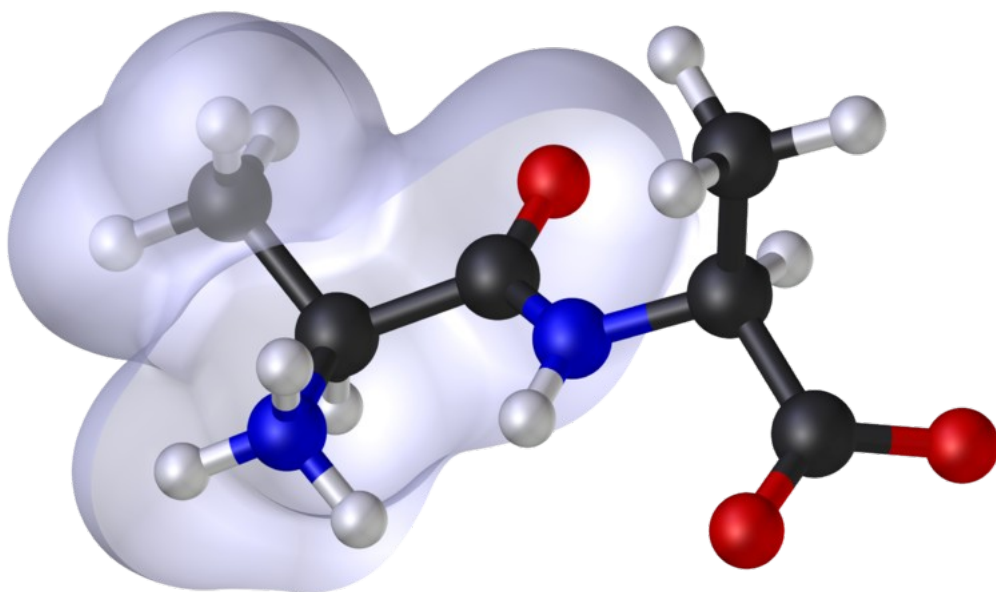


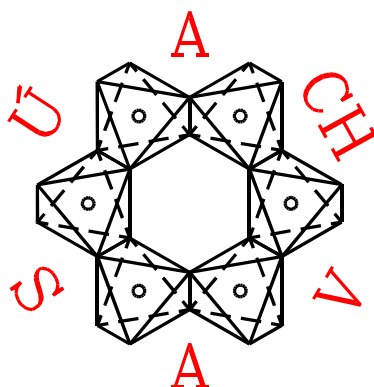
Korešpondenčný seminár z chémie



2009/2010

3

Korešpondenčný seminár z chémie organizuje



**Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského v Bratislave**

**Ústav anorganickej chémie
Slovenskej akadémie vied**

Korešpondenčný seminár z chémie podporuje



**AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA**

Posielame Vám zadania úloh záverečného 3.kola. Potom, ako nám ich pošlete vyriešené, v priebehu niekoľkých týždňov najlepších z Vás pozveme na sústredenie.

Chceme Vás poprosiť, aby ste neodpisovali. Podľa Vašich riešení je úplne jasne vidieť kto opisoval. V týchto prípadoch sa záverečného sústredenia bude môcť zúčastniť len jeden študent zo školy, na ktorej sa opisovalo.

Pripomíname, že kategória **juniori** je určená pre študentov **1. a 2. ročníka** stredných škôl, resp. zodpovedajúcim ročníkom viacročných gymnázií. V prípade, že úlohy tejto kategórie budú riešiť starší žiaci, ich riešenia nebudú akceptované.

Riešenie každej oblasti úloh musí byť **na osobitnom papieri**, pretože ich vždy opravujú ich autori. Na každý papier uveďte oblasť úloh, meno riešiteľa, školu a triedu. Píšte na papier formátu A4.

Podrobnejšie pravidlá korešpondenčného seminára boli uvedené v 1. brožúre, ktorej elektronická verzia je na <http://chem.korseem.sk> .

