

Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

Řešení úkolů 4. série

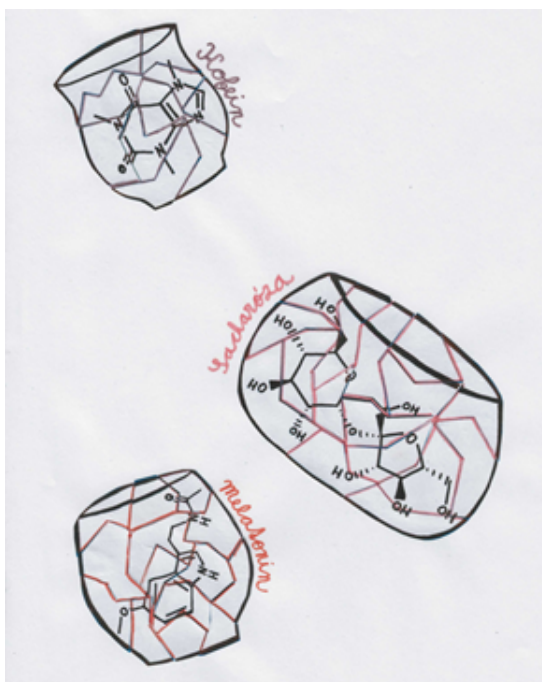
10. ročník (2019/2020)

S7 – Kintsugi (sedmá úvodní úloha)

Autorka: Marie Grunová (e-mail: 500075@mail.muni.cz)

4 body

1. Ze střepů se daly poskládat tři misky. Takto se například kintsugi inspirovala Eliška Frolová:



(2,0 b.)

2. Sovička nachystala kofein, sacharosu (na dodání energie) a melatonin (proti nedostatku spánku).

(1,0 b.)

3. Ptala jsem se na základní biochemické skupiny, což jsou pro sacharosu sacharidy a pro kofein alkaloidy.

(1,0 b.)

S8 – Hračka pro Žeryka (osmá úvodní úloha)

Autor: Petra Pikulová (e-mail: pikulova@mail.muni.cz)

7 bodů

1. Protože stejně velké tuhé koule nelze žádným způsobem uspořádat do prostoru tak, aby zabíraly méně místa než v nejtěsnějším uspořádání.

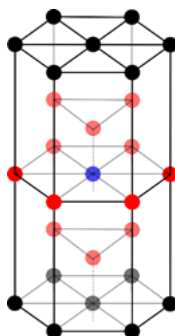
(0,5 b.)

2. V hexagonálním uspořádání jsou vrstvy ABAB... , takže koule ve třetí vrstvě je umístěna přímo nad koulí v první vrstvě. V kubickém uspořádání jsou vrstvy ABCABC... , takže koule ve třetí vrstvě je umístěna nad mezerou v první vrstvě.

(0,8 b.)

3. 12 v hcp a 12 v ccp

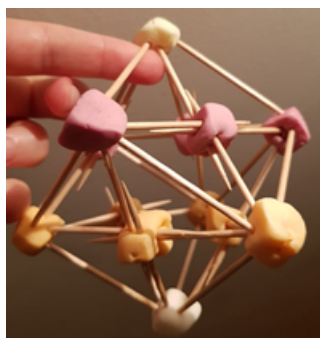
Obě uspořádání, nejtěsnější kubické i nejtěsnější hexagonální, mají koordinační číslo 12 (koordinační číslo = počet jiných koulí, kterých se jedna koule dotýká). Že to tak opravdu je, se můžete přesvědčit na obrázku 1, který ukazuje dvě elementární buňky hcp naskládané na sobě. Zaměřte se na modře obarvenou kouli: dotýká se všech těch, které jsou zvýrazněné červeně. Nenechte se zmást, koule na Obrázku 1 sice možná nevypadají, jako by se dotýkaly, ale to je jen tím, jakou velikost koule jsem v obrázku zvolila. „Dotýkat se“ znamená v tomto případě to stejné jako „být jí nejbliž“.



Obr. 1: Koordinační číslo v hcp

Pro ccp neboli fcc je koordinační číslo vidět u obrázku 5 v řešení úkolu 5. (1,2 b.)

4. Vrstvy nejtěsnějšího uspořádání jsou kolmé k tělesové úhlopříčce v krychli, viz Obrázek 2 (Žerykův párátkový model):



Obr. 2: Vrstvy nejtěsnějšího uspořádání jsou v fcc kolmé k tělesové úhlopříčce

(0,6 b.)

