(\text{N}_2(g)) = \frac{n(\text{Br}_2(g))}{3} \times 1 = 16.688 \text{ mol} \quad \text{III.}$$

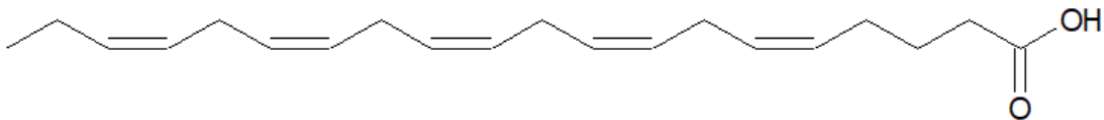
$$V(\text{N}_2(g)) = n \times V_M = 16.688 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = \boxed{373.8 \text{ L}}$$

12. כימיה של מזון

א. חומצות שומן חיוניות הן חומצות שומן שיש לצרוך מהמזון משום שאינן מיוצרות בגוף (ברקמות או בתאים).

C20:4 w6 all cis .II

III.



ב. כדי להשוות נקודות היתוך של חומרים מולקולריים, יש לבצע השוואה של החומרים לפי הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות ון-דר-ואלס בכל חומר. כאשר נשווה את שלושת חומצות השומן, נגלה שלשלושתן גודל ענן אלקטרונים דומה (משום שלכולן אותו אורך שרשרת, אך הבדלים קטנים עקב היעדר של כמה אטומי מימן בחומצות השומן EPA-ו ARA); כמו כן, מדובר על שלושה חומרים שהמולקולות שלהן אינן קוטביות. חומצה סטיארית היא חומצת שומן רוויה, כלומר אין לה קשרים כפולים לאורך השרשרת, מה שמקטין את ההפרעה הסטרית שנוצרת בין מולקולות דומות, ומאשר לשטח מגע אפקטיבי רב יותר ביניהן. עניין זה מתבטא באינטראקציות ון-דר-ואלס חזקות יותר, ולכן בנקודת היתוך גבוהה יותר של החומר ביחס לחומצות השומן EPA-ו ARA.

ג. I. נקבע את דרגת החמצון של הפחמן המסומן בכוכבית ע"י כך שנתייחס אליו ואל האטומים

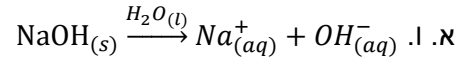
$$\boxed{C = +1} \Leftarrow 0 = C + (-2) + 1 \quad \text{עצמה: } 1$$

II. ההיגדים המתאימים: a, c.

III. מבין שני הויטמינים הנתונים, ויטמין C מתאים פחות לשמש כנוגד חמצון המתמוסס בתערובת חומצות שומן, משום שהמולקולה מכילה אתרים רבים ליצירת קשרי מימן, ולפיכך החומר הידרופילי, ותהיה לו מסיסות נמוכה יותר בשמן. אנו זקוקים לחומר שמסיסותו בשמן טובה, כדי שייטמע היטב בתערובת השומנית (ההידרופובית).

ד. הצריכה המומלצת של יוני יודיד I^- היא 150 מיקרוגרם ליום. דף נורי אחד מכיל 45 מיקרוגרם יוני יודיד. לפיכך 10 גרם נורי מכילים $180 \mu gr = \frac{10 gr}{2.5 gr} \times 45$ (מיקרוגרם) יוני יודיד – מכילה יותר מ הכמות המומלצת.

13. חומצות ובסיסים



ג. ה-pH של התמיסה בכוס גדול מ-7, משום שנוספו לתמיסה יוני הידרוקסיד $OH^-_{(aq)}$.

ב. ו. **היגד a נכון:** מאחר וחילקו את התמיסה, בה התפזרו היונים המומסים באופן שווה, לנפח קטן יותר בכל כוס, כמות המולים של המומס בכל כוס קטנה מכמות המומס שקיימת בכוס התמיסה המקורית.

היגד b לא נכון: ראו הסבר לעיל.