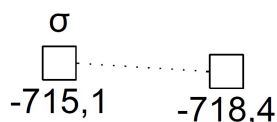
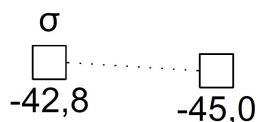
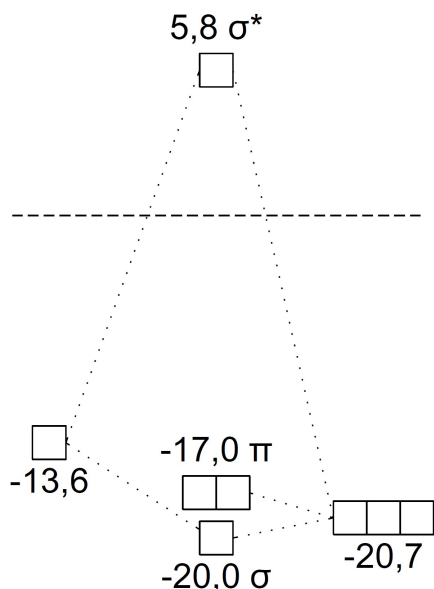
V prípade nejasností k organizácii seminára alebo k riešeniu úloh môžete volať na číslo **02/59 410 487** alebo sa môžete informovať na e-mailovej adrese **stanislav.kedzuch@savba.sk**.

Vyriešené úlohy posielajte do 3.5.2010 na adresu: **Korešpondenčný seminár z chémie
Prírodovedecká fakulta UK
Mlynská dolina
842 15 Bratislava 4**

Veľa úspechov vám prajú autori a organizátori

JUNIORI

J1 – Všeobecná chémia



V minulom kole ste si urobili stručný prehľad o existencii binárnych fluoridov prvkov prvých štyroch periód; určíte ste pri hľadaní informácií sami zistili, že situácia vôbec nie je jednoduchá a niekedy je ťažké jednoznačne potvrdiť (alebo vyvrátiť) existenciu niektorých zlúčenín. Možno sa k tomu vrátíme v niektorom z ďalších ročníkov.

V tomto kole sa však zameriame na detailnejší popis jednej z takýchto molekúl, a to konkrétne na molekulu fluorovodíka.

Na obrázku vľavo je schématicky znázornený interakčný diagram vzniku molekulových orbitálov (ďalej MO), s približnými hodnotami energií. Stredný stĺpec znázorňuje MO HF, krajné stĺpce znázorňujú atómové orbitály (ďalej AO) H a F, z ktorých vychádzame. Čísla pri „chlievikoch“ udávajú energie jednotlivých orbitálov v elektrónvoltoch (eV). Čiarkovaná čiara znázorňuje hladinu nulovej energie. Zubatá čiara znázorňuje výrazný rozdiel medzi energiami orbitálov nad ňou a pod ňou. Vašou úlohou bude:

1. vyznačiť, ktorý stĺpec znázorňuje AO vodíka a ktorý AO fluóru,
2. pomenovať jednotlivé AO,
3. doplniť do obrázku obsadenie orbitálov elektrónmi,
4. napísať, ako sa nazývajú orbitály, ktoré majú rovnakú energiu a vyznačiť ich na obrázku zakrúžkovaním. Ktoré kvantové čísla musia mať AO rovnaké, aby mali rovnakú energiu?
5. vysvetliť, prečo AO (na obrázku) s najnižšou energiou neinteraguje so žiadnym iným AO,
6. vypočítať, koľkým Joule-om zodpovedá 1 eV,
7. vysvetliť, prečo majú orbitály na obrázku väčšinou záporné energie; inými slovami, vysvetliť, ako pre elektrón definujeme nulovú energiu,
8. doplniť nasledujúci text:

Teória MO vychádza z kvantovej mechaniky. Je založená na niekoľkých základných tvrdeniach,

nazývaných _____, o ktorých predpokladáme, že sú pravdivé, aj keď to nevieme dokázať. Orbitál je matematická _____, popisujúca vlastnosti _____ v študovanom systéme. Podľa toho, ako sa obsadením orbitálu elektrónom zmení stabilita systému, delíme orbitály na _____ a _____ (značíme hviezdikou). Základným prostriedkom popisu systému je v kvantovej mechanike _____ funkcia. Základnou rovnicou, ktorá popisuje správanie systému na úrovni kvantovej mechaniky je rovnica,

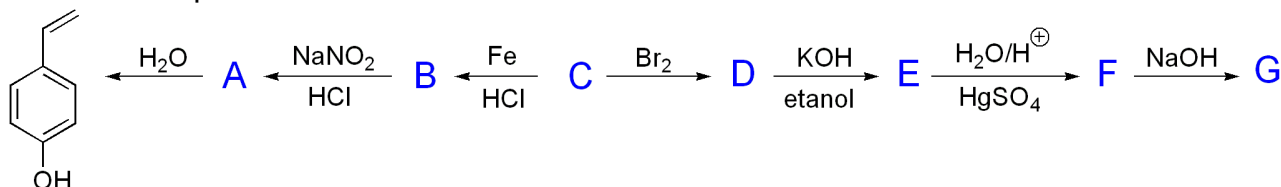
pomenovaná podľa rakúskeho vedca _____, narodeného v roku 1887, ktorý za ňu v roku ____ dostal Nobelovu cenu. Teória MO svojimi výsledkami prekonalala teóriu _____(VV).
Ideálne by bolo, ak by ste si obrázok vytlačili, a úlohy 1, 2 a 3 riešili priamo doňho.