5. Řešení:

	fcc	bcc	sc
Počet koulí uvnitř	4	2	1
Počet nejbližších sousedů	12	8	6

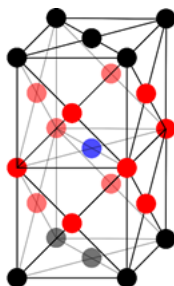
Ad a:

V případě fcc vidíme dva typy koulí: v rohu a ve stěně krychle. Koule v rohu je uvnitř krychle jen z jedné osminy – je sdílena mezi osmi krychlemi, pro které je daný roh společný. Krychle má osm rohů, takže to je dohromady $8 \cdot (1/8) = 1$ koule. Koule ve stěně je uvnitř krychle z jedné poloviny – je sdílena mezi dvěma krychlemi, které se dotýkají stěnou. Krychle má šest stěn, takže to dá $6 \cdot (1/2) = 3$ koule. Dohromady jsou uvnitř elementární buňky fcc $1 + 3 = 4$ koule. U bcc je prostřední koule celá uvnitř, takže patří celá jedné elementární buňce, $1 \cdot 1 = 1$ koule. Koule v rohu je opět rozdělena mezi osm elementárních buněk se společným rohem, takže to je další $8 \cdot (1/8) = 1$ koule. Dohromady jsou uvnitř buňky bcc $1 + 1 = 2$ koule.

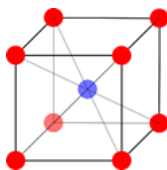
U buňky sc jsou pouze koule v rozích, z nichž každá je uvnitř jednou osminou. Celkem je tedy v elementární buňce sc $8 \cdot (1/8) = 1$ koule.

Ad b:

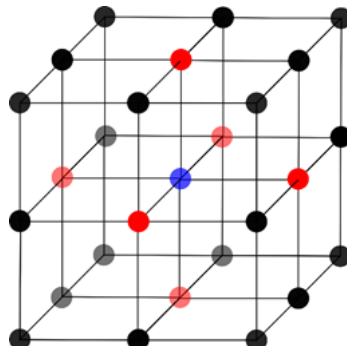
Počet nejbližších sousedů v fcc uvidíte, když se podíváte na Obrázek 3, kde jsou zobrazené dvě buňky fcc postavené na sobě. Díváme se na modrou kouli. Všechny koule, které jsou zvýrazněné červeně, jsou od ní stejně daleko a jsou to její nejbližší sousedé – je vidět, že jich je dohromady dvanáct. Všimněte si, že toto je stejná otázka jako v úkolu 3, kde jsem se ptala na počet koulí, kterých se dotýká koule v nejtěsnějším kubickém uspořádání.


Obr. 3: Nejbližší sousedé v fcc

Na Obrázku 4 se zase díváme na modrou kouli, která leží přímo uprostřed elementární buňky. V tomto případě si vystačíme jen s jednou elementární buňkou, počet nejbližších sousedů je osm.


Obr. 4: Nejbližší sousedé v bcc

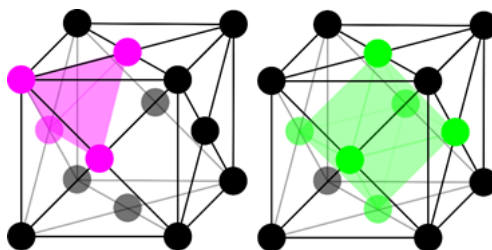
Na Obrázku 5 vidíme hned osm elementárních buněk sc, které sdílejí jeden roh (je v něm modře vyznačená koule). Všechny koule, které jsou té modré nejbližšími sousedy, jsou zvýrazněny červeně – je jich šest.



Obr. 5: Nejbližší sousedé v sc

(2,1 b.)

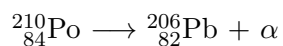
6. Do oktaedrické, která je větší. Je to vidět na Obrázku 6, kde je od každého typu dutiny jedna zvýrazněna:



Obr. 6: Tetraedrická a oktaedrická dutina v fcc

(0,6 b.)

