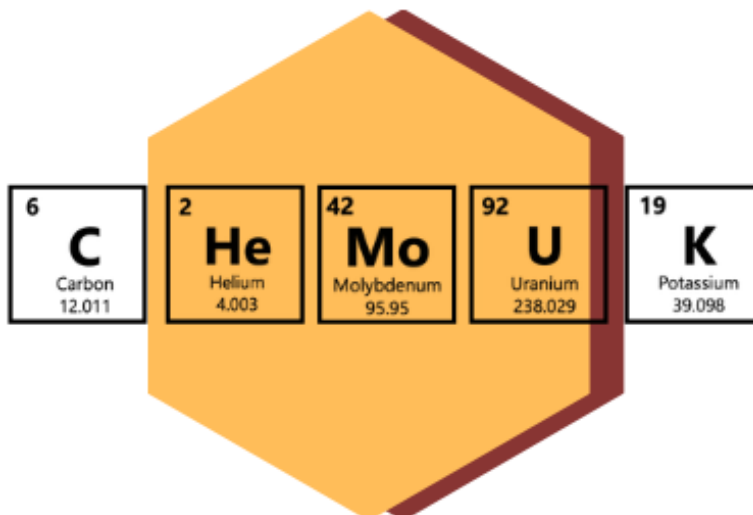


Korešpondenčný seminár z chémie
pre stredné školy



1. ročník
1. kolo – riešenia



Problém 1 (hradski1@uniba.sk)

Prečo sú potraviny farebné?

Farbivá sú ľuďmi využívané už od praveku, napr. na kreslenie jaskynných malieb. Farbivá zohrávajú v potravinárstve významnú úlohu v zmysle „čo oku lahodí, to chutí lepšie“. V minulosti sa používali prírodné zdroje farbív, ale s nástupom priemyselnej produkcie potravín sa začali masívne používať tzv. syntetické farbivá. Ich výhodou oproti



Zdroj: <https://www.elbotiquin.mx/sites/default/files/2017/11/06/azucar.jpg>

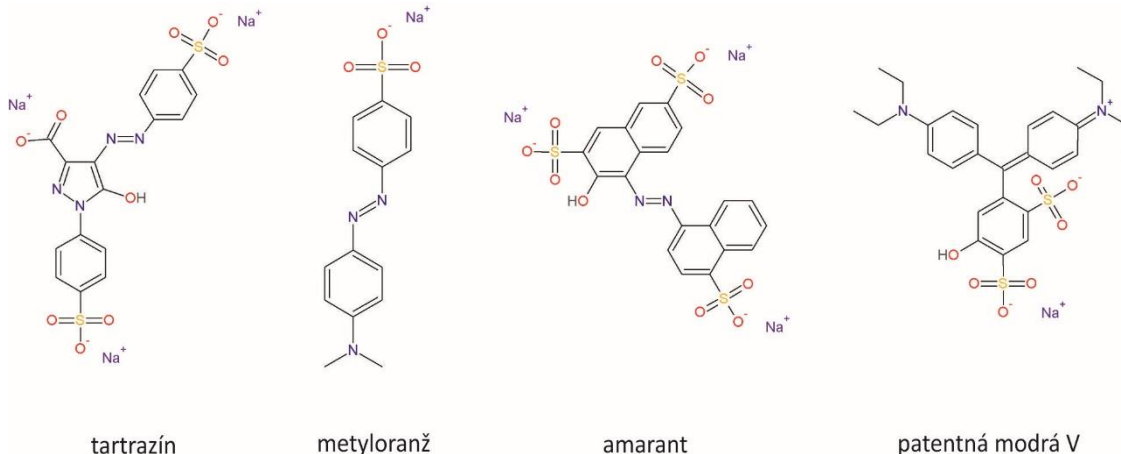
prírodným farbivám je najmä nižšia cena, jednoduchší spôsob ich výroby, a zároveň prakticky neobmedzená paleta farieb. Na druhej strane, ich neobmedzené používanie môže mať rôzne zdravotné riziká. Syntetické farbivá sa v súčasnosti používajú okrem potravinárskeho aj vo farmaceutickom a kozmetickom priemysle. Z hľadiska ochrany ľudského zdravia a potenciálnych zdravotných rizík je potrebné sledovať ich množstvo najmä vo výrobkoch, ktoré sú v priamom kontakte s ľudským telom. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (European Food Safety Authority; EFSA) študuje vplyv týchto farbív v potravinách na ľudské zdravie.

