

Autorské riešenia

Obidve praktické úlohy sú pripravené na 60 minút, na test odporúčame 90 minút. Max. počet bodov za test je 80 a za každú praktickú úlohu je max. počet 40 bodov. Úspešný riešiteľ musí mať nad 50 % bodov. V prípade rovnosti bodov rozhoduje počet bodov za test.

Praktická úloha č. 1

Téma: Rakovina

1. BIOFYZIKA

1.1 Narušenie ktorej molekuly by mohlo najpravdepodobnejšie viesť k nádorovému bujneniu? Svoju odpoveď zdôvodnite.

Molekula DNA. DNA je zodpovedná za celý život bunky, od jej vzniku po diferenciáciu a funkciu. Kóduje štruktúrne, regulačné proteíny, RNA. (0,5b)

Otázky:

- 1.2.1 Ktoré žiarenie je bezvýznamné z hľadiska vonkajšej kontaminácie (kontaminácia dotykom), no je extrémne nebezpečné pri ingescii (prijatí potravou) alebo inhalácii? **Žiarenie alfa. (0,5b)**
- 1.2.2 Svoju odpoveď zdôvodnite.
Jeho dolet je zanedbateľný – vrchnú vrstvu pokožky, kde zabrzdí tvorí tzv. stratum corneum – zrohovatená vrstva krycieho epitelu, ktorá je mŕtva – nedôjde k žiadnemu biologickému porušeniu. V žalúdku sú ale vrchné bunky epitelu živé a ťažké častice žiarenia alfa zbrzdia z veľmi veľkej rýchlosti na veľmi krátkej dráhe – má extrémnu deštrukčnú silu. (1b)
- 1.3 Ktoré žiarenie je nositeľom náboja? **Žiarenie beta alebo alfa (stačí 1 typ žiarenia) (0,5b)**
- 1.4 V roku 1986 vybuchla na Ukrajine sovietska jadrová elektráreň Černobyľ. Pri havárii sa uvoľnilo veľké množstvo rádioaktívneho jódu ¹³¹I. Tento jód bol neskôr v podobe rádioaktívneho mraku odnesený nad celú európu.
 - 1.4.1 Ktorý orgán ľudského tela vie takýto žiarič najviac poškodiť? **Štítna žľaza. (1b)**
 - 1.4.2 Čo sa produkuje v tomto orgáne? **Hormóny - tyroxín (tetrajódtyronín), trijódtyronín, kalcitonín (kalcitonín nemusí byť uvedený) (1b)**
 - 1.4.3 Medzi aké látky zaraďujeme tieto produkty? (Látky peptidovej-aminokyselinovej povahy/ látky lipidovej povahy/ látky sacharidovej povahy) **látky peptidovej-aminokyselinovej povahy (0,5b)**
 - 1.4.4 V ktorom období života je porucha činnosti tohto orgánu vedúca k nízkej produkcií najkritickejšia? Prečo? **V detstve – riziko rozvoja kreténizmu pri nedostatku T3/T4 ktoré ovplyvňujú metabolizmus. (1b)**
 - 1.4.5 Prečo sa ako ochrana pred rádioaktívnym ¹³¹I podáva nerádioaktívny jód ¹²⁷I? **Štítna žľaza si robí zásoby jódu – nerádioaktívny jód sa podáva pre jej nasýtenie týmto izotopom. (0,5b)**

2. MOLEKULÁRNA BIOLÓGIA

- 2.1 Rozhodnite, či je gén pre proteín p53 tumor supresorom alebo protoonkogénom. **Tumor supresor.(1b)**
- 2.2 Reguluje proteín p53 bunkový cyklus priamo? **Nie.(1b)**
- 2.3 V nasledujúcej časti budete mať za úlohu určiť závažnosť mutácií v gène pre proteín p53 porovnaním s jeho normálnou sekvenciou. Ako pomôcku prikladáme genetický kód a tabuľku aminokyselín. Na správne určenie mutácií musíte správne určiť čítací rámec – pozor na začiatok!

Normálna sekvencia génu pre proteín p53: (jedná sa o začiatok sekvencie prvého translatovaného exónu tohto génu)

- 2.3.1 Doplňte na základe sekvencie DNA sekvenciu mRNA (komplementárne k tzv. *antisense strand*! *Antisense strand DNA* je komplementárne vlákno ku *sense strand DNA* ktoré je uvádzané) a na základe nej sekvenciu aminokyselín podľa priloženého genetického kódu.