7. Kov, o kterém je řeč, je polonium. Izotop $^{210}_{84}\text{Po}$, který byl k vraždě použit, se přeměňuje alfa rozpadem:



Poloniem byl v roce 2006 v Londýně zavražděn Alexandr Litviněnko, bývalý ruský agent, který měl v Británii politický azyl. Jed mu byl podán v čaji během schůzky 1. listopadu 2006. Lékaři dlouho nemohli přijít na to, že Litviněnkovy zdravotní obtíže způsobuje nemoc z ozáření, Litviněnko o necelý měsíc později v nemocnici zemřel. ^{210}Po uvnitř těla udělá pěknou paseku, oběť dostane dávku alfa záření z bezprostřední blízkosti. Není to ale moc praktická vražedná zbraň – nevyskytuje se přirozeně, lze je získat jen velmi nákladnou syntézou v jaderném reaktoru.

(1,2 b.)

A4 – Adamantan – všemocná molekula „narozená“ v Hodoníně

 Autor: *Jakub Dávid Malina (e-mail: jmalina11@gmail.com)*

12,5 bodu

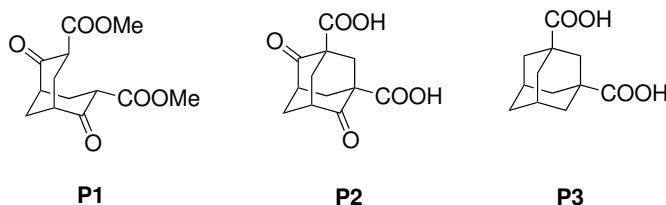
1. Při frakční destilaci se látky dělí na základě rozdílné teploty varu. Látky s nižší teplotou varu přecházejí v podobě páry do chladiče, kde kondenzují, jako první. Až poté jdou látky s vyšší teplotou varu. Jednotlivé rozdělené složky nazýváme frakce.

(2/45 b.)

2. Vladimir Prelog, pochází z Chorvatska.

(2/45 b.)

3. Řešení:



(3 × 2/45 b.)

4. Řešení:

1. krok	2. krok	3. krok	4. krok	poslední krok
A	E	B	D	C

(5 × 4/135 b.)

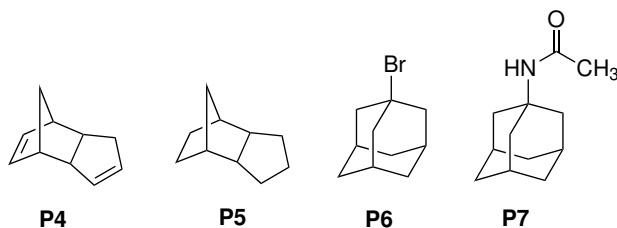
5. NaOEt slouží jako báze.

(2/45 b.)

6. Virostatikum je léčivo, které zabraňuje růstu virů. V současné době se celým světem šíří známý koronavirus a jiná virová onemocnění, na která virostatika zabírají.

(2/45 b.)

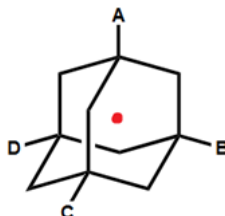
7. Řešení:



(4 × 2/45 b.)

8. Řešení:

- (a) Model tetrasubstituovaného adamantanu má čtyři asymetrické uhlíky.
 (b) Právě jedno centrum chiralidy.
 (c) Centrum chiralidy je vyznačeno červenou tečkou v obrázku:



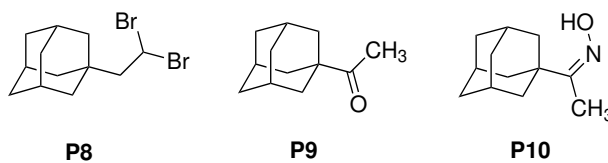
- (d) Tato molekula má právě dva stereoizomery ve formě dvou izomerů kvůli rigiditě struktury tohoto substituovaného adanantanu.

(4 × 1/45 b.)

9. Vladimír Prelog je držitelem Nobelovy ceny za chemii právě za svou práci v oblasti stereochemie molekul.

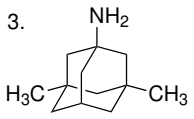
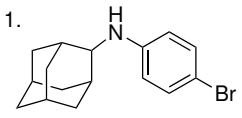
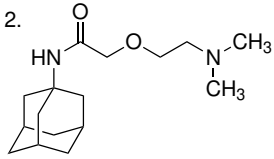
(7/135 b.)