1. Na obr. 1 sú znázornené štruktúry 4 farbív (tartrazín, metyloranž, amarant a patentná modrá V). Do akej skupiny zlúčenín zaraďujeme uvedené farbivá s výnimkou patentnej modrej V?

azo zlúčeniny (azo farbivá) (1b)

Aká je ich farba?

tartrazín – žltá; metyloranž – oranžová; amarant – červená; patentná modrá V – modrá (1b)



Obrázok 1 Chemické štruktúry štyroch zvolených farbív

2. Potravinárske aditíva, ktorých použitie je povolené Európskou úniou majú jedinečný „E“ kód. Zistite, či vyššie uvedené farbivá sú vhodné na použitie v potravinárskom priemysle a uveďte ich „E“ kódy. **Pri ďalšom riešení úloh pracujte iba s potravinárskymi farbivami.**

tartrazín – E102; amarant – E123; patentná modrá V – E131 (1,5b)

3. Pred vývojom syntetických farbív sa na farbenie potravín používali látky získavané z prírodných zdrojov.

Vymenujte aspoň jeden prírodný zdroj farbiva, ktorým sa dajú nahradit' uvedené potravinárske syntetické farbivá.

Napríklad: tartrazín – xantofyly; amarant – antokyány; patentná modrá V – spirulina (1b)

4. Ktoré zo študovaných farbív by ste očakávali v jahodovom džeme?

amarant (1b)

5. Dostupné sú zásobné roztoky študovaných farbív. Koncentrácia zásobných roztokov jednotlivých farbív je 100 mg.l^{-1} .

Aký objem odpipetujete zo zásobného roztoku, aby koncentrácia farbiva vo vzorke bola 10 mg.l^{-1} ? Objem pripravenej vzorky má byť 5 ml.

0,5ml (1,5b)

6. Jednou z vhodných analytických techník na identifikáciu a stanovenie koncentrácie potravinárskych farbív je molekulová spektroskopia. Molekulová absorpčná spektroskopia sa zaoberá meraním absorpčných spektier molekúl látok, ktoré absorbujú elektromagnetické žiarenie.

Zmerali sme elektrónové absorpčné spektrá jednotlivých potravinárskych farbív pripravené o koncentrácii 10 mg.l^{-1} v rozsahu vlnových dĺžok 400-800 nm. Na zistenie koncentrácie látky v roztoku, t. j. na kvantitatívnu analýzu sa používa tzv. λ_{max} hodnota, t. j. hodnota vlnovej dĺžky, pri ktorej daná látka poskytuje maximálnu hodnotu absorpcie. λ_{max} hodnota pre jednotlivé farbivá je: tartrazín – 430 nm, metyloranž – 507 nm, amarant – 524 nm a patentná modrá – 638 nm.

Pre absorpciu platí Lambertov-Beerov zákon, ktorý vyjadruje závislosť absorpcie elektromagnetického žiarenia od vlastností materiálu, cez ktorý žiarenie prechádza:

$$A = \epsilon \cdot l \cdot c,$$

kde ϵ je mólový absorpčný koeficient charakteristický pre danú látku pri danej vlnovej dĺžke [$\text{l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$], l je hrúbka absorbujúcej vrstvy [cm], resp. hrúbka kvety a c je koncentrácia absorbujúcej látky [mol.l^{-1}].

Čo je to vlnová dĺžka?

Vlnová dĺžka je vzdialenosť medzi dvomi po sebe nasledujúcimi maximami vlny. (1b)

Ako sa nazýva oblasť elektromagnetického spektra s rozsahom vlnových dĺžok 390-700 nm?

