

Autorské riešenia

Obidve praktické úlohy sú pripravené na 60 minút, na test odporúčame 90 minút . Max. počet bodov za test je 80, za praktickú úlohu č.1 je max. počet 40 bodov a za praktickú úlohu č.2 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: Činnosť a výkon srdca****Pokyny pre vyučujúcich:**

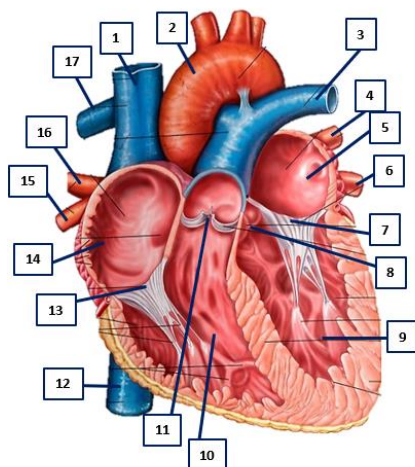
- 1) Na praktickú úlohu majú súťažiaci 60 minút.
- 2) Na praktickú úlohu bude treba zabezpečiť lavičky s tvrdým povrchom o výške približne 50cm a digitálne tlakomery (minimálne dva, no čím viac, tým lepšie).
- 3) Súťažiaci by si mali doniesť vlastné hodinky so sekundovou ručičkou, no odporúčam v učebni premietiť na stenu čas (aj so sekundami).
- 4) Predpokladám, že tlakomerov sa podarí zabezpečiť menej, ako bude súťažiacich, preto odporúčam nasledujúci postup:
 - a) Nechajte najprv všetkých súťažiacich **zmerať si postupne tlak v pokoji**.
 - b) Potom nechajte vykonávať step test taký počet súťažiacich, aký máte počet tlakomerov. Po jednej minúte (alebo dlhšom intervale, ak vaše tlakomery merajú dlhšiu dobu) dajte pokyn ďalším súťažiacim (v rovnakom počte), aby začali vykonávať step test. Súťažiaci tým pádom budú dokončovať step test postupne a na tlakomeroch sa prestriedajú.
- 5) Presná organizácia step testu je veľmi dôležitá, pretože súťažiaci musia mať **ihneď po jeho ukončení k dispozícii tlakomer** – inak môže dôjsť k veľkému skresleniu výsledkov a súťažiaci by sa namáhali na lavičkách zbytočne. Takisto nie je vhodné, aby súťažiaci dlho čakali na step test a potom nemali dostatok času na jeho vyhodnotenie.
- 6) Je dôležité súťažiacich zorganizovať tak, aby si merali tlak **tým istým tlakomerom** v pokoji aj po step teste. Iné prístroje môžu ukazovať iné výsledky a zas by mohlo dôjsť k skresleniu.
- 7) Dôrazne, prosím, upozornite súťažiacich, aby počas čakania na tlakomery alebo na step test **vypíňali časť 1. (Anatómia a fyziológia srdca)**, poprípade **Tabuľku 4 v časti 2. (Praktická časť)**. Úlohu by potom nemuseli stihnúť.
- 8) Súťažiaci, ktorí nemôžu vykonávať step test zo zdravotných dôvodov by si mali od vyučujúcich vypýtať hodnoty po záťaži (Tabuľka 2). **Dajte im, prosím, hodnoty z autorského riešenia** (len hodnoty v **Tabuľke 2, v stĺpci „Namerané hodnoty po step teste“**, žiadne iné).
- 9) Súťažiacim, ktorí nebudú vykonávať step test, nechajte na praktickú úlohu o **5 minút menej času** (aby mali všetci súťažiaci zhodný čas na písanie)

