

Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



# Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

Řešení úkolů 2. série

10. ročník (2019/2020)

### S3 – Barevná úloha (třetí úvodní úloha)

*Autorka: Lenka Karpíšková (e-mail: lenkakarpiškova@mail.muni.cz)*

5 bodů

1. Řešení:

1. Když si do šípkového čaje přimícháte jedlou sodu, čaj zezelená.  
PRAVDA i LEŽ – Omlouváme se za zmatení a rádi bychom to uvedli na pravou míru. Šípkový čaj obsahuje anthokyany, což jsou barviva, která mění svoje zbarvení dle pH. V zásaditém prostředí jedlé sody mají tato barviva zelenou barvu. Šípky ale obsahují spoustu dalších barviv, která v zásaditém prostředí nezezelenají, takže celková barva čaje není zelená, pouze se trochu změní. Čaj tedy zezelená i nezezelená a obě odpovědi byly uznávány. Lépe zvoleným příkladem by byl ibiškový čaj, který je v zásaditém prostředí opravdu zelený.
2. Vlnová délka světla 666 nm odpovídá červené barvě.  
PRAVDA
3. Papírky, které se používaly jako indikátory vlhkosti, obsahovaly chlorid kobaltnatý, takže se v přítomnosti vlhkosti zbarvily modře.  
LEŽ – Papírky, které se používaly jako indikátory vlhkosti, sice obsahovaly chlorid kobaltnatý, ale ten je modrý jako bezvodý. V přítomnosti vody se hydratuje na fialový dihydrát a růžový hexahydrát. Papírky se v přítomnosti vlhkosti zbarvily růžově.
4. Pokud do vody hodíte suchý led a namočíte v ní univerzální indikátorový papírek, papírek zezelená.  
LEŽ – Suchý led je pevný oxid uhličitý a při rozpouštění ve vodě se tedy tvoří roztok kyseliny uhličité, který má kyselé pH. Zelené zbarvení univerzálního indikátorového papírku odpovídá pH 8–9, tedy zásaditému pH.
5. Pokud si běžnou účtenku, tedy takovou, která je vyrobena z termopapíru, položíte na stůl a rychle po ní přejedete nehtem, v místě kontaktu s nehtem zčerná.  
PRAVDA – Účtenky z termopapíru obsahují fluoranová barviva a kyselinu bisfenol A. Pokud se termopapír zahřeje nad teplotu tání této matrice (například teplem vznikajícím třením nehtu o termopapír), barvivo reaguje s kyselinou a přechází z bezbarvé formy na barevnou.
6. Barevný odstín vodného roztoku fuchsínu by se dal v HTML zapsat jako #FF00FF.  
PRAVDA – Vodný roztok fuchsínu má růžovofialovou barvu. #FF00FF je hexadecimální zápis barvy magenta, která je růžovofialová.
7. Ve světle nízkotlaké sodíkové výbojky nerozeznáme červenou barvu od modré.  
PRAVDA – Nízkotlaká sodíková výbojka svítí monochromatickým světlem (přesněji jsou to dvě velmi blízké vlnové délky 589,0 a 589,6 nm, které odpovídají žlutému světlu). Abychom mohli vidět barvy, potřebujeme, aby se do našich očí dostalo světlo o vlnové délce příslušné barvy nebo si náš mozek tuto barvu z vlnových délek složil. Protože sodíková výbojka vydává jen monochromatické žluté světlo, není žádné modré nebo červené světlo, které by se odrazilo od normálně modrého a červeného předmětu a podle kterého bychom je mohli od sebe rozeznat.

(0,5 b. za každé tvrzení, celkem 3,5 b.)

2. Účtenky z termopapíru obsahují fluoranová barviva a kyselinu bisfenol A. Pokud se termopapír zahřeje nad teplotu tání této matrice, barvivo reaguje s kyselinou a přechází z bezbarvé formy na barevnou.

**(1,0 b.)**

3. Sovička získala celkem 6 bodů (resp. 5 bodů), Žeryk 1 bod (resp. 2 body) a Fanda 3 body (resp. 4 body). Hru v každém případě vyhrála Sovička.

