



ETAP I

18.12.2020

Zadania teoretyczne (I)

CZAS ROZWIĄZYWANIA: 10:00 – 12:00

Za poprawne wykonanie poleceń przyznawane są „marki”. Za każde zadanie sumarycznie można uzyskać odpowiednią liczbę „marek”, które następnie przeliczane są na punkty.

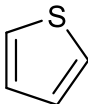
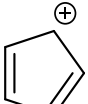
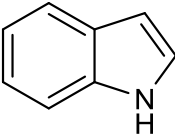
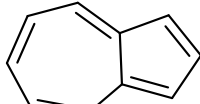
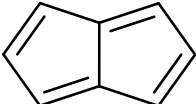
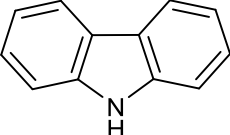
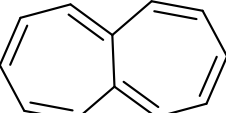
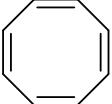
PUNKTACJA KOŃCOWA: wszystkie zadania po **25 pkt.**, łącznie **100 pkt.**

ZADANIE 1

Aromatyczność

Polecenia:

- a. (16 m.) Na podstawie tabeli sprawdzania aromatyczności, określ czy podane poniżej związki są aromatyczne.

 tiofen	 kation cyklopentadienylowy	 indol	 azulen
 pentalen	 karbazol	 heptalen	 cyklooktatetraen

- b. (1 m. za dodatkową strukturę rezonansową dla każdego związku aromatycznego) Dla związków aromatycznych z punktu a. narysuj co najmniej jedną dodatkową strukturę rezonansową (o ile jest to możliwe).
- c. (3 m.) Wymień te związki z powyższych, które według Ciebie nie będą miały płaskiej geometrii i wyjaśnij w 1-2 zdaniach dlaczego.

d. (2 m.) Stabilizujący efekt delokalizacji wiązań chemicznych (rezonans chemiczny) może zostać przedstawiony ilościowo jako różnica energii pomiędzy układem aromatycznym a teoretycznym układem zawierającym tego samego typu wiązania, który nie ma delokalizacji elektronów. Wartość takiej energii stabilizacji może zostać wyznaczona eksperymentalnie np. na podstawie różnic w ciepłach kolejnych reakcji uwodornienia benzenu. Dla benzenu tak wyznaczona energia stabilizacji względem teoretycznego cykloheksatrienu wynosi 152 kJ/mol, natomiast analogicznie wyznaczona energia stabilizacji dla furanu (analogu tiofenu, zawierającego atom O zamiast S) wynosi ok. 88 kJ/mol. Na podstawie różnic w strukturach benzenu i furanu wyjaśnij krótko skąd może się brać taka różnica.

ZADANIE 2

Azotany(V)

Azotany(V) występują w przyrodzie w postaci minerałów takich jak nitrokalit (KNO_3) czy nitronatryt (NaNO_3). Są również syntetyzowane na skalę przemysłową, gdyż znajdują szereg zastosowań np. w rolnictwie są stosowane jako nawozy dostarczające azot, w przemyśle spożywczym są używane do konserwowania mięsa, a w pirotechnice wykorzystywane są jako utleniacze.

Sól **A** jest azotanem(V) pewnego litowca i potocznie jest nazywana saletrą chilijską. Roztwór tej soli wprowadzony do płomienia palnika gazowego barwi go na intensywnie żółtopomarańczowo. Sól **B** będąca składnikiem wielu materiałów wybuchowych jest na tyle wybuchowa, że niejednokrotnie powodowała tragiczne w skutkach katastrofy. 4 sierpnia 2020 roku doszło do wybuchu 2750 ton soli **B** w porcie morskim w Bejrucie, co doprowadziło do śmierci około 200 osób i pozbawiło dachu nad głową około 300 000 osób. Po rozpuszczeniu soli **B** zbudowanej również z anionów azotanowych(V) w wodzie, po dodaniu do roztworu wodorotlenku sodu i ogrzaniu, wydziela się gaz **C** o charakterystycznym drażniącym zapachu, który powoduje zabarwienie zwilżonego papierka uniwersalnego na niebiesko.

Sól **A** ogrzewana do temperatury około 650°C rozkłada się z utworzeniem gazu **E** oraz soli **D**, która odbarwia roztwór KMnO_4 o odczynie kwasowym. Rozkład termiczny soli **B** prowadzi do różnych produktów w zależności od temperatury. W temperaturze 180°C powstają jedynie dwa gazy **F** i **G**, zaś w temperaturze 260°C powstają gazy **E**, **G** i **H**. Gaz **G** wykrapla się pod ciśnieniem atmosferycznym w temperaturze 100°C , a gaz **H** jest składnikiem powietrza o najwyższej zawartości molowej. Gaz **F**, zwany gazem rozweselającym, nie reaguje z wodą, a jego cząsteczka jest izoelektronowa z cząsteczką dwutlenku węgla.

Polecenia:

- a. (2 m.) Podaj wzory sumaryczne soli **A** i **B**.
- b. (2 m.) Zapisz w postaci jonowej skróconej równanie reakcji chemicznej powodującej zabarwienie wilgotnego papierka uniwersalnego przez gaz **C**.
- c. (3 m.) Zapisz wzory elektronowe Lewisa jonów, z których zbudowana jest sól **B**. Jeśli to konieczne uwzględnij wszystkie struktury rezonansowe.
- d. (3 m.) Naszkicuj i omów budowę przestrzenną jonów tworzących sól **B**. Porównaj ze sobą długości wiązań występujących w anionie.
- e. (5 m.) Podaj nazwy i wzory sumaryczne substancji **D-H**.
- f. (4 m.) Zapisz wzory elektronowe Lewisa substancji **E-H**.
- g. (3 m.) Naszkicuj i omów budowę przestrzenną związków **F** i **G**.
- h. (3 m.) Zapisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji chemicznej soli **D** z roztworem nadmanganianu potasu o odczynie kwasowym. Wskaż utleniacz i reduktor.
- i. (3 m.) Zapisz w formie cząsteczkowej równania reakcji rozkładów termicznych soli **A** oraz soli **B** zachodzące w różnych temperaturach.
- j. (6 m.) Oblicz gęstość mieszaniny gazowych produktów, która powstaje po rozkładzie soli **B** w temperaturze 260°C, umieszczonej w pewnym naczyniu z tłokiem w temperaturze 260°C i pod ciśnieniem 1,00 bar. Oblicz również, ile wynosi gęstość mieszaniny gazowych produktów tej reakcji po ochłodzeniu do temperatury 25,0°C i po takiej korekcie położenia tłoka, że ciśnienie w naczyniu znowu wynosi 1,00 bar.

Stała gazowa $R = 8,3145 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$. $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.

W obliczeniach przyjmij następujące wartości mas molowych ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$):

H – 1,008; N – 14,01; O – 16,00; Na – 22,99; K – 39,10; Rb – 85,47; Cs – 132,90; Fr – 223,02.