1. Anatómia a fyziológia srdca

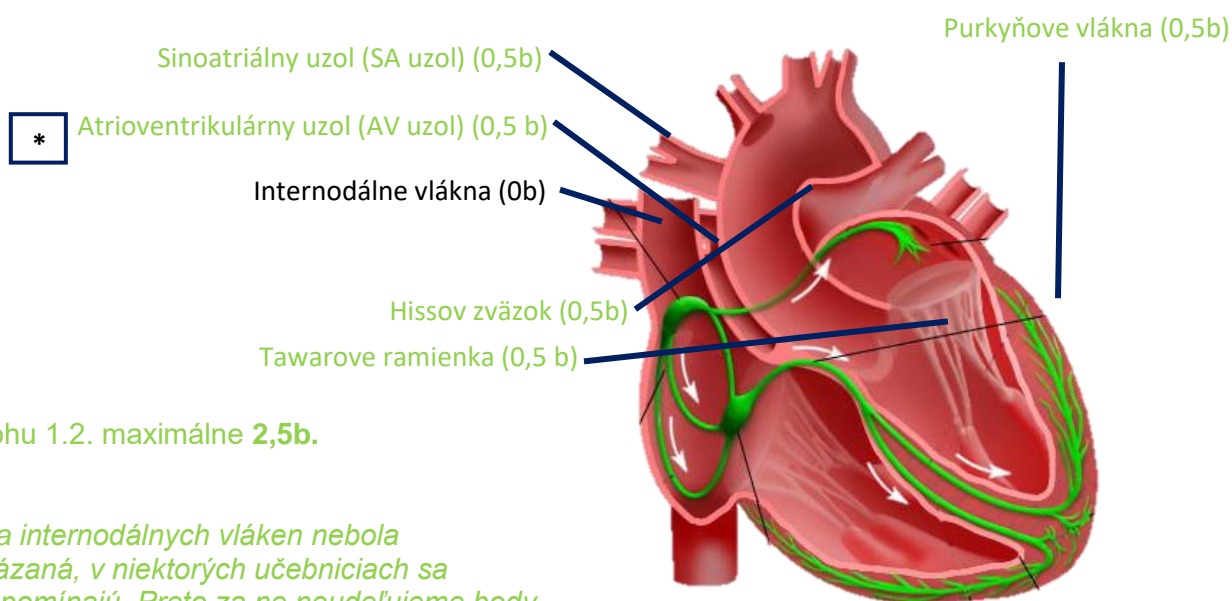
- 1.1. Priradte jednotlivé názvy k písmenám na zjednodušenej schéme srdca. Niektoré termíny môžete použiť viackrát.

- | | | |
|--------------------|------------------------------|----------------------|
| 1. Horná dutá žila | 7. Dvojčípa chlopňa | 13. Trojčípa chlopňa |
| 2. Aorta | 8. Polmesiačikovitá chlopňa | 4. Pravá predsieň |
| 3. Pľúcna tepna | 9. Ľavá komora | 15. Pľúcna žila |
| 4. Pľúcna žila | 10. Pravá komora | 16. Pľúcna žila |
| 5. Ľavá predsieň | 11. Polmesiačikovitá chlopňa | 7. Pľúcna tepna |
| 6. Pľúcna žila | 12. Dolná dutá žila | |

Za každú správne určenú možnosť **0,5b**. Spolu za úlohu 1.1. maximálne **8,5b**.



1.2. Samotné sťahy srdca sú sprostredkované takzvaným prevodovým systémom srdca vďaka elektrickým impulzom. Na nasledujúcom obrázku pomenujte jednotlivé časti prevodového systému.



Spolu za úlohu 1.2. maximálne **2,5b**.

Pozn.: Existencia internodálnych vlákien nebola histologicky dokázaná, v niektorých učebniciach sa dokonca ani nespomínajú. Preto za ne neudeľujeme body.

1.3. Zakrúžkujte pravdivé tvrdenia:

- A. Impulzy pre jednotlivé sťahy srdca sa vytvárajú v mozgu a sú k srdcu vedené periférnym nervovým systémom.
- B. Impulzy pre jednotlivé sťahy srdca sa vytvárajú v mozgu a sú k srdcu vedené autonómnym nervovým systémom.
- C. Impulzy pre jednotlivé sťahy srdca sú vytvárané v prevodovom systéme srdca. (1b)**
- D. Autonómny nervový systém nemá vplyv na činnosť srdca.
- E. Parasympatikus zvyšuje srdcovú frekvenciu, silu sťahu a rýchlosť vedenia vzruchov.
- F. Sympatikus zvyšuje srdcovú frekvenciu, silu sťahu a rýchlosť vedenia vzruchov. (1b)**
- G. Štruktúra označená hviezdikou v otázke 1.2 spomaľuje vedenie elektrického impulzu pre oddelenie sťahu komôr a predsiení. (1b)**
- H. V pravej komore je vyšší tlak ako v ľavej.
- I. V pravej komore je nižší tlak ako v ľavej. (1b)**
- J. Svalovina ľavej komory má väčšiu hrúbku. (1b)**
- K. Svalovina pravej komory má väčšiu hrúbku.