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAG CCG CAG TCA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'...GGUCACUGCC AUG GAG GAG CCG CAG UCA GAU CCU AGC G...3' **(1b)**

sekvencia AMK N -----M----E----E----P----Q----S-----D----P-----S-----C **(1b)**

- 2.3.1.1 Pre nasledujúce sekvencie mutovaných génov pre proteín p53 určte sekvenciu mRNA a sekvenciu aminokyselín presne tak, ako v úlohe 2.2.3.1. V tejto časti je však dopĺňanie sekvencie pre mRNA dobrovoľné – nezískavate za ňu žiadne body. Kľúčová je sekvencia aminokyselín a **typ mutácie** (ktorú zistíte porovnaním mutovanej a normálnej sekvencie DNA), ktorá nastala (delécia, inzercia, substitúcia – pri substitúciách vyznačte aj nahradenú aminokyselinu)

Mutácia 1

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAC CGC AGT CAG ATC CTA GCG...3'
mRNA 5'...GGUCACUGCC AUG GAG GAC CGC AGU CAG AUC CUA GCG...3'

sekvencia AMK N -----M----E----D---R----S----Q---I-----L---A---- C **(1b)**

Typ mutácie: **Delécia (1b)**

Mutácia 2

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAG CCG CAG TCA GAA TCA CTA GCG... 3'
mRNA 5'... GGUCACUGCC AUG GAG GAG CCG CAG UCA GAA UCA CUA GCG...3'

sekvencia AMK N -----M----E----E----P----Q----S-----E-----S----L-----A-----C **(1b)**

Typ mutácie: **Dvojnásobná Inzercia (1b)**

Mutácia 3

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAG CCG CAG TTA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'...GGUACUGCC AUG GAG GAG CCG CAG UUA GAU CCU AGC G...3'

sekvencia AMK N -----M----E----E----P----Q----L-----D-----P----S-----C **(1b)**

Typ mutácie: **Substitúcia vedúca k zámene serínu za leucín. (1b)**

Mutácia 4

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAG CTG CAG TCA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'...GGUCACUGCC AUG GAG GAG CUG CAG UCA GAU CCU AGC G...3'

sekvencia AMK N -----M----E---E----L---Q---S-----D---P----S-----C (1b)

Typ mutácie: **Substitúcia vedúca k zámene prolínu za leucín. (1b)**

Mutácia 5

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAA GAG CCG CAG TCA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'...GGUCACUGCC AUG GAA GAG CCG CAG UCA GAU CCU AGC G... 3'

sekvencia AMK N -----M----E---E----P---Q---S-----D---P----S-----C (1b)

Typ mutácie: **Substitúcia nevedúca k zámene aminokyselín. (1b)**

Mutácia 6

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAC GAG CCG CAG TCA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'...GGUCACUGCC AUG GAC GAG CCG CAG UCA GAU CCU AGC G... 3'

sekvencia AMK N -----M----D---E----P---Q---S-----D---P----S-----C (1b)

Typ mutácie: **Substitúcia vedúca k zámene glutamátu za aspartát. (1b)**

Mutácia 7

DNA sense strand 5'...GGTCACTGCC ATG GAG GAG CCG TAG TCA GAT CCT AGC G... 3'
mRNA 5'... GGUCACUGCC AUG GAG GAG CCG UAG UCA GAU CCU AGC G...3'

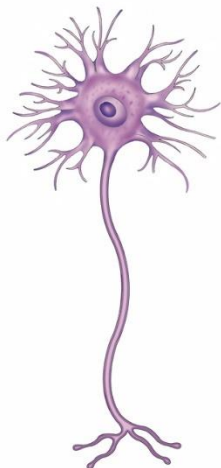
sekvencia AMK N-----M----E---E----P---STOP-----C (1b)

Typ mutácie: **Substitúcia (1b) (vedúca k predčasnému koncu translácie)**

Takéto mutácie môžu veľmi výnimočne viesť k produkcii aktívnejšieho proteínu, no v drvivej väčšine prípadov tomu tak nie je – takéto mutácie väčšinou proteín výrazne poškodia a proteín môže byť čiastočne, alebo úplne stratiť svoju funkciu. Preto ďalej uvažujme, že mutácie proteín poškodili. Pri odpovedaní na nasledujúce otázky si pomôžte tabuľkou so vzorcami aminokyselín.