Viditeľná oblasť spektra (1b)

7. Farba roztoku pozorovaná ľudským okom je doplnková (komplementárna) ku farbe látky, ktorá je absorbovaná zo slnečného svetla.

Aká farba je absorbovaná jednotlivými študovanými syntetickými farbivami?

Tartrazín (žltá) – modrofialová, amarant (červená) – modrozelená, patentná modrá (modrá) – oranžová (1,5b)

8. Zmerali sme hodnoty absorpcie jednotlivých farbív pri 4 vlnových dĺžkach zodpovedajúcich ich λ_{\max} hodnotám. Údaje sú uvedené v tabuľke 1.

Z daných údajov vypočítajte mólový absorpčný koeficient, ak viete, že hrúbka kvety je 1 cm. Hmotnostnú koncentráciu je potrebné prepočítať na mólovú koncentráciu. Počítajte s nasledovnými mólovými hmotnosťami: $M_{\text{tartrazín}} = 534,36 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_{\text{metyloranž}} = 327,33 \text{ g.mol}^{-1}$, $M_{\text{amarant}} = 604,47 \text{ g.mol}^{-1}$ a $M_{\text{patentná modrá}} = 582,66 \text{ g.mol}^{-1}$. Výsledky zhrňte do tabuľky 2.

(4,5b)

Tabuľka 1 Namerané hodnoty absorpcie pre 10 mg.l⁻¹ jednotlivých farbív pri λ_{\max} jednotlivých farbív

λ_{\max} [nm]	430	507	524	638
	Absorbancia			
Tartrazín	0,441	0,015	0	0
Metyloranž	0,093	0,396	0,334	0
Amarant	0,089	0,329	0,349	0
Patentná modrá	0,059	0,032	0,059	1,702

Tabuľka 2 Vypočítané hodnoty mólového absorpčného koeficientu pre jednotlivé farbivá pri λ_{\max} jednotlivých farbív

λ_{\max} [nm]	430	507	524	638
	Mólový absorpčný koeficient [$l.mol^{-1}.cm^{-1}$]			
Tartrazín	23565	802	0	0
Metyloranž	0	0	0	0
Amarant	5380	19887	21096	0
Patentná modrá	3438	1865	3438	99169

9. Absorbancia je aditívna veličina, t. j. pri analýze roztoku obsahujúceho viacero látok o rôznych koncentráciách je výsledná absorbancia pri danej vlnovej dĺžke daná súčtom hodnôt absorpcií všetkých zložiek (látok) v roztoku.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

$$A = \varepsilon_{\lambda_1} \cdot l \cdot c_1 + \varepsilon_{\lambda_2} \cdot l \cdot c_2 + \varepsilon_{\lambda_3} \cdot l \cdot c_3 + \varepsilon_{\lambda_4} \cdot l \cdot c_4$$

Zmerané boli hodnoty absorpcií 4 vzoriek, ktoré obsahujú rôzne kombinácie študovaných potravinárskych farbív. Na základe nameraných hodnôt absorpcie pre neznáme vzorky uvedených v tabuľke 3 a vypočítaných hodnôt mólového absorpčného koeficientu uvedených v tabuľke 2 vypočítajte hmotnostnú koncentráciu jednotlivých potravinárskych farbív v neznámych vzorkách. Výsledky zhrňte do tabuľky 4.

(8b)

Tabuľka 3 Namerané hodnoty absorbcie neznámych vzoriek pri λ_{max} jednotlivých farbív

λ_{max} [nm]	430	507	524	638
	Absorbancia			
Vzorka 1	0,280	0,204	0,211	0
Vzorka 2	0,075	0,247	0,267	0,273
Vzorka 3	0,295	0,014	0,007	0,216
Vzorka 4	0,418	0,301	0,319	0,378

Tabuľka 4 Vypočítané koncentrácie jednotlivých farbív v neznámych vzorkách

	Tartrazín	Metyloranž	Amarant	Patentná modrá
	Vypočítaná koncentrácia [$mg.l^{-1}$]			
Vzorka 1	5,13	0	6,05	0
Vzorka 2	0	0	7,38	1,60
Vzorka 3	6,52	0	0	1,27
Vzorka 4	7,41	0	8,76	2,22

10. Akú farbu roztokov vzoriek 1 až 4 očakávate vzhľadom na zistené zloženie vzoriek?
 vzorka 1 – oranžová; vzorka 2 – fialová; vzorka 3 – zelená; vzorka 4 – hnedá (2b)

Autor: Mgr. Jasna Hradski, PhD.

