

חוזק הקשר הקוולנטי תרגילים לדוגמה+תשובות

ענה על כל השאלות הבאות.

1. לפיך הנתונים הבאים:

| הקשר | אנרגיית קשר kJ/mol | ערכי אלקטרושליליות |
|------|--------------------|--------------------|
| C=O | 740 | 3.5=O |
| C=C | ? | 3.0=N |
| C-O | ? | 2.5=C |
| C=N | ? | |

א. האם אנרגיית הקשר C=C צפויה להיות גבוהה מ- 740 kJ/mol, נמוכה מ- 740 kJ/mol או שווה ל- 740 kJ/mol? הסבר את תשובתך.

קביעה: אנרגיית הקשר C=C תהייה נמוכה מ- 740 kJ/mol
נימוק:

גורם ראשון קוטביות הקשר: הקשר C=O הוא קשר קוולנטי קוטבי ואילו הקשר C=C הוא קשר קוולנטי טהור. בקשר קוטבי בנוסף לכוחות המשיכה שבין הגרעינים לאלקטרוני הקשר פועלים כוחות משיכה בין הקטבים בעלי המטענים המנוגדים. לכן פועלים יותר כוחות משיכה ותדרש יותר אנרגיה לניתוק הקשר. גורם שני: המרחק בין אלקטרוני הקשר לגרעינים בקשר C=O קצר יותר (רדיוס אטום O קטן מרדיוס אטום C). לכן לפי חוק קולון יפעלו כוחות משיכה חזקים יותר בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר ותדרש אנרגיה גבוהה יותר לניתוק הקשר. סדר הקשר אינו גורם משפיע מכיוון שבשני הקשרים מדובר על קשר כפול כלומר משיכה בין גרעינים לשני זוגות אלקטרוני קשר.

ב. האם הקשר C-O יהיה קצר מהקשר C=O, ארוך ממנו או דומה לו? הסבר.

קביעה: הקשר C-O יהיה ארוך יותר.

נימוק: הגורם היחיד המשמעותי במקרה זה הוא סדר הקשר. בקשר C-O קשר יחיד לעומת C=O קשר כפול. בקשר הכפול יש 2 זוגות אלקטרונים קושרים לעומת זוג אחד בקשר היחיד. בקשר הכפול יש יותר אלקטרוני קשר הנמשכים לגרעינים ולכן פועלים יותר כוחות המשיכה. כתוצאה מכך המרחק בין מרכזי הגרעינים יהיה קצר יותר ולכן אורך הקשר C=O אמור להיות קצר יותר והקשר C-O ארוך יותר.

ג. האם אנרגיית הקשר C-O תהיה גבוהה מ- 740 kJ/mol, נמוכה מערך זה או דומה לו?

קביעה: אנרגיית הקשר C-O תהיה נמוכה מ- 740 kJ/mol

נימוק: הגורם המשמעותי הוא סדר הקשר. הקשר C-O הוא קשר יחיד לעומת C=O שהוא קשר כפול. בקשר הכפול יש 2 זוגות אלקטרונים קושרים לעומת זוג אחד בקשר היחיד. בקשר הכפול יש יותר אלקטרוני קשר הנמשכים לגרעינים ולכן פועלים יותר כוחות המשיכה. לכן תידרש יותר אנרגיה לניתוק הקשר.

ד. האם הקשר C=N יהיה דומה באורכו לקשר C=O, ארוך ממנו או קצר ממנו? הסבר.

קביעה: הקשר C=N ארוך יותר

גורם ראשון מידת קוטביות הקשר: אטום O יותר אלקטרושלילי מאטום N. הקשר C=O יותר קוטבי מאשר הקשר C=N. המטען החלקי של כל אטום בקשר הקוולנטי הקוטבי C=O גדול יותר מאשר בקשר C=N, מכאן שגדל כוח המשיכה החשמלי שבין הקטבים בעלי המטענים המנוגדים בקשר (בנוסף למשיכה שבין הגרעינים לאלקטרוני הקשר). המרחק בין מרכזי הגרעינים קטן ולכן אורך הקשר C=O יהיה קצר יותר בהשוואה לאורך הקשר C=N.