- 2.3.2 Ktoré dve mutácie budú mať pravdepodobne na proteín najmenej negatívny dopad? Svoju odpoveď zdôvodnite. **Mutácia 5(0,25b) - nemení sekvenciu aminokyselín(0,25b) a mutácia 6(0,25b) – nahrádza kyslú aminokyselinu za kyslú.(0,25b) Spolu maximálne 1b.**
- 2.3.3 Ktorá z uvedených dvojíc mutácií je závažnejšia? V niektorých prípadoch môžete označiť obidve mutácie z dvojice. Svoj výber zdôvodnite.
- a) **Mutácia 3(0,5b)/Mutácia 6 Zámena polárnej aminokyseliny za nepolárnu – môže viesť k zmene terciárnej štruktúry.(0,5b)**
 - b) **Mutácia 1(0,5b)/Mutácia 4 Dôjde k posunutiu čítacieho rámca – bude sa tvoriť úplne iný proteín. (0,5b)**
 - c) **Mutácia 1/Mutácia 2 (0,5b) V oboch prípadoch dôjde k posunutiu čítacieho rámca. (0,5b)**
 - d) **Mutácia 4/Mutácia 7(0,5b) Dôjde k zastaveniu translácie. (0,5b)**
 - e) **Mutácia 4(0,5b)/Mutácia 6 Zámena za prolín spôsobí, že sa molekula v tomto mieste nebude „lámať“ (0,5b)**
- Spolu maximálne 5b za všetky výbery a zdôvodnenia**

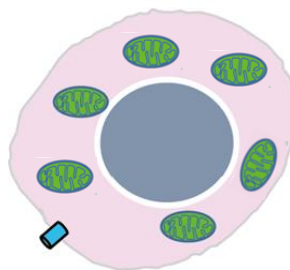
- 2.4 Keď mutácie v DNA spôsobia nekontrolovateľnú proliferáciu bunky, prestáva rakovinová bunka vykonávať svoju funkciu a zameriava sa na jednu jedinou vec – delenie. Ktorá z nasledujúcich buniek môže byť rakovinová? (správnu odpoveď zakrúžkujte)



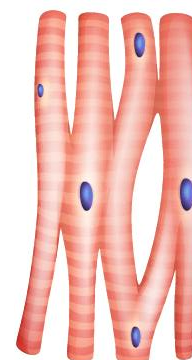
A)



B)



C) (1b)



D)

- 2.5 Malígne nádory však nie sú len kopa hocijakých deliacich sa buniek. Je pre ne veľmi dôležitá angiogenéza – tvorba nových ciev. Vedeli by ste vysvetliť prečo?

Pre enormnú rýchlosť delenia spotrebovávajú veľké množstvo energie – nádorové bunky potrebujú rýchly prísun živín, no najmä kyslíku potrebného pre ich oxidáciu. (1b)

3. ONKOLÓGIA

V predchádzajúcich dvoch častiach sme si ukázali, ako môže rakovina vznikať. V poslednej časti sa zameriame na rakovinu v praxi – konkrétne na jej diagnostiku a nemoc z ožiarenia.

Diagnostika

Jedným z najpoužívanějších spôsobov v klinickej praxi je tzv. PET scan – pozitronový emisný tomograf. PET scan využíva rádioaktívny izotop Flóru ^{18}F , ktorý je dopravený do rakovinových buniek, kde ho detegujeme.

- 3.1 Vychádzajúc z názvu, aké žiarenie bude tento rádioaktívny izotop fluóru vyžarovať?

β^+ (beta plus) (0,5b)

Dolet v tomto prípade neuvažujte za smerodajný údaj. Toto žiarenie totiž anihiluje s elektrónmi v bunke a vytbára iné žiarenie, ktoré má dostatočný dolet na to, aby sme ho mohli detegovať.