**(0,5 b.)**

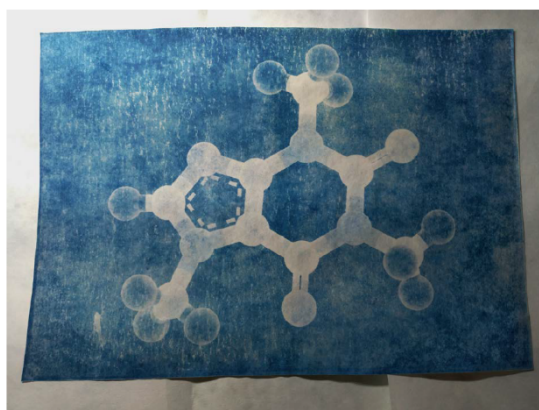
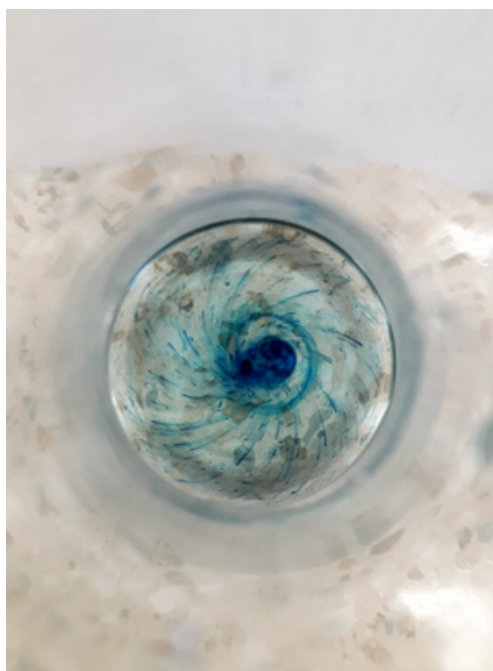
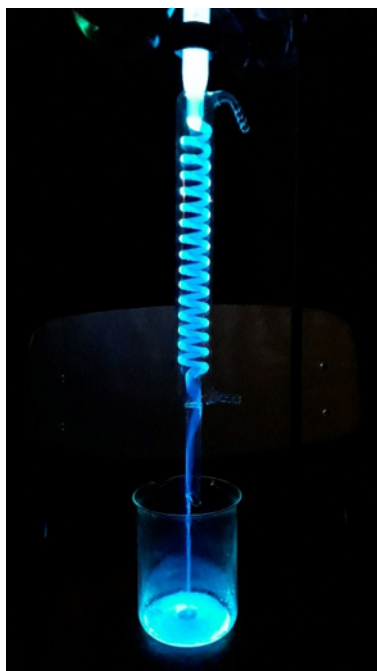
## S4 – Fotografická úloha (čtvrtá úvodní úloha)