J2 – Fyzikálna chémia

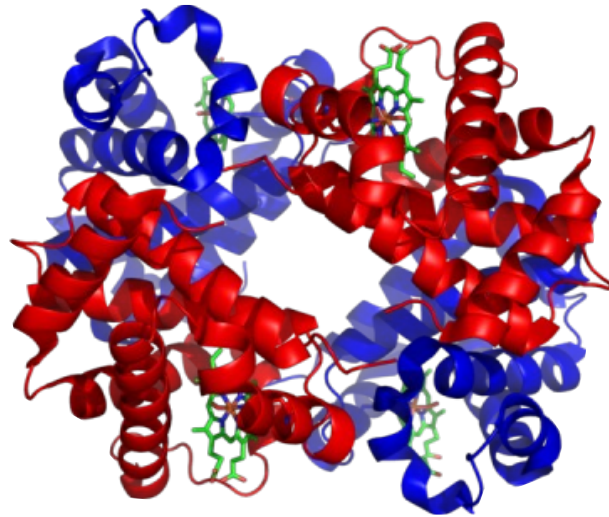
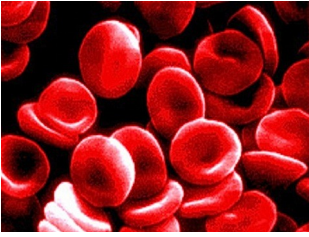
1. Reakciou 10,36 g neznámeho kovu X s kyselinou chlorovodíkovou sa uvoľnilo 1,25 dm³ vodíka pri teplote 300 K a tlaku 100 000 Pa. Určte neznámy kov.
2. Určte stechiometrický vzorec neznámeho plynu H₂X, ak pri teplote 400 K a tlaku 150 000 Pa je jeho hustota 1,53 kg/m³.

J3 – Organická chémia

1. Zistite a napíšte štruktúru látok **A** až **G**.



2. Z látky **A** sa hydrolýzou pripraví 4-vinylfenol. Aké činidlá by ste mali použiť, ak by ste chceli z látky **A** pripraviť:
 - a) styrén,
 - b) 4-kyanostyrén,
 - c) 4-jódstyrén.
3. Ako sa nazýva prešmyk, ktorý sa uplatňuje pri kyslo katalyzovanej hydrolýze látky **E** za prítomnosti ortuťnatých kationov? Stručne vysvetlite prečo k tomuto prešmyku dochádza.



J4 – Biochémia

*Prečo je krv červená?
Niekoľko otázok
o hemoglobíne...*

1. Vysvetlite, prečo má okysličená krv jasne červenú a neokysličená tmavočervenú farbu.
Pomôcka: aplikujte na d orbitály železa teóriu kryštálového poľa.
2. Antarktické ryby čeľade *Chaenichthyidae* majú bezfarebnú krv a sú jediným príkladom dospelého stavovca, ktorý nevyužíva hemoglobín. Vysvetlite, akým spôsobom je kyslík transportovaný do jednotlivých tkanív týchto rýb.
3. Prečo má hemolymfa väčšiny slimákov modrú farbu?
4. Aký vplyv má každá nasledujúca zmena na afinitu hemoglobínu ku kyslíku *in vitro*?
A) zvýšenie pH zo 7,2 na 7,4
B) zvýšenie $p\text{CO}_2$ z 10 na 40 torr
C) zvýšenie koncentrácie 2,3-bisfosfoglycerátu z 0,2 na 0,8 mM
D) disociácia $\alpha_2\beta_2$ na monoméne podjednotky
5. Alfonz Jaternička je jedným z favoritov na víťazstvo v maratóne, ktorý sa koná vo vysokohorskom prostredí v nadmorskej výške 3700 m. Preto tam už niekoľko týždňov trénuje. Výrobca športového oblečenia, sponzorujúci jeho súpera, pozval Alfonza tesne pred maratónom na divokú víkendovú párty do svojho strediska na morskom pobreží. Alfonzovi sľúbil, že ho letecky dopraví deň pred pretekom späť do dejiska maratónu. Je toto pozvanie výrazom jeho úcty, alebo sa snaží Alfonza pre maratón znevýhodniť? Vysvetlite. Predpokladajme, že Alfonz sa na párty neplánuje piť pod obraz boží.
Pomôcka: adaptácia organizmu na nadmorskú výšku a 2,3-bisfosfoglycerát.