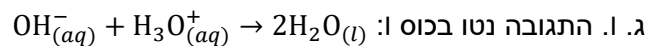
היגד c לא נכון: ריכוז הוא היחס בין כמות המומס לנפח הממס. כאשר לקחו נפח קטן יותר לכל כוס, לקחו גם את החלק היחס של המומס, וכך היחס נשמר – כלומר הריכוז בכוס התמיסה המקורית ובכל כוס, שווה.

היגד d נכון: ראו הסבר לעיל.

ג. מאחר והנפח שנקח לכל כוס מהתמיסה המקורית הוא זהה, כמות המולים בכל כוס תהיה שווה, והיא תהיה בדיוק שליש מכמות המולים ההתחלתית.

$$n(NaOH_{(s)})_{\text{כולל}} = \frac{m}{M_W} = \frac{3.6 gr}{23 + 16 + 1 \frac{gr}{mol}} = 0.09 mol$$

$$\Rightarrow n(NaOH_{(s)})_{\text{בכל כוס}} = \frac{n(NaOH_{(s)})_{\text{כולל}}}{3} = \boxed{0.03 mol}$$



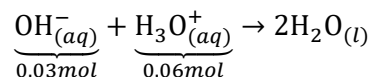
ו. נתון שבסיום התגובה pH=7, ולכן נניח סתירה מלאה של כל יוני ההידרוקסיד. לפי יחס של 1:1 בתגובת הסתירה, נמצא את נפח תמיסת החומצה שהוספה לכלי:

$$n(HCl_{(aq)}) = n(H_3O^+_{(aq)}) = n(OH^-_{(aq)}) = n(NaOH_{(aq)}) = 0.03 mol$$

$$V(HCl_{(aq)}) = \frac{n}{C} = \frac{0.03 mol}{0.2 M} = \boxed{0.15 L}$$

ו. גם בכוס וו מתקיימת תגובת סתירה, רק שכאן עלינו לקבוע אם מדובר על סתירה מלאה, או שנתר עודף מאחר היונים. נמצא את כמות יוני ההידרוניום שהתקבלו מהחומצה הגופרתית, ונבחן את היחס לכמות מולי ההידרוקסיד שהתקבלו מהתמיסה המקורית:

$$n(H_3O^+_{(aq)}) = 2 \times n(H_2SO_4_{(aq)}) = 2 \times C \times V = 2 \times 0.2 M \times 0.15 L = 0.06 mol$$



לפיכך יש לנו עודף של יוני ההידרוניום, ומכאן ש-pH < 7, כלומר בתום התגובה ה-pH בכוס היה חומצי.

ד. נתון שהמגיבים הגיבו בשלמות, אז נחשב באופן דומה לסעיף ג. ו.

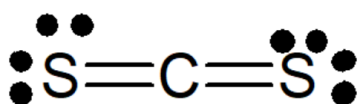
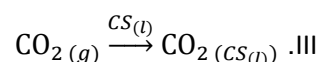
$$n(AlCl_3_{(aq)}) = n(Al^{3+}_{(aq)}) = \frac{1}{3} n(OH^-_{(aq)}) = \frac{1}{3} \times 0.03 mol = 0.01 mol$$

$$[AlCl_3(aq)] = \frac{n}{V} = \frac{0.01 mol}{0.08L} = \boxed{0.125M}$$

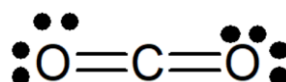
14. מבנה וקישור, אנרגיה

א. מדובר על שני חומרים מולקולריים, שנקודת הרתיחה שלהם תלויה בחוזק הקשרים בין המולקולות שלהם. שניהם מקיימים אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד, ולפיכך נדרג את חוזק הקשרים לפי שלושת הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות אלו: מבחינת **גודל ענן אלקטרוני**, לפחמן דו-גופרי ענן אלקטרוני גדול יותר (32) מאשר ענן האלקטרוני של פחמן דו-חמצני (22). המולקולות של שני החומרים מקיימות דו-קוטב רגעי ושתייהן בעלות שטח מדע אפקטיבי דומה, אך ההבדל בגודל ענן האלקטרוני קובע כי אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות פחמן דו-גופרי חזקות יותר מהאינטראקציות המתקיימות בין מולקולות פחמן דו-חמצני, מה שמתבטא בנקודת רתיחה גבוהה יותר לפחמן דו-גופרי, ולכן הוא נוזל בטמפ' החדר בעוד פחמן דו-חמצני הוא גז.