Spolu za úlohu 1.3. maximálne 5b.

1.4. Činnosť srdca a krvný tlak významne regulujú hormóny. Aký budú mať jednotlivé mechanizmy účinok na krvný tlak? Na základe uvedeného priradte správne možnosti (jednotlivé možnosti môžete použiť viackrát).

- A. Adrenalin
- B. Noradrenalin
- C. Aldosteron
- D. Periférne mechanizmy regulácie

- 1. Zvyšuje systolický aj diastolický tlak.
- 2. Zvyšuje iba systolický tlak.
- 3. Znižuje diastolický tlak.

A	B	C	D
2	1	1	3

Za každú správne uvedenú odpoveď 1b. Spolu za úlohu 1.4. maximálne 4b.

2. Praktická časť

Vyhodnotenie:

Očakávané zmeny po záťaži.

Systolický tlak	Zvýši (1b)
Diastolický tlak	Zníži (1b)
Srdcová frekvencia	Zvýši (1b)

Tabuľka 1

Spolu za Tabuľku 1 maximálne 3b.

	Pred step testom (v pokoji)		Po step teste	
	Namerané hodnoty (fyziologické hodnoty)	Komentár A	Namerané hodnoty (autorské)	Komentár B
Systolický tlak (mmHg)	120	i. (1b)	140	iii. (0,5b)
Diastolický tlak (mmHg)	80	i. (1b)	70	iii. (0,5b)
Srdcová frekvencia (min ⁻¹)	60 – 80	ii. (1b)	138	iii. (0,5b)

Tabuľka 2

- i. Akákoľvek nameraná hodnota hodnota prevyšujúca fyziologickú hodnotu musí byť vyhodnotená ako “zvýšená”. Ak je nameraná hodnota zhodná s fyziologickou, musí byť vyhodnotená ako “v norme”. Ak je nameraná hodnota nižšia ako fyziologická, musí byť vyhodnotená ako “v norme” alebo “znížená”. Ak súťažiaci správne vyhodnotil namerané číslo, udelte 1b za políčko.

- ii. Akákoľvek nameraná hodnota prevyšujúca fyziologické rozmedzie musí byť vyhodnotená ako “**zvýšená**”. Ak je nameraná hodnota vo fyziologickom rozmedzí, musí byť vyhodnotená ako “**v norme**”. Ak je nameraná hodnota nižšia ako fyziologické rozmedzie, musí byť vyhodnotená ako “**znižená**”. Ak súťažiaci správne vyhodnotil namerané číslo, udeľte **1b** za políčko.
- iii. Ak súťažiaci správne porovnal hodnoty pred a po záťaži, udeľte **0,5b** za políčko.

Spolu za Tabuľku 2 maximálne **4,5b**.

$$2.1. \quad IRI = \frac{t * 100}{2,25 * f}$$

$$IRI = \frac{180 * 100}{2,25 * 138}$$

IRI	Výkonnosť
>102,1	vynikajúca
81,8 – 102,1	dobrá
60,6 – 81,7	uspokojivá
50,3 – 60,5	dostatočná
<50,3	nedostatočná

Vaše IRI	Vaša výkonnosť
58,00 (4b)	Dostatočná (1b)

	Tvrdenie	Pravdivosť	Vysvetlenie
1.	Systolický tlak sa mohol po záťaži zvýšiť vplyvom sympatiku.	P (0,5b)	A (0,5b)
2.	Systolický tlak sa mohol po záťaži zvýšiť vplyvom parasympatiku.	N (0,5b)	
3.	Systolický tlak sa po záťaži zmeniť nemusel, no musela v tomto prípade sa zvýšiť srdcová frekvencia.	P (0,5b)	F (1b)
4.	Systolický tlak ani srdcová frekvencia sa po záťaži zvýšiť nemuseli.	N (0,5b)	
5.	Diastolický tlak sa mohol po záťaži znížiť vplyvom periférnych mechanizmov regulácie.	P (0,5b)	B (0,5b)
6.	Diastolický tlak sa mohol po záťaži znížiť vplyvom noradrenalínu.	N (0,5b)	
7.	Diastolický tlak sa mohol po záťaži zvýšiť.	P (0,5b)	G (1b)
8.	Srdcová frekvencia sa mala po záťaži zvýšiť.	P (0,5b)	A (0,5b)
9.	Srdcová frekvencia sa mohla po záťaži znížiť.	P (0b)	H (0b)