Recenzent: doc. RNDr. Marián Masár, PhD.

Problém 2 (erik.rakovsky@uniba.sk)

Úloha 1. (5 b)

Analogický postup ako bol uvedený, pre a dostávame $2 \times (167 + 181) = 696$ pm

$$V = 337\,153\,536 \text{ pm}^3$$

$$V' = 4 \times 19\,509\,135,39 + 4 \times 24838441,02 = 177\,390\,305,7 \text{ pm}^3$$

$$\text{KPI} = 0,5261 = 52,61 \%$$

Úloha 2. (5 b)

Priestorová uhlopriečka má dĺžku $\sqrt{3}a$, takže $a = \frac{2(r_k + r_a)}{\sqrt{3}} = 412,22$ pm

$$\text{a teda objem základnej bunky } V = 421,22^3 = 70\,050\,744,16 \text{ pm}^3.$$

Základná bunka obsahuje 1 katión v strede a teda musí obsahovať z princípu elektroneutrality aj jeden anión. Príp. z 8 aniónov v rohu základnej bunky patrí dovnútra bunky z každého $1/8$, $8 \times 1/8 = 1$.

$$V' = \frac{4}{3}\pi r_k^3 + \frac{4}{3}\pi r_a^3 = \frac{4}{3}\pi(174^3 + 183^3) = 47737593,65 \text{ pm}^3$$

$$\text{Napokon KPI} = V'/V = 0,68147 = 68,15\%$$

Úloha 3. (5 b)

KPI je vyššie, a teda priestor je viac zaplnený, ak CsCl kryštalizuje v štruktúrnom type CsCl. Toto usporiadanie je teda stabilnejšie.

Úloha 4. (5 b)

Anióny Cl^- sa nachádzajú na hrane kocky, čo je mriežkový parameter a vypočítaný v úlohe 2.

Ak by sa navzájom dotýkali, tak by platilo $a = 2r_a = 2 \cdot 183 \text{ pm} = 366$ pm, v úlohe 2 však vyšla jej dĺžka vyššia – 412,22 pm, takže anióny musia byť od seba izolované.

Úloha 5. (5 b)

Dĺžka hrany sa v takom prípade rovná – vid' úloha 4 – 362 pm, pričom dĺžka telesovej uhlopriečky je stále rovná $\sqrt{3}a = 2\sqrt{3}r_a = 2(r_k + r_a)$. Po úprave dostaneme výsledok $r_k = (\sqrt{3} - 1)r_a = 0,73205 \times 181 = 132,5$ pm.

Postupom ako v úlohe 2 dostávame $V = (2r_a)^3 = (2 \times 183)^3 = 366^3 = 49\,027\,896 \text{ pm}^3$ a

$$V' = \frac{4}{3}\pi r_k^3 + \frac{4}{3}\pi r_a^3 = \frac{4}{3}\pi(132,5^3 + 183^3) = 35\,414\,923,18 \text{ pm}^3$$

$$\text{Napokon KPI} = V'/V = 0,7223 = 72,23 \%$$

Autor: RNDr. Erik Rakovský, PhD.

Recenzent: RNDr. Jana Chrappová, PhD.; doc. RNDr. Jozef Tatiersky, PhD.