ii. חומרים מולקולריים מתמוססים זה בזה לפי עקרון "דומה מתמוסס בדומה", כלומר כאשר בין חלקיקי כל חומר בנפרד מתקיימות אותן אינטראקציות. כפי שהסברנו בסעיף קודם, בין מולקולות שני החומרים מתקיימות אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות לא קוטביות, ולכן דמיון זה בין הקשרים בין החלקיקים של החומרים מאפשרים להם להיכנס בין, וליצור קשרים, אלו עם אלו – ולכן מסוגלים להתמוסס היטב זה בזה.



פחמן דו-גופרי:



ב. i. פחמן דו חמצני:

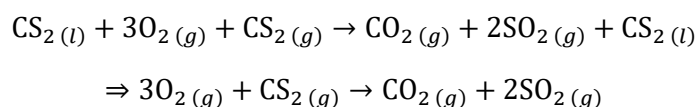
ii.

הקשר	אנתלפיית הקשר [kJ]
C = O	803
C = S	573

מדובר על שני קשרים קוולנטיים, כך שיש לשפוט את חוזק הקשרים לפי הגורמים המשפיעים עליהם: שני הקשרים מסדר שני (קשר כפול), אך בעוד הקשר C=S אינו קוטבי (הפרש 0 בא"ש) הקשר C=O הוא כן קוטבי, משום שההפרש בא"ש הוא 1. כמו כן, רדיוס אטום גופרית הוא גדול מרדיוס אטום חמצן (יש לגופרית רמת אנרגיה מאוכלסת אחת נוספת) ולפיכך סכום הרדיוסים (אורך הקשר) של הקשר C=S גדול מסכום הרדיוסים בקשר C=O, וקשר ארוך יותר הוא קשר חלש יותר, מה שמתבטא באנתלפיית קשר נמוכה יותר עבור C=S.



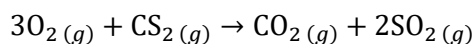
ii. נשים לב שההבדל היחיד בין תגובה (2) לתגובה (1) הוא מצב הצבירה של פחמן דו-גופרי במגיבים. לכן נשתמש בתגובה (1) כמות שהיא, ונסכום יחד עם תגובת האידיוי שניסחנו בסעיף קודם, כאשר היא מהופכת (נכפול אותה ב-1):



קיבלנו את תגובת המטרה, עתה נוכל לבצע את אותן פעולות מתמטיות על ערכי ΔH° למציאת ΔH_2^0 :

$$\Delta H_2^0 = \Delta H_1^0 + (-\Delta H_b(CS_2)) = -1076.1 + (-27.6) = \boxed{-1103.7 kJ}$$

ד. נשתמש באנתלפייה שחישבנו בסעיף קודם, לשם חישוב אנתלפיית הקשר המבוקשת – משום שכל החומרים נמצאים שם במצב גזי, כלומר כל האנרגיה המושקעת והמשתחררת מקורה בשבירת ויצירת קשרים קוולנטיים:



$$\Delta H_2^0 = [3 \times \Delta H(O = O) + 2 \times \Delta H(C = S)] - [2 \times \Delta H(C = O) + 2 \times 2 \times \Delta H(S - O)]$$

נציב:

$$-1103.7 = [3 \times 497 + 2 \times 573] - [2 \times 803 + 2 \times 2 \times \Delta H(S - O)]$$

$$\Rightarrow \Delta H(S - O) = \frac{3 \times 497 + 2 \times 573 + 1103.7 - 2 \times 803}{4} = \boxed{533.675 \text{ kJ/mol}}$$