- 3.2 Fluór sa do rakovinových buniek nedostane len tak. Je naviazaný na nosič – molekulu, ktorú rakovinové bunky vyžadujú vo väčšej miere ako ostatné. O akú látku by mohlo ísť? Môžete si pomôcť obrázkom z PET skenu nižšie. Svoje tvrdenie zdôvodnite ***Glukóza. Uznateľná odpoveď aj iný monosacharid alebo všeobecne „monosacharid“.*** (1b)

3.3 Na nasledujúcom obrázku vidíte výsledky PET skenu vpravo. Rozhodnite o pravdivosti nasledujúcich tvrdení:

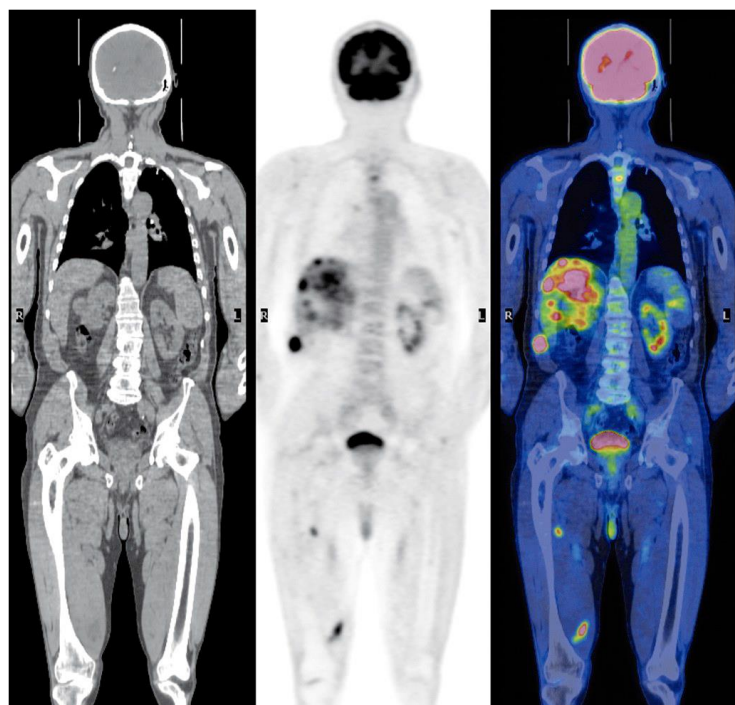
3.3.1 Tento človek má nádor mozgu, keďže tu pozorujeme najsilnejší signál. **ÁNO/NIE**

3.3.2 Tento človek má pravdepodobne nádor pečene pre silný, nehomologický signál vychádzajúci z tejto oblasti. **ÁNO/NIE**

3.3.3 Tento človek má metastázy vo svalstve pravej dolnej končatiny. **ÁNO/NIE**

3.3.4 Tento človek má metastázy vo svalstve ľavej hornej končatiny. **ÁNO/NIE**

Za každé správne označenie 0,5b. Spolu maximálne 2b.



Box 14-1 figure 3
Lehninger Principles of Biochemistry, Fifth Edition
© 2008 W.H. Freeman and Company

Nemoc z ožiarenia

3.4 Zakrúžkujte pravdivé tvrdenia:

a) **Stačí minimálna dávka, napríklad bežné rádiologické vyšetrenie na nárast pravdepodobnosti rozvoja nádorového onemocnenia v budúcnosti. (0,5b)**

b) Vychádzajúc z deterministických účinkov ionizujúceho žiarenia, bežné rádiologické vyšetrenie nie je schopné vyvolať nádorové bujnenie.

c) U niekoho, kto dostal nemoc z ožiarenia z malej dávky nexistuje pravdepodobnosť, že sa uňho vyskytne rakovina.

d) **U niekoho, kto prekonal nemoc z ožiarenia je vysoká pravdepodobnosť výskytu rakoviny v budúcnosti.(0,5b).**

Za každú nesprávne označenú odpoveď -0,5b, minimálne však 0b, maximálne 1b.

3.5 V nasledujúcej tabuľke šípkami prepojte jednotlivé názvy rôznych fáz s ich príznakmi a určte poradie, v ktorom nastupujú.