גורם שני: המרחק בין אלקטרוני הקשר לגרעינים בקשר C=O קצר יותר (רדיוס אטום O קטן מרדיוס אטום N). לכן לפי חוק קולון יפעלו כוחות משיכה חזקים יותר בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר, המרחק בין מרכזי הגרעינים קטן ולכן אורך הקשר C=O יהיה קצר יותר בהשוואה לאורך הקשר C=N. סדר הקשר אינו גורם משפיע מכיוון שבשני הקשרים מדובר על קשר כפול כלומר משיכה בין גרעינים לשני זוגות אלקטרוני קשר.

ה. האם אנרגיית הקשר C=N תהיה גבוהה מ- 740 kJ/mol, נמוכה מערך זה או דומה לו? הסבר.

קביעה: אנרגיית הקשר C=N תהיה נמוכה מ- 740 kJ/mol

נימוק:

גורם ראשון מידת קוטביות הקשר: אטום O יותר אלקטרושלילי מאטום N. הקשר C=O יותר קוטבי מאשר הקשר C=N. המטען החלקי של כל אטום בקשר הקוולנטי הקוטבי C=O גדול יותר מאשר בקשר C=N, מכאן שגדל כוח המשיכה החשמלי שבין הקטבים בעלי המטענים המנוגדים בקשר (בנוסף למשיכה שבין הגרעינים לאלקטרוני הקשר) ולכן תידרש יותר אנרגיה לניתוק הקשר. גורם שני: המרחק בין אלקטרוני הקשר לגרעינים בקשר C=O קצר יותר (רדיוס אטום O קטן מרדיוס אטום N). לכן לפי חוק קולון יפעלו כוחות משיכה חזקים יותר בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר ולכן תידרש יותר אנרגיה לניתוק הקשר. סדר הקשר אינו גורם משפיע מכיוון שבשני הקשרים מדובר על קשר כפול כלומר משיכה בין גרעינים לשני זוגות אלקטרוני קשר.

ו. קבע איזה קשר חזק יותר $P \equiv P$ או $N \equiv N$. הסבר את קביעתך.

קביעה: הקשר $N \equiv N$ חזק יותר

נימוק:

שני הקשרים הם קשרים קוולנטים משולשים טהורים כלומר אין הבדל בקוטביות הקשרים ואין הבדל בסדר הקשר.

הגורם היחיד השונה בין שני הקשרים הוא גודל האטומים המשתתפים בקשר: בקשר $N \equiv N$ אטומי החנקן קטנים מאטומי הזרחן בקשר $P \equiv P$, ולכן המרחק בין אלקטרוני הקשר לבין הגרעינים קצר יותר בקשר $N \equiv N$. לפי חוק קולון כוחות המשיכה בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר ב $N \equiv N$ חזקים יותר הקשר ולכן תידרש יותר אנרגיה לניתוק הקשר.

ז. אורך הקשר $S=S$ הוא 1.89 אנגסטרם. מה עשוי להיות, לדעתכם, אורך הקשר $S-S$

1.43, 2.05, 1.89 או 3.78 אנגסטרם? הסבירו שיקוליכם.

תשובה: אורך הקשר צפוי להיות 2.05 אנגסטרם.

נימוק: קשר $S-S$ הוא קשר יחיד לעומת $S=S$ קשר כפול. בקשר הכפול יש 2 זוגות אלקטרונים קושרים

לעומת זוג אחד בקשר היחיד. בקשר הכפול יש יותר אלקטרוני קשר הנמשכים לגרעינים ולכן פועלים יותר כוחות משיכה בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר. כתוצאה מכך המרחק בין מרכזי גרעינים מתקצר ואורך הקשר אמור להיות קצר יותר. מכאן שקשר כפול אמור להיות קצר מהקשר היחיד. עקב זאת לא מתאימים המספרים 1.43 ו-1.89. אורך הקשר לא מתאים להיות 3.78 מכיוון שאורך זה הוא פי 2 מהנתון של אורך הקשר היחיד. אמנם אורך הקשר הכפול קצר יותר מהיחיד אבל לא פי 2 מכיוון שבנוסף לעליה בכוחות המשיכה בין הגרעינים לאלקטרוני הקשר קיימת עליה גם בכוחות הדחייה שבין האלקטרונים הקושרים אשר נמצאים בסמיכות גבוהה בקשר הכפול.