Tabuľka 3

Ak súťažiaci správne vypočítal hodnotu IRI na základe VLASTNÝCH ÚDAJOV z Tabuľky 2, udeľte **4b**. Ak k svojmu IRI správne priradil triedu výkonnosti, udeľte **1b**. Spolu za Tabuľku 3 maximálne **5b**; ak súťažiaci nesprávne vypočítal IRI, udeľte za Tabuľku 3 **0b**.

2.2.

Tabuľka 4

Za správne určenie pravdivosti **0,5b** (okrem riadku 9). Za správne priradenie každého vysvetlenia udeľte príslušný počet bodov podľa políčka. Spolu za Tabuľku 4 maximálne **7,5b**.

Pozn.: „Efekt štartovej čiary“ je pozorovateľný pri postupnom zvyšovaní záťaže od veľmi nízkej pri meraní tepu v reálnom čase. Je otázne, akú záťaž predstavuje step test pre súťažiacich a či je tento efekt zachytiteľný pri jednorázovom meraní, preto je za riadok 9 nula bodov. Každopádne ide o zaujímavý fakt, preto ho v úlohe uvádzame.

SPOLU 40 bodov

Praktická úloha č. 2

Téma: Genómy

Úloha 1:

1A: Predpokladajte, že chybovosť Sangerovej metódy, teda pravdepodobnosť, že nesprávne určí konkrétny nukleotid v sekvencii je 0.001%. Vypočítajte, koľko bázových párov musí mať sekvenovaná molekula DNA, aby bola pravdepodobnosť, že sú všetky nukleotidy určené správne nižšia než 50%.

(pomôcka: riešením rovnice $a^x = b$ je $x = \log_a b = \log b / \log a$).

Pravdepodobnosť, že bude nukleotid správne určený je $1 - 0,00001 = 0,99999$ **0,5b**

Takže pravdepodobnosť, že ak molekula DNA pozostáva z n bázových párov, tak budú všetky určené správne je $0,99999^n$ **1b**

Čiže hľadáme také n aby platilo $0,99999^n < 0,5$. Ak by sme riešili rovnicu

$0,99999^n = 0,5$, dostaneme výsledok $n = \log_{0,99999} 0,5 = \frac{\log_{10} 0,5}{\log_{10} 0,99999}$ (podľa pomôcky),

čo sa rovná 69 314,4. **1b**

Keďže počet bázových párov musí byť celé číslo, správny výsledok je 69 315. **0,5b**

1B: Napriek výsledku v predchádzajúcej časti, maximálna dĺžka DNA, ktorú je schopná Sangerova metóda zvládnuť je asi 1 000 bázových párov (bp; ak myslíme na dvojvláknovú DNA). Jeden inštrument dokáže za približne 2 hodiny spracovať a osekvenovať naraz paralelne maximálne 384 vzoriek. Ak máte 100 takýchto zariadení, vypočítajte, za aký najkratší čas (predpokladajúc, že už máte všetko vzorky pripravé!) dokážete osekvenovať celý jadrový obsah DNA malej kvitnúcej rastlinky *Paris japonica*, organizmu s jedným

z najväčšich známych genómov, ak jej haploidný genóm má veľkosť 150 Gbp (teda asi 50-krát viac než človek) a jej bunky sú oktaploidné. Výsledok uveďte zaokrúhlený v rokoch. (Gbp = giga bázových párov).