Poradie	Názov fázy	Príznaky a charakteristika
3.	Obdobie plného rozvoja nemoci	Bezpríznakové obdobie, nastala totálna mobilizácia imunity
1.	Obdobie počiatočných príznakov	Horúčka, imunitný kolaps, tachykardia, extrasystoly, prelomenie bariéry črevnej steny a črevnej mikroflóry, hnačka s prímiesou krvi, narušená erytropoéza, prudká strata hmotnosti, sepsa
4.	Obdobie rekonvalescencie	Nevoľnosť, slabosť, zvracanie, bolesti hlavy, hnačka, sucho v ústach
2.	Obdobie bez klinických príznakov	Zníženie teploty, obnovenie chuti do jedla, spánkového rytmu, sterilita

Za každé správne priradené číslo 0,25 bodu. Za každú správne priradenú šíпку 0,5b. Dokopy maximálne 3b.

CELKOM ZA ÚLOHU 40 BODOV

Praktická úloha č. 2

Téma: Bodovanie praktickej časti:

- Ak študentovi treba dať ďalší gél na vyrezanie kocky, odčítať 2 body.
- Ak študent z nejakých dôvodov praktickú úlohu nedokončí, treba mu odčítať 4 body, nech výsledky počíta z výsledkov nejakého šikovného študenta v skupine, nech majú rovnaké podmienky na vypočítanie výsledkov.

Odpovede:

1. Za aký čas sa odfarbila najmenšia kocka? **Cca 10 min.** **(3b)**

2. Akou rýchlosťou prebiehal proces prenikania látky do vnútra najmenšej kocky?

$$0,5 \text{ cm}/10 \text{ min} = 0,05 \text{ cm}/\text{min} = \mathbf{0,5 \text{ mm}/\text{min}} \quad \mathbf{(3b)}$$

Treba hodnotiť správnosť odpovede podľa toho, akou rýchlosťou reálne prebiehala difúzia (teda 0,5 cm/min. je ideálny prípad, ale podľa typu agaru sa to môže líšiť – ale to si treba vyskúšať dopredu) a tiež treba dbať na to, aby uviedli rýchlosť v zadaných jednotkách (za nesprávne uvedenú rýchlosť neudelíť body, za nesprávne jednotky -2 body – samozrejme, pri rýchlosti treba brať do úvahy nejakú odchýlku)

3. Prebiehal tento proces v každej kocke rovnakou rýchlosťou (drobné odchýlky neberte do úvahy)? **áno** / nie (správnu odpoveď zakrúžkujte). **(3b)**

4. Pri počítaní a odpovediach na otázky berte do úvahy, že sa vám pravdepodobne nepodarilo vykrojiť kocky s presnými rozmermi a na seba kolmými stenami. výsledky prispôbte akoby ste pracovali s kockou, ktorá má ideálne rozmery.

	Objem (cm ³)	Povrch (cm ²)	Pomer povrchu ku objemu (S:V)	Percento neodfarbenej časti
Kocka s hranou 1 cm	1 cm ³	6 cm ²	6:1	0 %
Kocka s hranou 2 cm	8 cm ³	24 cm ²	3:1	12,5 %
Kocka s hranou 3 cm	27 cm ³	54 cm ²	2:1	29,6 %

(9b)

(body sa priradujú iba za správne odpovede v posledných dvoch stĺpcoch – za každú správnu odpoveď 1,5 boda, za inak vyjadrený správny pomer udeliť 0,5 boda)

5. Z uvedených hodnôt možno vidieť, že so stúpajúcim objemom **sa znižuje**/zvyšuje pomer povrchu ku objemu (správnu odpoveď zakrúžkujte). Na základe týchto poznatkov a poznatkov o termoregulácii vysvetlite, prečo je malé dieťa (napr. do 1 roka) pri rovnakej teplote prostredia a rovnakom type oblečenia vystavené väčšiemu riziku podchladenia a/alebo prehriatia než dospelý človek.

- I. Pretože jeho objem je oproti povrchu tela relatívne menší (jeho povrch tela je ku objemu relatívne väčší než u dospelého človeka), čím stráca viac tepla/prijíma viac tepla. (2b)
- II. Termoregulačné schopnosti tak malého dieťaťa ešte nie sú dokonale vyvinuté. (2b)

spolu (4b)

6. Ak si predstavíte, že modelové kocky sú erytrocyty a majú efektívne prenášať kyslík (teda sa rýchlejšie nasýtia kyslíkom), **je pre organizmus s rýchlym metabolizmom výhodnejšie mať viac malých buniek alebo menej väčších**, hoci ich celkový objem by bol rovnaký? (Pomôcka: porovnajte ako rýchlo by prebehla difúzia do celého objemu najväčšej kocky a do toho istého objemu kociek s hranou 1 cm).