Problém 3 (peter.polcic@uniba.sk)

A1

Gln-Asp-Glu-Met-Leu-Lys-Gln-Gly-Thr-Leu-Asp-Arg-Lys-Tyr-Ala-Gly

Gln-Asp-Glu

Glu-Met

Met-Leu-Lys

Leu-Lys-Gln

Lys-Gln-Gly

Gln-Gly-Thr

Thr-Leu

Leu-Asp

Asp-Arg-Lys

Lys-Tyr

Tyr-Ala

Ala-Gly

A2

48 nukleotidov

(počet aminokyselín * 3)

uznával som aj ak niekto pripočítal stop-kodón)

A3

Gln-Asp-Glu-Met-Leu-Lys-Gln-Gly-Thr-Leu-Asp-Arg-Lys-Tyr-Ala-Gly

$2 \times 2 \times 2 \times 1 \times 6 \times 2 \times 2 \times 4 \times 4 \times 6 \times 2 \times 6 \times 2 \times 2 \times 4 \times 4$

= 14155776

uznával som aj ak niekto zarátal 3 rôzne stop-kodóny

A4

-veľa možných riešení, každé bude treba overiť

-bolo treba vybrať pre každú aminokyselinu čo najodlišnejšie 2 kodóny

-sekvencia musí byť DNA (musí mať T, nie U)

-musí byť v orientácii 5'—3', alebo ak je naopak, musia byť konce označené

-musí byť sekvencia kódujúceho vlákna, nie komplementárneho

-príklad správneho riešenia je

CAAGATGAAATGTAAAACAAGGTACTTTGGATCGTAAATATGCTGGC

a

CAGGACGAGATGCTGAAGCAGGGAACACTAGACAGGAAGTACGCAGGG

B1

Počet možností * molová hmotnosť jedného peptide / Avogadrovo číslo

$$20^{50} * (110 * 50) / 6.022E+23 = 1.028E+45 \text{ g} = 1.028E+42 \text{ kg}$$

Niektorí z priemernej molovej hmotnosti aminokyselín odrátali molovú hmotnosť vody, nebolo to treba, to už je v tom zarátané (to som v zadaní nenapísal). Uznával som aj taký výsledok.

B2

To je približne hmotnosť našej Galaxie.

B3

Podľa rovnakého vzorca ako B1 bolo treba zrátať pre rôzne dĺžky, kým sa priblížia ku 20 kg.

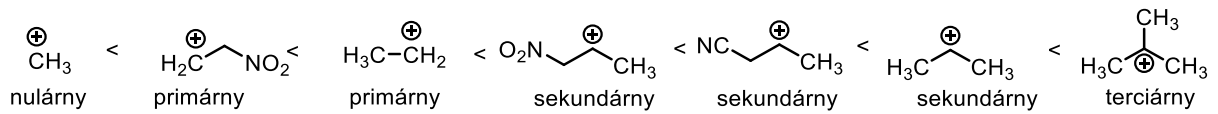
Správna odpoveď je 19 AMK (budeme potrebovať 18.2 kg)

(Na 20peptidy by sme už potrebovali 383 kg)

Autor: doc. Mgr. Peter Polčic, PhD.

Problém 4 (andrejcek6@uniba.sk)

1. (10,5 pb)

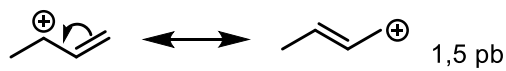
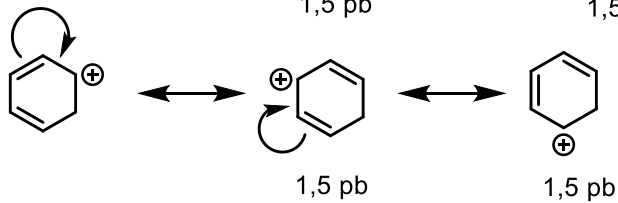
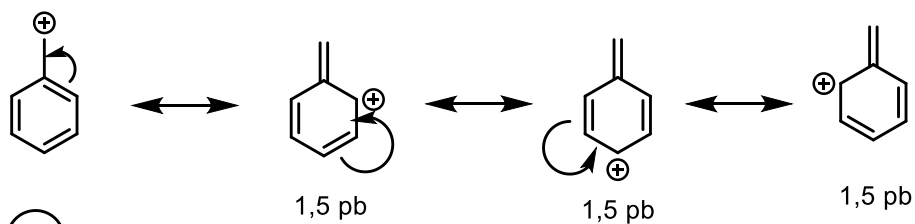