Množstvo DNA, ktoré chcete osekvenovať je $150 \times 10^9 \times 8 = 1,2 \times 10^{12}$. **1b**

Ak toto množstvo rozdelíte do vzoriek po 1000 bp fragmentoch, dostanete $1,2 \times 10^9$ vzoriek na osekvenovanie. **1b**

100 inštrumentov dokáže neraz osekvenovať 38 400 vzoriek, a teda potrebujete celkovo

$\frac{1,2 \times 10^9}{38\,400} = 31\,250$ cyklov sekvenovania. **0,5b**

Ak jeden takýto cyklus trvá 2 hodiny, celkovo vám to zaberie 62 500 hodín, teda asi 2604 dní (viac než 7 rokov bez prestávky). **0,5b**

Úloha 2:

2A:

organizus	hmotnosť DNA v jadre (pg)	C-hodnota (pg)	ploidia	veľkosť haploidného genómu (Mbp)
A	103,8	17,3	hexaploid	16 919, 4
B	29,3	14,7	diploid	14 328
C	0,72	0,18	tetraploid	176,0
D	5,6	2,8	diploid	2 738,4
E	65,9	32,9	diploid	32 206

udeľte 0,5 bodu za každý správne vyplnený údaj v tabuľke

2B:

A – 3 pšenica **1b**

B – 2 praslička **1b**

C – 1 *Genlisea* **1b**

D – 6 kokosovník **1b**

E – 4 borovica **1b**

Rastlina z tabuľky s najväčším haploidným genómom má semená vyživované triploidným endospermom **N P 0,5b**

Rastlina so všeobecne najväčším haploidným genómom má semená vyživované triploidným endospermom: **N P 0,5b**

Úloha 3

3A: príklad grafu s plným počtom bodov je uvedený na nasledujúcej strane

Slovenský názov	Latinský názov	Veľkosť genómu (Mbp)	Počet génov
včela domáca	<i>Apis mellifera</i>	250	10 157
mihuľa morská	<i>Petromyzon marinus</i>	886	26 046
tučniak cisársky	<i>Aptenodytes forsteri</i>	1 254	13 929
vtákopysk divný	<i>Ornithorhynchus anatinus</i>	1 996	18 527
pes domáci	<i>Canis lupus familiaris</i>	2 411	19 300

graf musí byť dostatočne veľký – 0,5b

graf musí mať vhodne zvolenú mierku na x-vej aj y-ovej osi – 0,5b

osi grafu musia mať označenie (počet génov, veľkosť genómu) – 0,5b

za každý správne nanesený bod do grafu udeľte 0,5b; dokopy 2,5b

za správne narysovanú priamku (t.j. aby sa súčet kolmej vzdialenosti bodov nad priamkou a bodov pod priamkou líšil najviac o 1 cm) pre daný grafe (aj keď sú v ňom body zle nanesené) – 1b

3B: Na základe dát z tabuľky a nižšie uvedeného vzorca pre jednoduchú lineárnu regresiu vypočítajte parametre priamky $Y = aX + b$ z úlohy 3A.

$$a = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$\sum y$ = (súčet počtu génov všetkých uvedených organizmov) = 87 959

$\sum x$ = (súčet veľkosti genómov všetkých uvedených organizmov) = 6 797

$(\sum x^2)$ = $250^2 + 886^2 + 1\,254^2 + 1\,996^2 + 2\,411^2 = 12\,216\,949$

$(\sum xy)$ = $250 \times 10\,157 + 886 \times 26\,046 + 1\,254 \times 13\,929 + 1\,996 \times 18\,527 + 2\,411 \times 19\,300 = 126\,595\,164$

$$a = \frac{5 \times 126\,595\,164 - 87\,959 \times 6\,797}{5 \times 12\,216\,949 - (6\,797)^2} = 2,4$$