V prípade prenosu kyslíka je pre organizmus s vysokým metabolizmom výhodnejšie mať viac malých buniek. (2b)

7. Difúzia je spôsob, ktorým prenikajú látky do buniek alebo organizmu. Ďalším zo spôsobov prenikania látok je osmóza a/alebo fagocytóza. Ku každému spôsobu prenikania látok priradte správnu charakteristiku.
- a. Prenikanie rozpúšťadla cez semipermeabilnú membránu, tak aby sa vyrovnal osmotický tlak rozpustených látok na oboch stranách semipermeabilnej membrány **osmóza**
- b. Prenikanie látok z prostredia s vyššou koncentráciou na miesto s nižšou koncentráciou náhodným pohybom molekúl, pri dostatku času sa nakoniec koncentrácia látok v prostredí vyrovná **difúzia**
- c. Látka je obklopená bunkovou membránou, pričom sa odškrtí vačok a látka je transportovaná vo vačku na miesto určenia **fagocytóza (6b)**

Za každú čiastkovú odpoveď 2 body

8. Formy transportu látky z miesta na miesto môžu vyžadovať energiu, zvyčajne vo forme ATP. Ktorý zo spôsobov z vyššie uvedených transportov látok podľa vás vyžaduje energiu, a ktorý nepotrebuje? (správnu odpoveď zakrúžkujte) **(3b)**
- a. Fagocytóza: **vyžaduje energiu** - nevyžaduje energiu
- b. Osmóza: vyžaduje energiu – **nevyžaduje energiu**
- c. Difúzia: vyžaduje energiu – **nevyžaduje energiu**

9. Ku jednotlivým dejom z oblasti fyziológie priradte typ pohybu molekúl názvy difúzia / fagocytóza / osmóza.

(7b)

- a. Pohlcovanie baktérií makrofágmi **fagocytóza**
- b. Výmena dýchacích plynov medzi krvou a alveolami **difúzia**

- c. Výmena dýchacích plynov medzi krvou a jednotlivými bunkami **difúzia**
- d. Praskanie červených krviniek v destilovanej vode (hemolýza) **osmóza**
- e. Scvrkávanie buniek v hypertonickom prostredí **osmóza**
- f. Požíranie potravy meňavkou **fagocytóza**
- g. Prienik vody z tkanív do plného žalúdka **osmóza**

CELKOM ZA ÚLOHU 40 BODOV

Pokyny pre vyučujúcich:

Postup prípravy gélu:

1. Vypočítať si množstvo potrebného objemu gélu (na 1 žiaka počítať 120 ml gélu, čo už je s dostatočnou rezervou plus ešte nejaká všeobecná rezerva).
2. Vypočítať si množstvo agaru na prípravu gélu minimálne 2 % gélu
3. Vodu s agarom zahriať do bodu varu (buď na platničke alebo v mikrovlnke) až kým sa agar nerozpustí. V oboch prípadoch použite dostatočne veľkú nádobu, keďže gél má tendenciu kypieť.
4. Za stáleho miešania agar ochladiť na cca 50 °C a pridať 10% alebo 20% NaOH a 1% fenolftaleínu v alkohole až kým roztok nezružovie (radšej výraznejšie zafarbený ako málo). Ak je zafarbenie slabé, pridať trochu NaOH a fenolftaleínu.
5. Gél nechať vychladnúť vo vhodnej nádobe/nádobách dostatočne dlhý čas (slabo stuhnutý gél sa drolí). – buď teda urobíte 1 gél, ktorý narežete (nitka, skalpel, nôž), alebo nájdete vhodné nádoby s potrebnými rozmermi a gél necháte takto stuhnúť. Nepripravuje však gél v príliš veľkom predstihu, aby nedošlo k jeho vyschnutiu.
6. Každému študentovi dať gél o rozmeroch 6 x 5 x 4 cm na dostatočne veľkú Petriho misku.