10. Řešení:



(3 × 2/45 b.)

11. Řešení:

3. 	A. Memantin	b. lék na Alzheimerovu chorobu
1. 	B. Bromantan	c. anxiolytikum (lék proti úzkosti)
2. 	C. Tromantadin	a. virostatikum určené na herpes simplex

(6 × 2/135 b.)

B4 – Osud látek v životním prostředí

Autorka: Pavla Fialová (e-mail: pavla.fialova@recetox.muni.cz)

12 bodů

1. Podívejte se do své domácí lékárny. Napište názvy tří léků, které jste tam našli, a účinnou látku v nich obsaženou. Který lék byste podali Sovičce na bolest hlavy a horečku?

Ve vašich lékárníčkách se našel např. Paralen, Paramax Rapid – paracetamol, Kinedryl – moxastini teoclas, Endiaron – cloroxinum, Ibalgin, Nurofen Rapid – ibuprofen, Novalgin – metamizal, Augmentin – amoxicilin, kyselina klavulanová, Tramal – tramadol, Mucosolvan – ambroxoli hydrochlorid, Tantum verde – benzydamin hydrochlorid.

Sovičce lze podat na bolest hlavy a snížení teploty např. Paralen, Ibalgin, Novalgin.

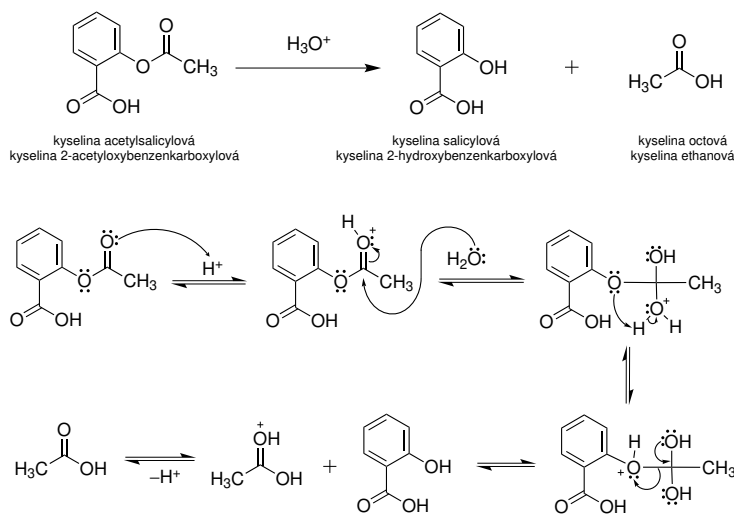
(2,0 b.)

2. Spojte tři související pojmy dle příkladu: analgetika – léky tlumící bolest – paracetamol. Pokud dobře počítáte, tak jeden pojem chybí. Tento pojem doplňte. Nápoděda: odpověď můžete najít v některé z předchozích sérií úloh.

- | | | |
|--------------------|---------------------------------------|---|
| 1. Antihistaminika | 12. léky k léčbě alergií | 4. cetirizin |
| 11. Antibiotika | 9. léky k léčbě bakteriálních infekcí | 6. erythromycin |
| 7. Antipyretika | 2. léky ke snížení horečky | 13. ibuprofen |
| 3. Antiepileptika | 10. léky k léčbě epilepsie | X: diazepam, lamotrigin, karbamazepin, fenytoin, kyselina valproová, fenobarbital |
| 14. Antiarytmika | 5. léky k léčbě srdečních arytmií | 8. disopyramid |

(2,5 b.)

3. Napište první část metabolismu aspirinu (kyselou hydrolyzu), nakreslete mechanismus reakce a pojmenujte (systematicky, nebo triviálně) výchozí substrát a vznikající produkty.



(3,0 b.)

4. V jedné tabletce aspirinu je 500 mg účinné látky. Předpokládejme, že si každý stý obyvatel Brna (380 000 obyvatel) vezme 1 tabletku v jeden den. Jaká hmotnost aspirinu se dostane za den do odpadní vody, když je do ní vyloučeno 50 % původního množství?

Každý stý obyvatel: $380000/100 = 3800$

Množství účinné látky: $500 \text{ mg} \cdot 3800 = 1900 \text{ g}$

50 % z 1900 g je 950 g

Do odpadní vody se dostane **950 g** aspirinu.

(1,0 b.)