SENIORI

S1 – Všeobecná chémia

1. Doplňte nasledujúci text:

Jednou zo zaujímavých vlastností kobaltu je _____, teda permanentný magnetický moment (bez prítomnosti vonkajšieho magnetického poľa), daný schopnosťou usporiadať magnetické momenty atómov paralelne, do oblastí nazývaných _____. Tieto sú schopné existovať len do určitej teploty, potom sú rozrušené tepelnými vibráciami. Táto teplota sa nazýva _____ teplota. Je zrejmé, že nasýtená magnetizácia musí so stúpajúcou teplotou _____, a pri _____ teplote dosiahne _____ hodnotu. Magnetické momenty atómov v tomto prípade pochádzajú jednak z orbitálneho magnetického momentu _____, ale hlavne zo spinového magnetického momentu _____ elektrónov.

Existujú ešte ďalšie typy magnetizmu; ak je látka vtáňovaná do magnetického poľa, nazýva sa _____ (príkladom je kyslík) a ak je z neho vypudzovaná, nazýva sa _____ (príkladom je argón). Obe tieto vlastnosti súvisia s počtom _____ elektrónov.

Pri popise magnetizmu využívame najmä tieto fyzikálne veličiny: _____ (značíme B, jednotkou je Tesla), _____ (značíme H, jednotkou je $A \cdot m^{-1}$), _____ (značíme M, jednotkou je tiež $A \cdot m^{-1}$), a ďalšie. Jednou z konštánt, pomocou ktorej môžeme popisovať magnetizmus v atómoch, je Bohrov magnetón ($\mu_B = \frac{e \hbar}{2m_e} J \cdot T^{-1} = \frac{e \hbar}{4\pi m_e} A \cdot m^2$); jej celočíselný násobok udáva magnetický moment jedného atómu konkrétneho prvku.

Nasýtená magnetizácia je definovaná ako magnetizácia vzorky, v ktorej sú všetky magnetické dipóly (atómov) orientované rovnakým smerom. Pre prvok ju vypočítame tak, že spočítame všetky atómové magnetické momenty v jednotkovom priestore.

2. Vypočítajte magnetický moment atómu kobaltu a vyjadrite ho v Bohrových magnetónoch, ak viete, že nasýtená magnetizácia kobaltu $M_S = 1,45 \cdot 10^6 A \cdot m^{-1}$. Použite tieto údaje:

hustota Co $\rho = 8,90 g \cdot cm^{-3}$

relatívna atómová hmotnosť Co $A_r = 58,93$

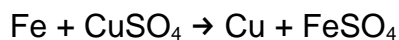
Avogadrova konštanta $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

3. Materiály zloženia XCo_5 a X_2Co_{17} (vyvinuté v sedemdesiatych rokoch minulého storočia) boli využívané na výrobu veľmi silných permanentných magnetov, odolných demagnetizácii. V súčasnosti sú už prekonané, avšak stále hojne využívané. Zistite totožnosť prvku označeného ako X.

S2 – Fyzikálna chémia

Úloha 1

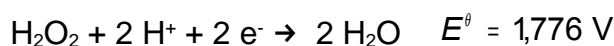
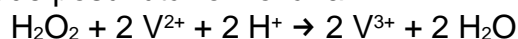
Ponorením pliešku železa do roztoku CuSO_4 prebieha reakcia



1. Napíšte reakciu v iónovom tvare.
2. Napíšte polreakcie oxidácie a redukcie.
3. Vypočítajte zmenu štandardnej Gibbsovej energie polreakcií v bode b)., ak poznáte vzťah $\Delta G^\circ = -zF \Delta E^\circ$ (Pozn.: Tabuľkové hodnoty štandardných elektródových potenciálov sú vzťahované pre reakciu v smere redukcie. Pre oxidáciu je potrebné použiť opačnú hodnotu.)
4. Vypočítajte zmenu štandardnej Gibbsovej energie prebiehajúcej reakcie.
5. Na základe výsledku v bode d) určte, ktorým smerom bude posunutá rovnováha tejto reakcie.

$$E^\circ_{(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})} = 0,3419 \text{ V}, E^\circ_{(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})} = -0,447 \text{ V}$$