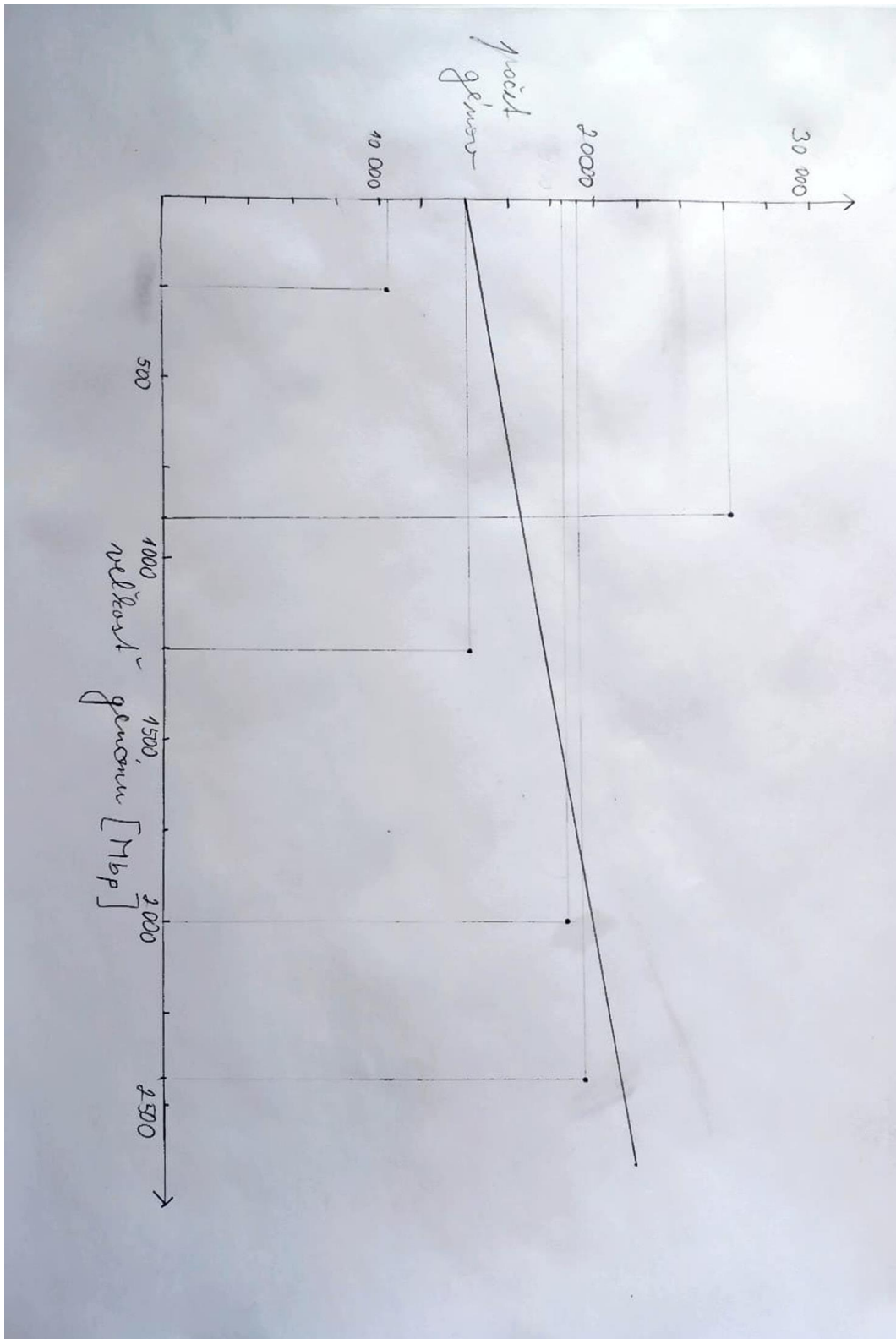
1b

$$b = \frac{87\,959 \times 12\,216\,949 - 6\,797 \times 126\,595\,164}{5 \times 12\,216\,949 - (6\,797)^2} = 14\,385$$

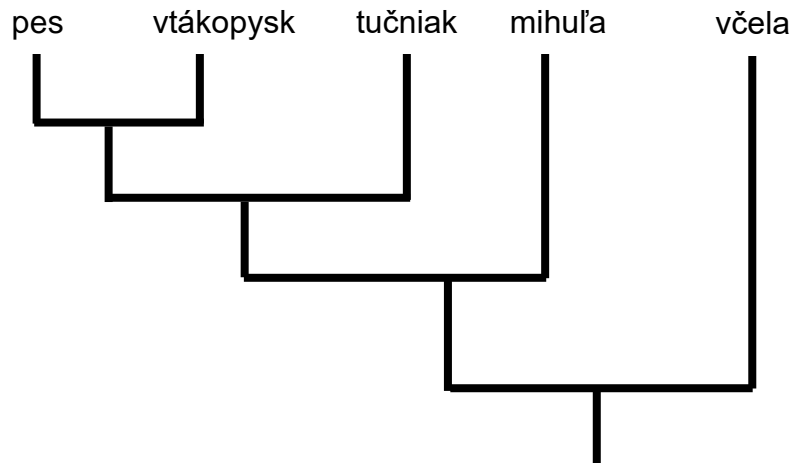
1b

ak sú obe odpovede nesprávne, udeľte 1b ak sú aspoň dva zo štyroch medzivýsledkov správne