*Autorka: Lenka Karpíšková (e-mail: lenkakarpiskova@mail.muni.cz)*

7 bodů

1. Žádná fotografie by nebyla pořízena, protože doba expozice nestačí k vytuhnutí asfaltu.  
(1,0 b.)
2. Chemickým prvkem je jod. Sloučenina je jodid stříbrný.  
(1,0 b.)
3. Na slunci by destička postupně zhnědla až zčernala, protože by došlo k vyredukování elementárního stříbra. Pokud by poprchávalo, destička by mohla být znehodnocena a tím ovlivněna i kvalita pořízené fotografie. Jodid stříbrný je ale ve vodě nerozpustný, takže by nemusel být vymyt, s vodou nereaguje. Pokud je zataženo, nemuselo by dojít ani k fotochemické reakci rozkladu AgI.  
(1,0 b.)
4. Dobrý nápad by to nebyl, páry rtuti jsou totiž vysoce toxické.  
(1,0 b.)
5. Nezreagovaný nevymytý jodid stříbrný by se mohl po vystavení světlu při pověšení na zeď rozložit na elementární stříbro a na fotografii by se objevila tmavá místa. Fotografie by takto byla zničena.  
(0,6 b.)
6. Pro úspěšné provedení kyanotypie je třeba přítomnost UV záření. Běžné zářivky nesvítlí dostatečně v UV oblasti pro efektivní použití při kyanotypii.  
(1,0 b.)
7. Příklady nevýhod z řešení řešitelů: náročnost na čas a preciznost, fotograf musí být zručný, vysoká cena, velikost a neskladnost fotoaparátů, toxické a nebezpečné látky použité při vyvolávání, nesnadné ostření, nemožnost fotografování pohybujících se objektů, nízká životnost fotografií, omezené barvy, fotografie jsou jen tištěné oproti dnešním digitálním, fotografie nelze upravit a snadno kopírovat, není možné vyfotit více fotek v jeden čas, při vyvolávání ostatní vidí vaše fotografie.  
Příklady výhod z řešení řešitelů: má to svoje kouzlo a je to cool, lidé nefotili bezmyšlenkovitě, ale dali si záležet, aby každá fotografie měla smysl, není potřeba elektřina, nezanechají digitální stopu, donutí porozumět chemii  
(1,4 b.)

BONUS: Děkujeme za zasláné fotky, níže máte ukázkou těch, které se nám líbily nejvíce.



**A2 – Totální syntéza přírodních a biologicky aktivních látek**

 Autor: *Jakub Dávid Malina (e-mail: malinaj@vscht.cz)*

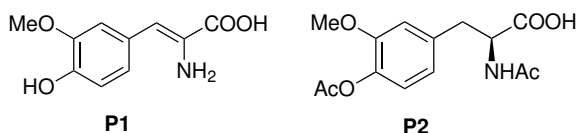
12,5 bodu

1. Řešení:

1. neurotransmitter
2. receptor
3. ion
4. uzavřený iontový kanál
5. otevřený iontový kanál

(25/32 b.)

2. Řešení:


**R1** = HBr nebo H<sup>+</sup> (nebo jiná silná minerální kyselina).

(45/32 b.)

3. Látka „KAT.“ slouží jako chirální katalyzátor při stereoselektivní hydrogenaci, tzn. během hydrogenace v přítomnosti látky „KAT.“ vzniká v nadbytku jen požadovaný stereoizomer.

(15/16 b.)

 4. Řešením soustavy dvou rovnic (1) a (2) o dvou neznámých  $w(S)$  a  $w(R)$  jsme získali hmotnostní zlomek pro ( $S$ ) izomer roven 97,5 % a pro ( $R$ ) izomer 2,5 %.

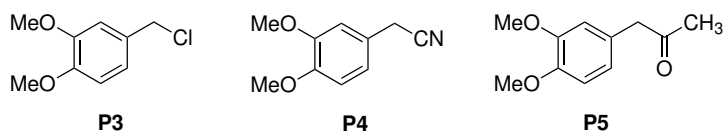
$$w(R) + w(S) = 1,00 \quad (1)$$

$$w(S) - w(R) = 0,95 \quad (2)$$

$$w(R) = 0,975 \quad w(R) = 0,025$$

(25/16 b.)

5. Řešení:



(45/32 b.)

6. Racemická směs je směs, kde poměr (*S*) a (*R*) enantiomerů dané látky je 1:1, a tedy  $w(S) = w(R) = 50\%$ . Definice enantiomerního přebytku z textu je následující:

$$ee = |w(R) - w(S)| \cdot 100\%$$

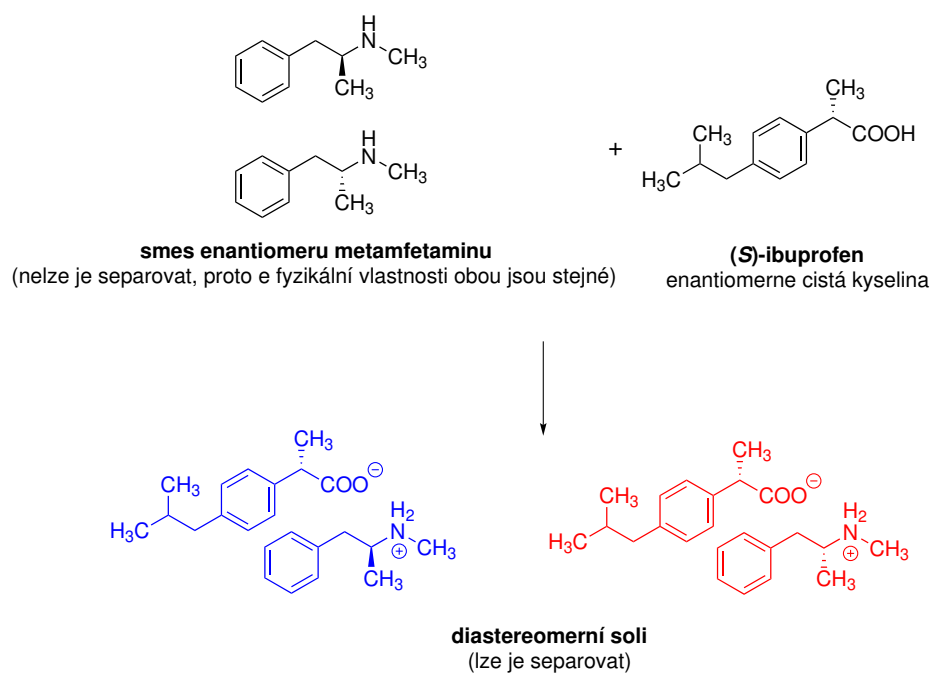
Enantiomerní přebytek pro každou racemickou směs je 0 ( $ee = 0\%$ )!

(25/16 b.)

7. Chirální rezoluce je metoda určená pro separaci enantiomerů dané látky. Protože enantiomery mají skoro všechny fyzikální vlastnosti stejné, je velmi náročné takovou směs rozdělit. Víme ale, že reakcí s enantiomerně čistou látkou vznikají diastereomery s rozdílnými fyzikálními vlastnostmi, které už dokážeme lépe rozdělit různými separačními metodami.

(75/32 b.)

8. Na chirální rezoluci můžeme použít jen (*S*)-ibuprofen, protože jde o chirální a enantiomerně čistou látku, při reakci se směsí enantiomerů metamfetaminu vznikají diastereomery, které se dají snadno separovat (např. krystalizací). Ostatní látky jsou nevhodné, protože nejsou chirální, a nevznikly by diastereomerní soli, ale jen enantiomerní soli, které mají pořád stejné fyzikální vlastnosti.



(40/16 b.)

## B2 – Osud látek v životním prostředí

*Autorka: Simona Krupčíková (e-mail: 451234@mail.muni.cz)*

12,5 bodu

1. Jev, který nastává při snížené koncentraci ozonové vrstvy ve stratosféře, nazýváme ozonová díra. Ozon pohlcuje UV záření a tím chrání obyvatele Země před jeho škodlivým působením. Pokud je vrstva ozonu zmenšená, proniká na zemský povrch škodlivé UV záření, které může způsobit poškození zraku nebo rakovinu kůže.

(1,0 b.)

2. Ozon je nežádoucí v nejnižší vrstvě atmosféry, tedy v troposféře. Jelikož je ozon silné oxidační činidlo, má negativní vliv na lidské zdraví, rostliny i celé ekosystémy.

(1,0 b.)

3. Mezi polycyklické aromatické uhlovodíky patří: a) pyren, b) naftalen, e) fluoranthen.

Mezi polycyklické aromatické uhlovodíky nepatří: e) benzen (není to polycyklický uhlovodík), d) heptalen (není aromatický).

(1,25 b.)

4. Největšími přírodními zdroji PAHs jsou sopečná činnost a lesní požáry.

V Pekingu jsou hlavními zdroji PAHs automobilová doprava, tepelné elektrárny a továrny.

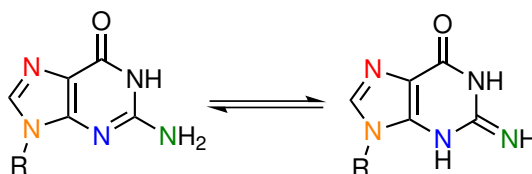
(1,0 b.)