6. Určte, ktorým smerom bude posunutá rovnováha

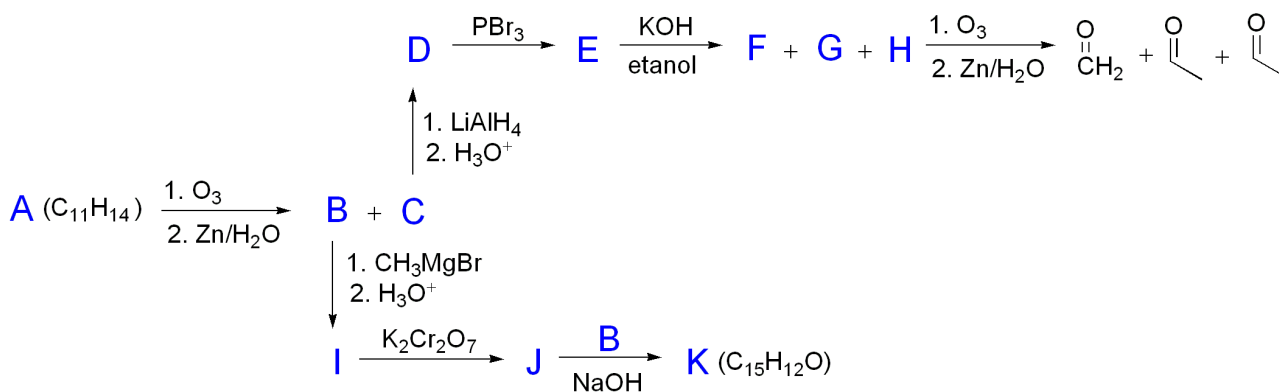


Úloha 2

464,6 mg neznámeho halogenidu CoX_2 sa rozpustilo vo vode. Na úplné vylúčenie kobaltu sa roztok elektrolyzoval po dobu 23 minút prúdom 0,50 A. Výpočtom určte neznámy halogenid.

S3 – Organická chémia

Ozonolýzou a následnou hydrolyzou za prítomnosti zinku vznikajú z látky **A** (sumárny vzorec $\text{C}_{11}\text{H}_{14}$) látky **B** a **C**. Látky **B** a **C** dávajú pozitívnu reakciu s Bradyho činidlom. Reakciou látky **B** s metylmagnéziom bromidom vznikne látka **I**, ktorá po oxidácii s dichrómanom draselným poskytne látku **J**. Látky **I** a **J** dávajú pozitívnu reakciu s Lugolovým činidlom. Aldolovou kondenzáciou látok **B** a **J** vzniká látka **K** (sumárny vzorec $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}$), ktorá je známa ako chalkón. Redukciou látky **C** vzniká látka **D**, ktorá po bromácii (látka **E**) a následnej reakcii s hydroxidom draselným v etanole môže poskytnúť tri produkty **F**, **G** a **H** (**G** a **H** sú geometrické izoméry). Ak predpokladáme, že látky **F**, **G** a **H** vzniknú v pomere 1:1:1, tak ich ozonolýzou sa získa zmes formaldehydu, acetaldehydu a propanálu v pomere 1:4:1.



1. Zistite a napíšte štruktúru látok **A** až **K**.
2. Napíšte štruktúrny vzorec Bradyho činidla a napíšte produkty dôkazových reakcií Bradyho činidla s látkami **B** a **C**.
3. Napíšte vzorec Lugolovho činidla a napíšte produkty dôkazových reakcií Lugolovho činidla s látkami **I** a **J**.
4. Látka **K** je intermediátom pre biosyntézu veľkej skupiny látok, ktoré sa označujú ako flavonoidy. V prírode sa vyskytujúce flavonoidy sú známe hlavne kvôli svojim antioxidantným účinkom. Sú zastúpené hlavne v citrusových plodoch, bielom a zelenom čaji, červenom víne, petržlene, strukovinách a čokoláde s obsahom kakaa min. 70 %. Uvedte štruktúrne vzorce a triviálne názvy aspoň dvoch flavonoidov, ktoré sa nachádzajú v zelenom čaji.

S4 – Biochémia

Zadanie úlohy je rovnaké ako u juniorov J4.



Korešpondenčný seminár z chémie 2009/2010

Úlohy tretieho kola, 17. ročník

Vydal: Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava 4

Autori: Michal Babiak, Stanislav Kedžuch, Anna Kicková, Daniel Rozbeský

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. LPP-0277-09.

<http://chem.korseem.sk>