5. Ve vzorku vody byla naměřena koncentrace cetirizinu 380 ng/l a koncentrace erythromycinu 25 ng/l. Jaké množství těchto látek se dostane do řeky za den, když víte, že průměrný denní průtok je 85 000 m³? Jaké množství se dostane do řeky za rok?

Za den: $380 \times 10^3 \text{ ng/m}^3 \cdot 85000 \text{ m}^3 = 3,23 \times 10^{10} \text{ ng} = \mathbf{32,3 \text{ g}}$

Za rok: $32,3 \text{ g} \cdot 365 \text{ dní} = 11790 \text{ g} = \mathbf{11,8 \text{ kg}}$

Obdobný výpočet pro erythromycin, výsledek: **2,1 g/den, 0,78 kg/rok**

(2,0 b.)

6. Jakým způsobem se ještě mohou léčiva dostávat do životního prostředí? Navrhněte alespoň dva další zdroje.

Nevhodným zacházením s léčivými, např. vyhozením do koše, záchodu; z výroby léčiv; používáním veterinárních farmak a následnou aplikací kejdy s obsahem farmak na pole; aplikací kalů z ČOV na pole, může docházet k únikům ze skládek odpadů atd.

(1,0 b.)

7. Na jaké palivo, které se vyrábí z čistírenských kalů z ČOV v Modřicích, jezdí autobus v Brně?

BioCNG, jiným názvem také biomethan nebo bioplyn.

(0,5 b.)

C4 – Konečně v labu!Autor: Štěpán Káňa (e-mail: stepan.kana@skaut.cz)

16 bodů

1. pK_a je záporná logaritmická hodnota rovnovážné disociační konstanty kyseliny. Bylo potřeba si rovněž uvědomit, že její hodnota znamená hodnotu pH, při které jsou kyselina a její konjugovaná báze přítomny ve stejné koncentraci.

(1,0 b.)

2. Platí, čím kyselejší skupina, tím nižší pK_a , proto pK_{a1} je 4,45 a pK_{a2} 8,42. Kyselejší je karboxylová skupina.

(2,0 b.)

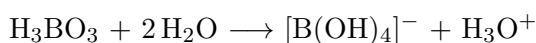
3. Řešení:

$$m = c \cdot V \cdot M = 3,1 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,005 \text{ dm}^3 \cdot 284,22 \text{ g mol}^{-1} = 4,4 \text{ mg}$$

Pro přípravu roztoku bylo potřeba: váženka (navážovací lodička), špachtle, odměrná baňka, násypka, případně kádinka. Podle správné laboratorní praxe se příprava roztoku o přesné koncentraci provádí rozpuštěním látky v odměrné baňce a následným doplněním po rysku.

(2,0 b.)

4. Řešení:



(1,0 b.)

5. Čárkovaná křivka odpovídá absorpci rheinu při $\text{pH} = 9,5$, neboť absorpční maximum je pozorováno při 510 nm, tedy pohlcuje zelenotyrykysovou barvu. Doplnková barva, kterou lidské oko pozoruje, je tím pádem červená.

(2,0 b.)

6. Dianion rheinu (forma rheinu nad pK_{a2}) není fluorescentní, proto pozorujeme pokles intenzity.

(1,0 b.)

7. Další metoda dávkování je elektrokinetická nebo výškovým rozdílem hladin.

(1,0 b.)

8. Vlivem stackingu je pík vyšší a užší, což je obecně při separacích žádané.

(1,0 b.)

9. Vzhledem k hodnotě pH pufru a kladnému napětí na vstupní elektrodě první pík v pořadí patří aloe emodinu, protože nese jeden záporný náboj. Druhý pík lze přiřadit rheinu, který nese dva záporné náboje. Pík EOF by byl před oběma látkami, neboť jeho marker by byl neutrální.

(3,0 b.)

10. Bylo potřeba si uvědomit (číst pozorně), že zásobní roztok rheinu byl před analýzou 1000× naředěn.

$$LOD(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3 \cdot s \cdot c}{H} = \frac{3 \cdot 0,001 \cdot 3,1 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}}{0,2379} = 3,9 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$LOD(\text{D}_2\text{O}) = \frac{3 \cdot 0,001 \cdot 3,1 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}}{1,561} = 0,60 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

Ke snížení LOD došlo 6,5×.

(2,0 b.)