5. V závislosti na podmínkách prostředí a organismu, který látku degraduje mohou být cizorodé látky modifikovány těmito funkčními skupinami: karbonyl-, karboxyl-, amino-, methyl-.

(0,5 b.)

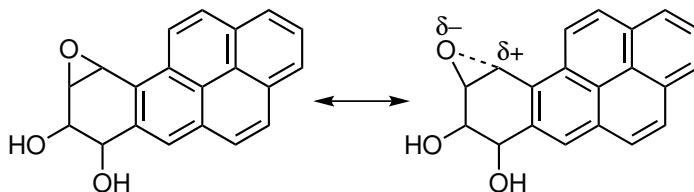
6. Jak bylo naznačeno v zadání úlohy, nukleofilem bude některý z atomů guaninu. V úvahu připadají elektronegativní atomy (O, N, které budou mít vyšší elektronovou hustotu). Vyloučit můžeme černý atom dusíku, který je v konjugaci s karbonylovou skupinou. Karbonylový kyslík má sice vysokou elektronovou hustotu, ale jako nukleofil se chová pouze vůči vysoce reaktivním elektrofilům jako je  $H^+$  nebo karbokation. Oranžový atom dusíku je stericky bráněný a nic mu výrazně nedodává elektronovou hustotu. Červený atom dusíku je iminový, iminy se chovají podobně jako elektrofilní aldehydy a ketony. Modrý a zelený atom dusíku jsou součástí páru tautomerů a jsou navzájem konjugované, což zvyšuje jejich elektronovou hustotu vůči případu, kdy by byly izolované.

Místo s vysokou elektronovou hustotou a tedy místo, kde bude reagovat elektrofilní metabolit, je na modrém a zeleném atomu dusíku.

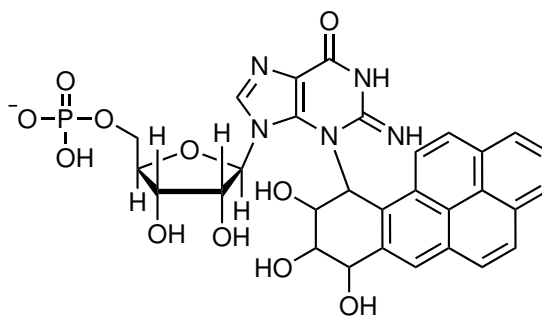
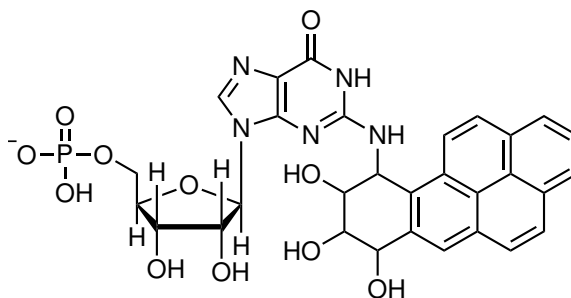




Musíme taktéž rozhodnout, který z uhlíkových atomů epoxidu bude elektrofilnější. Jeden z nich je v benzylické poloze a bude na něm stabilnější a větší parciální kladný náboj.

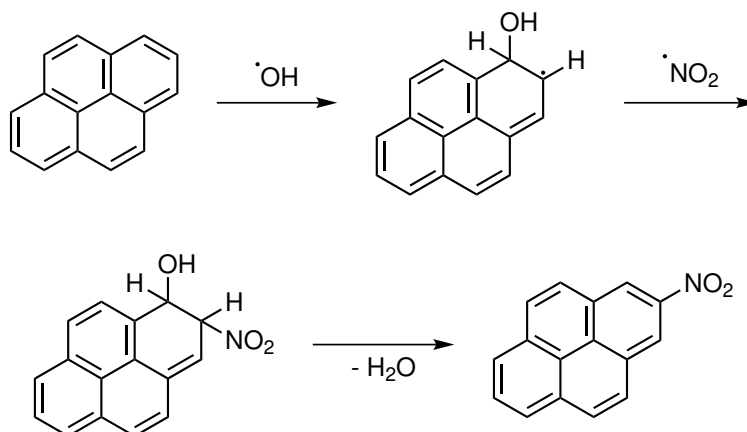


Můžeme tedy očekávat vznik dvou produktů:



(2,0 b.)