Každé správne zaradenie do poradia....1 pb

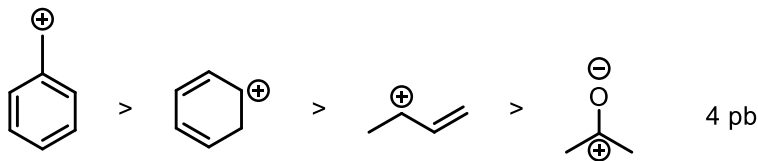
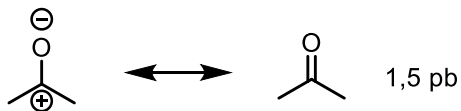
Každý správny názov pre typ karbokatiónu....0,5 pb

Uznať akékoľvek logické alternatívne riešenie aj čiastočné s vhodným bodovým ohodnotením

2. (15 pb)

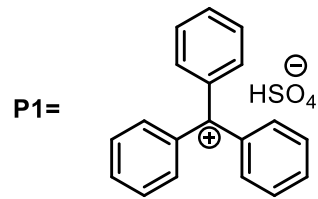


0,5 pb za vysvetlenie stability



Uznať akékoľvek logické alternatívne riešenie aj čiastočné s vhodným bodovým ohodnotením

3.a (5 pb)



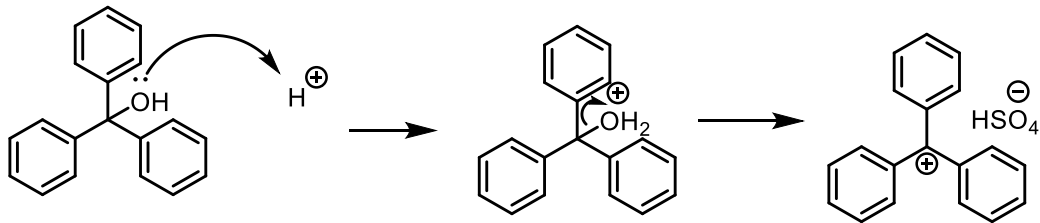
Správna štruktúra....3 pb

Vysvetlenie vzniku v dôsledku stability....2 pb

3.b (5 pb)

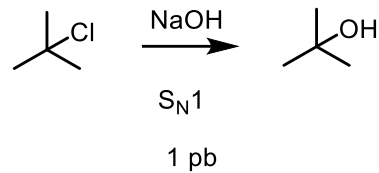
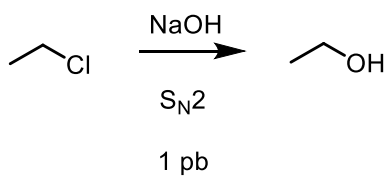
Nukleofil: OH⁻ (1 pb)

Elektrofil: H⁺ (1 pb)



Správny mechanizmus...3 pb

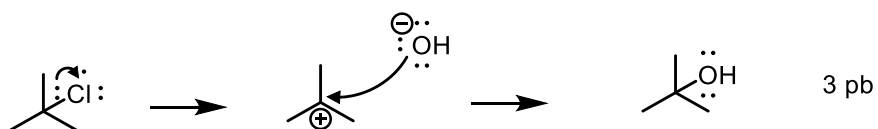
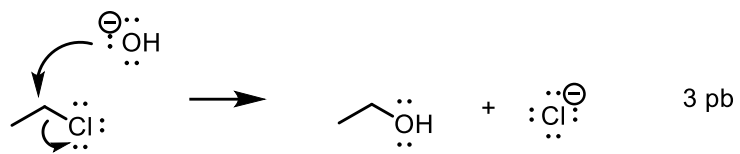
4.a (6 pb)



