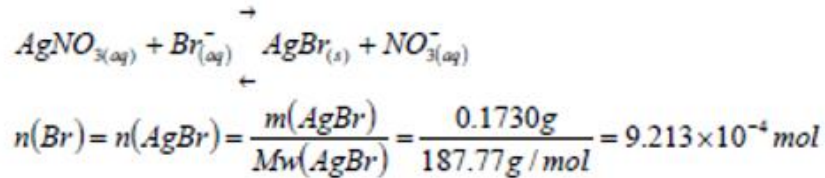


"כימיאדה" - האולימפיאדה הארצית בכימיה לתלמידי כיתות י'

בבתי ספר תיכוניים, פתרון שלב ב' 4.12.19

שאלה 1. חישובי מולים, תגובת שריפה.

א. ראשית נמצא את מספר מולי הברום במשקע הסופי:



נמצא את מסת הברום:

$$m(Br) = n \times Mw = 9.213 \times 10^{-4} mol \times 79.90g/mol = 0.07361g$$

נחשב את מסת שאר מרכיבי הדוגמא ואת יחסי המולים ביניהם לברום:

$$m((CH_3)_4NB_x) - m(Br) = m((CH_3)_4N) = 0.0962g - 0.07361g = 0.0226g$$

$$n((CH_3)_4N) = \frac{m}{Mw} = \frac{0.0226g}{74g/mol} = 3.05 \times 10^{-4} mol = n((CH_3)_4NB_x)$$

$$x = \frac{n(Br)}{n((CH_3)_4NB_x)} = \frac{9.12 \times 10^{-4} mol}{3.05 \times 10^{-4} mol} = 3$$

ולכן נוסחאת החומר: $(CH_3)_4NB_3$

$$n(H_2O) = \frac{m}{Mw} = \frac{0.300g}{18g/mol} = 0.0167mol \quad \text{ב.}$$

$$n(H_2O) = n(CO_2) = n(C) = 4 \times n((CH_3)_4NB_3) \Rightarrow n((CH_3)_4NB_3) = \frac{n(H_2O)}{4} = 4.17 \times 10^{-3} mol$$

$$m((CH_3)_4NB_3) = n \times Mw = 4.17 \times 10^{-3} mol \times 313.7g/mol = \underline{1.31g}$$

שאלה 2. חומצות ובסיסים

א.

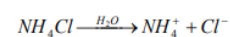
נמצא את ריכוז יון האמוניום הדרוש בעזרת משוואת הבופר, ונחשב מולים:

$$pH = pKa + \log \frac{[base]}{[acid]} = -\log K_a(NH_4^+) + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = -\log \frac{K_w}{K_b(NH_3)} + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$8.40 = -\log \left(\frac{1 \times 10^{-14}}{1.76 \times 10^{-5}} \right) + \log \frac{0.15M}{[NH_4^+]} \Rightarrow [NH_4^+] = 1.05M$$

$$n(NH_4^+) = C \times V = 1.05M \times 4.00L = 4.20mol$$

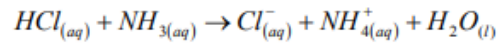
המסתו של המלח יוצרת את יון האמוניום NH_4^+ שהינו החומצה המצומדת:



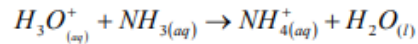
נמצא את מסת המלח המכילה את כמות המולים הרצויה:

$$m(NH_4Cl) = n \times Mw = 4.20mol \times 53.49g/mol = \underline{225g}$$

ב. הוספת חומצה תביא לסתירה של הבסיס החלש. המולים של הבסיס יקטו ביחס של 1:1 עם המולים של החומצה החזקה, ואילו המולים של החומצה המצומדת יגדלו שכן הם ייוצרו בתגובת הסתירה:



or



$$[NH_{3(aq)}] = \frac{n(NH_{3(aq)})_0 - n(HCl_{(aq)})}{V_{total}} = \frac{0.2000L \times 0.150M - 0.00400L \times 0.200M}{0.2000L + 0.00400L} = 0.143M$$

$$n(NH_{4(aq)}^+)_{0.2000L} = n(NH_{4(aq)}^+)_{4.00L} \times \frac{0.2000L}{4.00L} = 4.20mol \times \frac{1}{20} = 0.210mol$$

$$[NH_{4(aq)}^+] = \frac{n(NH_{4(aq)}^+) + n(HCl_{(aq)})}{V_{total}} = \frac{0.210mol + 0.00400L \times 0.200M}{0.2000L + 0.00400L} = 1.03M$$

שוב התקבלה תמיסת בופר:

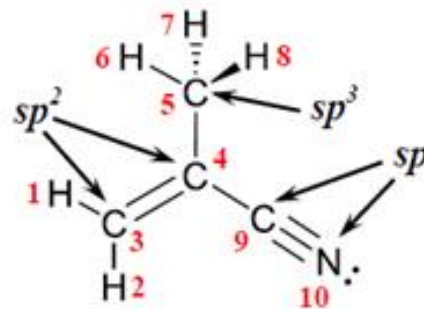
$$pH = pK_a(NH_{4(aq)}^+) + \log\left(\frac{[NH_{3(aq)}]}{[NH_{4(aq)}^+]}\right) = -\log\left(\frac{1 \times 10^{-14}}{1.76 \times 10^{-5}}\right) + \log\left(\frac{0.143M}{1.03M}\right) = \underline{8.39}$$

ג. שינוי ה-pH זניח -0.01 והוא פחות מיחידת pH ולכן התמיסה עדיין מתפקדת כבופר, כלומר למרות הוספת החומצה החזקה היא התנגדה לשינוי בערך ה-pH.

שאלה 3. כימיה אי אורגנית

א.

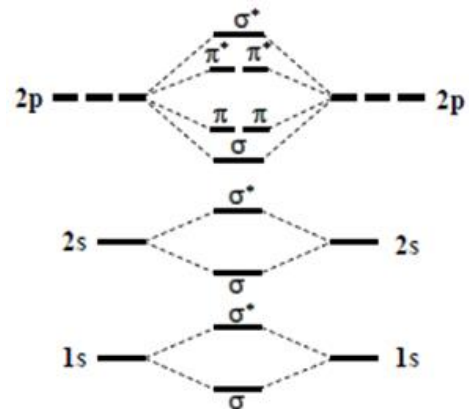
להלן ההיברידיזציה של אטומי הפחמן והחנקן במולקולת המתאקרילוניטריל:



בקשר הפחמן-פחמן C3-C4 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp^2 של פחמן אחד לאורביטל sp^2 של הפחמן השני ליצירת קשר σ . כמו כן, מתקיימת חפיפה בין אורביטל אטומי $2p$ של פחמן אחד לאורביטל אטומי $2p$ של הפחמן השני ליצירת קשר π .
בקשרי הפחמן-מימן C3-H2 ו-C3-H1 מימן C3-H2 ו-C3-H1 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp^2 של הפחמן לאורביטל s של כל אחד מאטומי המימן.
בקשר הפחמן-פחמן C4-C5 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp^2 של C4 לאורביטל sp^3 של C5 ליצירת קשר σ .
בקשרי הפחמן-מימן C5-H7, C5-H6 ו-C5-H8 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp^3 של הפחמן

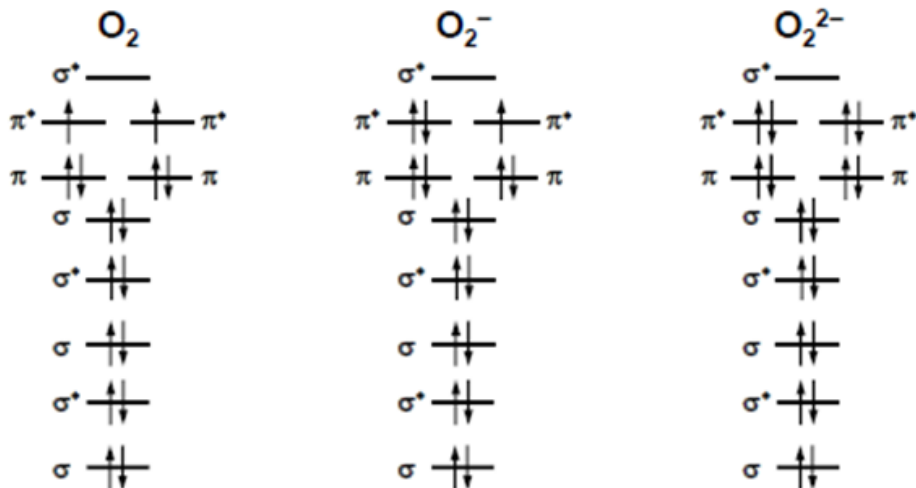
לאורביטל s של כל אחד מאטומי המימן.
 בקשר הפחמן-פחמן C4-C9 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp^2 של C4 לאורביטל sp של C9 ליצירת קשר σ .
 בקשר הפחמן-חנקן C9-N10 מתקיימת חפיפה בין אורביטל sp של הפחמן לאורביטל sp של החנקן ליצירת קשר σ . כמו כן, מתקיימת חפיפה בין אורביטל אטומי 2p של הפחמן לאורביטל אטומי 2p של החנקן ליצירת קשר π אחד. בנוסף, מתקיימת חפיפה בין אורביטל אטומי 2p שני של הפחמן לאורביטל אטומי 2p שני של החנקן ליצירת קשר π שני.
 זוג האלקטרונים הבלתי-קושרים של החנקן נמצא באורביטל sp .