7. Řešení:



(1,5 b.)

8. PAHs neřadíme mezi perzistentní organické polutanty, jelikož jsou reaktivní a mají nízký poločas rozpadu. V prostředí se rozkládají a nesetrvávají zde po dlouhou dobu (mnoho let).

(1,0 b.)

9. Fotochemický smog: 1, 3, 4, 6.

Klasický smog: 1, 2, 5, 7.

(1,75 b.)

10. V Pekingu převažuje fotochemický smog, znečištění ovzduší je způsobeno zejména enormní automobilovou dopravou.

V Oslavanech se může vyskytnout klasický smog. V minulosti se v okolí těžilo černé uhlí a stále se zde používá k vytápění.

(0,5 b.)

11. Řešení:

I.  $N_2$

II.  $\cdot NO_2$

III.  $O_3$

Jedná se o fotochemický smog.

(1,0 b.)

**C2 – Ráno na přednášce**Autor: Štěpán Káňa (e-mail: [stepan.kana@skaut.cz](mailto:stepan.kana@skaut.cz))

12 bodů

1. energii předává tepelnými srážkami okolním molekulám (např. rozpouštědla).  
(1,0 b.)
2. Elektron musí změnit spin. (Hodnota spinu elektronu je buď  $+1/2$  nebo  $-1/2$ ). V singletovém stavu je  $S = 0$  a v tripletovém je  $S = 1$ .  
(1,0 b.)
3.  $10^{-15}$  s = absorpce;  $10^{-12}$  až  $10^{-10}$  s = vibrační relaxace;  $10^{-10}$  až  $10^{-7}$  s = fluorescence;  $10^{-6}$  s až 10 min = fosforescence.  
(2,0 b.)
4. Excitační maximum je 430 nm (0,5 b.), emisní maximum je 580 nm (0,5 b.), 580 nm odpovídá barvě žluté (1 b.).  
(celkem 2,0 b.)
5. Stokesův posun je 150 nm (1 b.).

$$\Delta E [\text{eV}] = \frac{h \cdot c}{e} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

$$\Delta E = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,000 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{1,602 \times 10^{-19} \text{ C}} \cdot \left( \frac{1}{430 \times 10^{-9} \text{ m}} - \frac{1}{580 \times 10^{-9} \text{ m}} \right)$$

$$\Delta E = 0,476 \text{ eV}$$

(Za správný postup a zaokrouhlení výsledku 2 b.)

6. Fluorescenční záření je snímáno v pravém úhlu proto, aby nebylo rušeno zářením excitačním, které prostupuje květou v přímém směru. Mohlo by to navíc poškodit (a to nenávratně) i detektor.  
(1,0 b.)
7. LASER je ze své podstaty zesilovač záření díky stimulované emisi (nikoliv tedy zdroj záření). Záření je koherentní a monochromatické, světelný paprsek je velice úzký, s malou rozbíhavostí.  
(1,0 b.)
8. Paprsek LASERu lze zaostřit na střed kapiláry. Jeho použití tak zvyšuje citlivost analýzy, protože je výkonnější než lampa (tj. dodá více fotonů pro excitaci, a tím snižuje i limit detekce – LOD). Ekonomicky je však méně náročná lampa.  
(1,0 b.)

9. Ne všechny sloučeniny jsou fluoreskující, a proto použití není univerzální.

(1,0 b.)

**Bonusová otázka:** postava ve snu je G. G. Stokes (1819–1903), vědec, který jako první vědecky popsal fluorescenci (1852). Uznán i jeho současník, J. Herschel (1792–1871), který fluorescenci jako první pozoroval v roztoku chininu (1845).

(bonusový 1,0 b.)