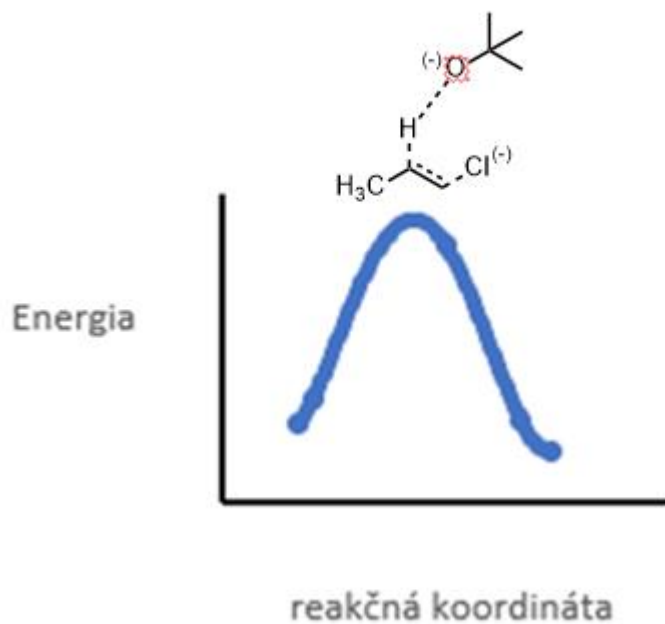
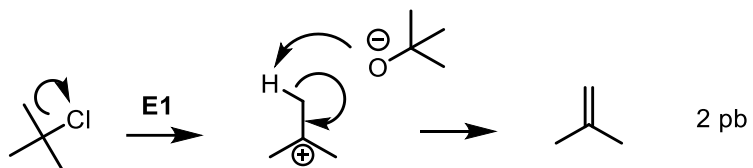
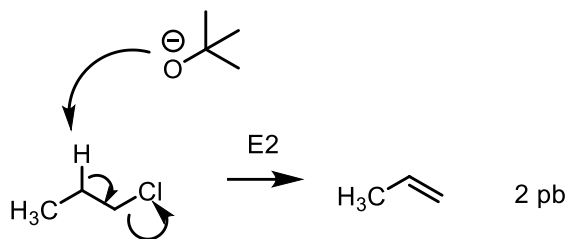
R2: $v = k \cdot [R]$ (2 pb)

R1: $v = k \cdot [R_1] \cdot [R_2]$ (2 pb)

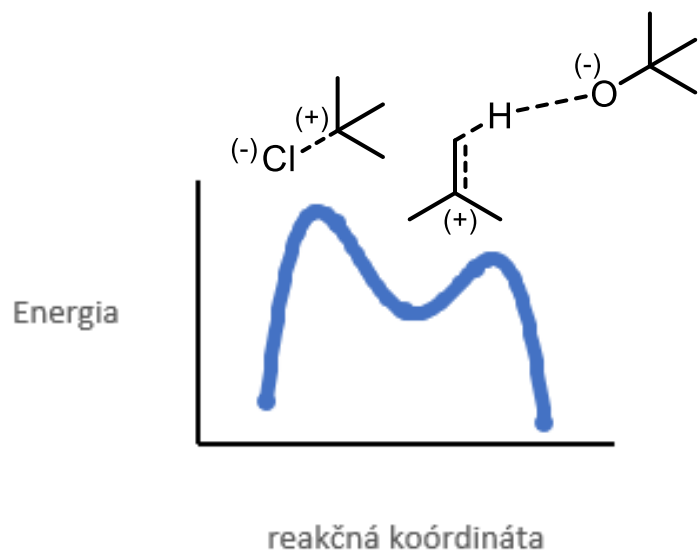
4.b (6 pb)



5. (9 pb)