Na prípravu gélu môžete použiť agar z obchodu (treba vyskúšať percento, ale odporúčam minimálne 2-2,5 %, pretože menej percentný sa môže droliť, čím sa sťažuje robenie kociek z agaru, želatína nie je vhodná náhrada, tam difúzia postupuje príliš pomaly). Príliš hustý gél zas môže spomaliť difúziu. Nemôžem ale odporučiť presné percento, keďže v obchodoch sú agary od rôznych výrobcov, myslím že 2% - 3% bude ideálny. Tiež si vyskúšajte ich krájanie – napr. nitkou to môže byť praktickejšie než skalpelom. Agar z obchodu je lacnejší ako agaróza, ale možno použiť aj 1% agarózový gél (čo bude ale podstatne drahšie, ale pokiaľ máte k dispozícii dostatočné množstvo agarózy môžete použiť aj tú – tiež vyskúšať krájanie a rýchlosť difúzie).

Gél odporúčam pripraviť síce v predstihu, ale nie veľmi skoro, keďže fenolftaleín môže vyprchať – ak ho robíte v predstihu, tak ho určite dajte tuhnúť do uzatvorenej nádoby)

Kadičky pripravte radšej väčšie, nech je priestor na manipuláciu s kockami. Potrebné množstvo kyseliny môžu dať do kadičky aj vyučujúci, kyselinu možno použiť opakovane, myslím, že namiesto kys. octovej môžete použiť aj ocot (8% kys. octová).

Lyžice môžu byť plastové, pravítka radšej kratšie (max. 20 cm).

Fenolftaleín je potenciónálny kancerogén, preto je nutné pri práci používať ochranné rukavice, príp. okuliare (ak máte k dispozícii potrebné množstvo okuliarov).

Celú úlohu nech robia na filtračnom papieri – je to vhodné kontrastné pozadie na sledovanie odfarbovania kociek.

Pri hodnotení výsledkov odporúčam brať do úvahy, že sa žiakom určite nepodarí vyrezať presné kocky – odpovede v hárku sú uvedené pre ideálny prípad. V predstihu si treba vyskúšať za ak dlho sa reálne odfarbí 1 cm kocka vášho agarového gélu a tomu prispôbiť odpovede v tabuľke.

Keďže celá úloha má trvať 60 min. odporúčam, aby sa pokus s odfarbovaním kociek vždy ukončil najneskôr po 15 min. odfarbovania, aj keď sa 1 cm kocka neodfarbí úplne celá, aby mali dostatok času na vypracovanie úloh.

Odpoveďová tabuľka

Číslo otázky	A	B	C	D	E	Body
1.	x			x		2
2.		x	x			2
3.	I. b, d; II. c; III. a					2
4.			x			2
5.	Pozitívna chemotaxia					2
6.	x	x	x			1,5
7.					x	2
8.	x					2
9.				x		2
10.		x				2
11.			x			2
12.		x		x		2
13.	x					2
14.	x					2
15.				x		2
16.	4, 6,	1	2, 5	3		3
17.				x		2
18.	x		x	x		1,5
19.		x			x	2
20.	x					2
21.		x	x			2
22.		x				2
23.	x				x	2
24.				x		2
25.				x		2
26.	3	1	2	4		2
27.	x	x	x			1,5
28.			x	x		2
29.	x				x	2
30.				x		2
31.		x	x			2
32.		x				2
33.				x		2
34.			x			2
35.	2	1	2			1,5
36.				x		2
37.	III	IV	V	I	II	2,5
38.	x	x		x		1,5
39.		x				2
40.				x		3
Spolu						80

Praktická úloha 1.

Autor: Ján Hunák

Recenzia: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Praktická úloha 2.

Autor: Mgr. Zuzana Dzirbiková, PhD

Recenzia: Mgr. Jaroslav Ferenc

Test

Autori: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD., Mgr. Zuzana Dzirbiková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, Mgr. Jaroslav Ferenc, Lukáš Janošík, Mgr. Filip Červenák, Ján Hunák, Oliver Pitoňak

Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbiková, PhD., prof. RNDr. Peter Fedor, PhD. Mgr. Ján Kováč

Test zostavil: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Redakčná úprava: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Slovenská komisia Biologickej olympiády

Vydal: IUVENTA Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018