ב.



ג.

ההבדלים באורכי הקשר חמצן-חמצן נובעים מהבדלים בסדר הקשר בין האטומים הללו בצורונים השונים, כדלקמן: O_2 : סדר 2; O_2^- : סדר 1.5; O_2^{2-} : סדר 1. ככל שסדר הקשר קטן יותר, אזי פחות אלקטרונים נמצאים בין האטומים ולכן הקשר ארוך יותר. חישוב סדר הקשר נעשה בהתאם לדיאגרמות הקורלציה הבאות:



הצורונים O_2 ו- O_2^- הם פאראמגנטיים, כאשר ל- O_2 שני אלקטרונים בלתי מזווגים באורביטלי π^* ואילו ל- O_2^- אלקטרון אחד בלתי מזווג באורביטל π^* . לעומת זאת, הצורון O_2^{2-} הוא דיאמגנטי, ללא כל אלקטרונים בלתי מזווגים.

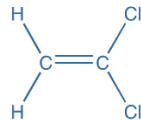
שאלה 4. מבנה וקישור

א.

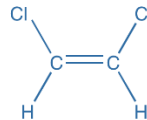
פתרון

קוטביות	גיאומטריה מולקולרית	גיאומטריה של קבוצות אלקטרוניים	מבנה לואיס	ציון
-	מרובע מישורי	אוקטהדר		IF ₄ ⁻
קוטבי	משולש מישורי	משולש מישורי		NO ₂ F
לא קוטבי	טרהדר	טרהדר		SiBr ₄

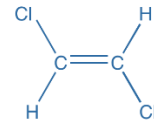
ב.



1,1-dichloroethene

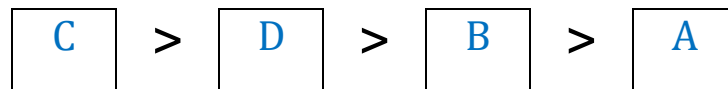


Cis-1,2-dichloroethene



Trans-1,2-dichloroethene

ג.



שאלה 5. כימיה אורגנית

א.

1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ קבוצת הידרוקסיל (בכהלים)

2. CH_3COOH חומצה קרבוקסילית

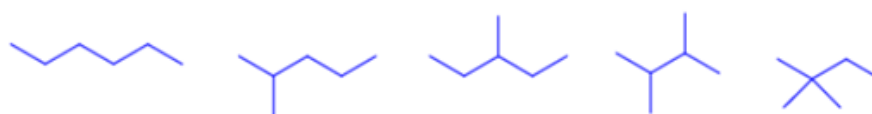
3. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ אתר

4. $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ קבוצה קרבונילית בקטון

5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ קבוצה קרבונילית באלדהיד

6. $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ קבוצה אסטרית

ב.



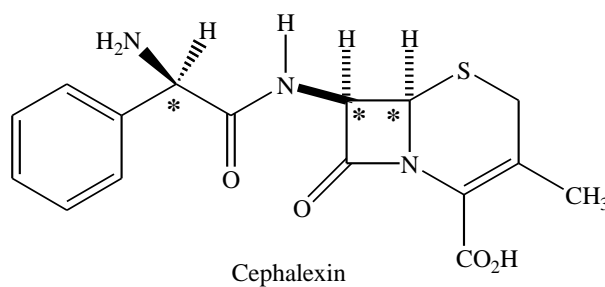
ג.



ככל שיש יותר קשרי מימן בחומר, מסיסותו במים טובה יותר. לכן מסיסות החומצה היא הגבוהה ביותר, ואחריה הכהל. אתרים פולריים יותר מאשר פחממנים, ולכן קיימת בהם משיכה בין דיפולים, לעומת קשרי ואן-דר-וואלס בפחממנים. לכן המסיסות של הפחמימן במים היא הנמוכה ביותר.

ד. איזומרים גיאומטריים

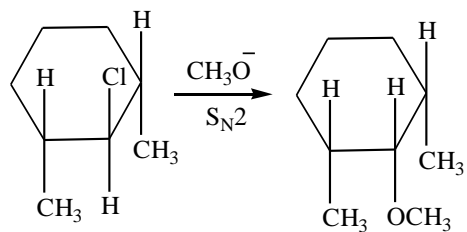
ה. 3 מרכזים כיראליים



א. 1

ג. 2

ח. לא מתקבל תוצר E2, כי אין מצב שבו כלור ומימן שכני, נמצאים במצב אנטי ושניהם בעמדה אקסיאלית. לכן מתקבל רק תוצר S_N2.



!