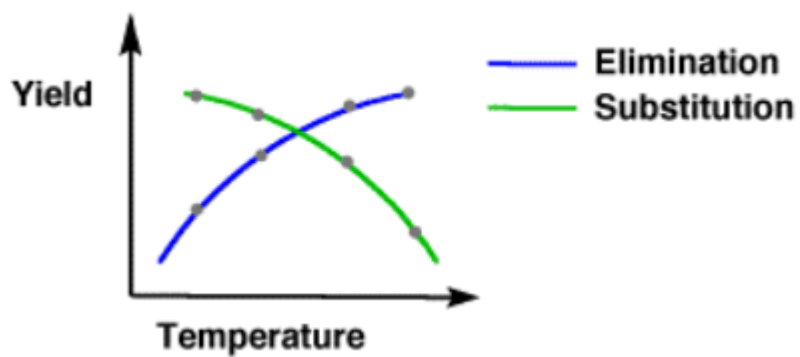
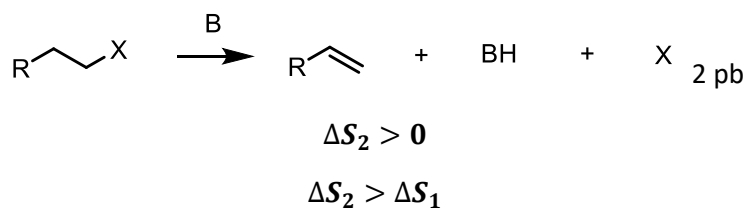
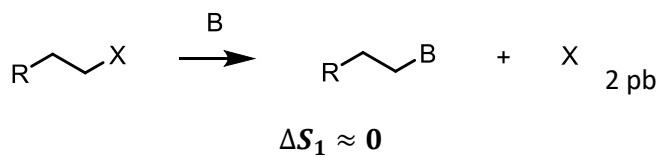


2 pb



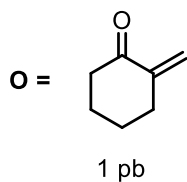
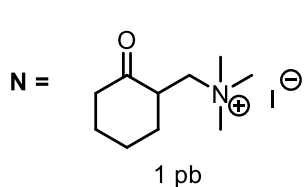
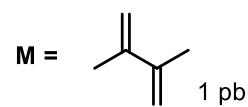
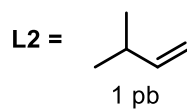
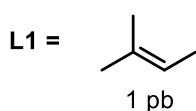
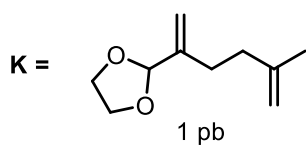
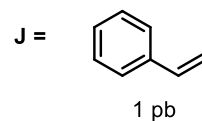
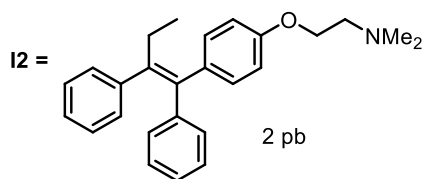
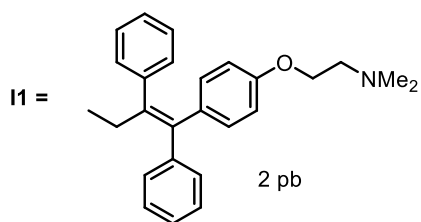
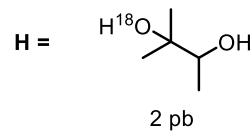
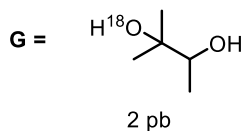
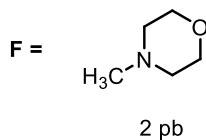
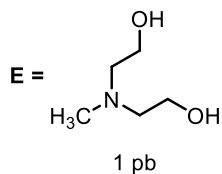
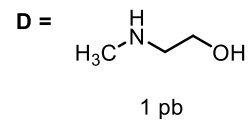
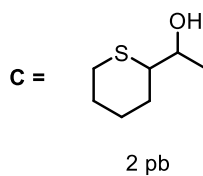
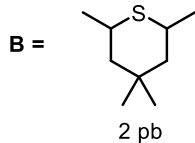
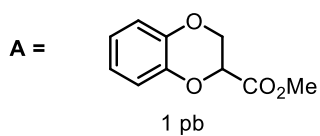
3 pb

6. (7 pb)



3 pb

7. (24 pb)



Uznať akékoľvek logické alternatívne riešenie aj čiastočné s vhodným bodovým ohodnotením

Autor: Samuel Andrejčák

Recenzent: doc. RNDr. Martin Putala, PhD.; Mgr. Henrieta Stankovičová, PhD.