Odhad počtu ľudských génov: $2,4 \times 3000 + 14\,385 = 21\,585$ **1b**



3C:



za správne umiestnenie včely a mihule udeľte 1b
za správne umiestnenie vtákopyska, psa a tučniaka udeľte 1b
udeľte plný počet bodov aj keď strom nebude zakorenený

3D:

Správne odpovede:

transpozóny

STOP kodóny

intróny

Shine-Dalgarnova sekvencia

1b za každú správnu zakrúžkovanú odpoveď

-1b za každú nesprávnu zakrúžkovanú odpoveď, celkovo nie menej než 0b za celú úlohu

Úloha 4

Nesprávne odpovede: A, G, I

za každú zakrúžkovanú nesprávnu odpoveď strhnite 2b

za každú zakrúžkovanú správnu odpoveď udeľte 1b

za celú úlohu udeľte nie menej ako 0b

Úloha 5

5A: Pri analýze dát ste zistili, že približne časť genómu s veľkosťou približne 16,5 kbp sa vám podarilo osekvenovať do viac ako 50-násobnej hĺbky než tie ostatné. S pomocou priloženého obrázka bunky ľudskej obličky sa pokúste prísť na to, čomu by táto časť ľudského genómu mohla zodpovedať.

16,5 kbp je približne veľkosť ľudského mitochondriálneho genómu, čiže ide o DNA z mitochondrií; obrázok zobrazuje jedno veľké jadro obklopené mnohými menšími tmavými útvarmi – mitochondriami

2 body ak je odpoveďou mitochondria/mitochondriálny genóm/mitochondriálna DNA

5B: Podobne sa vám aj pri sekvenovaní baktérií podarilo nájsť fragmenty DNA, ktoré majú výrazne väčšie pokrytie než zvyšok genómu. Z trochu uvedených možností uveďte tú, ktorá je najviac pravdepodobná:

ribozóm

Barrovo teliesko

plazmid

1b udeľte len za správnu odpoveď

5C: Aký je maximálny počet kompartmentov, ktoré obsahujú DNA v bunke pôvodne heterotrofného eukaryotického organizmu, ktorý však prijal procesom sekundárnej endosymbiózy zástupcu červených rias? Uvedené číslo zdôvodnite tým, že jednotlivé kompartmenty vypíšete.

**pôvodný organizmus („hostiteľ“) obsahoval 2 genómy – jadrový a mitochondriálny
za obe udeľte dokopy 0,5b
strhnite 0,5b ak je uvedený aj chloroplast/plastid keďže organizmus je heterotrof**

**červená riasa obsahuje 3 genómy – jadrový, mitochondriálny a chloroplastový
za všetky tri udeľte dokopy 1b**

**maximálny počet bunkových častí obsahujúcich DNA je teda 5
0,5b; udeľte aj keď je uvedený správny počet bez vymenovania ktoré to sú**

SPOLU 40 bodov

Odpověďová tabuška

Číslo	A	B	C	D	E	Body
1.			x	x		2
2.		x				1
3.				x		1
4.						2
5.		x		x		2
6.	presne 3 369 600, stačí přibližně $3,5 \cdot 10^6$					3
7.	P	N	N	P		4
8.		x		x	x	1,5
9.	0,02 (uznat' čokol'vek v rozmezí 0,01 – 0,04)					2
10.			x			1
11.				x		2
12.	8, 9	8	9	1		2,5
13.			x			2
14.	x	x	x	x		4
15.	x			x		2
16.	x	x		x		1,5
17.			x			2
18.				x		2
19.	3	2	1	4		2
20.		x	x	x		1,5
21.	2,5,6,7	1,4	3,7,8			4,5
22.			x			1
23.			x		x	2
24.	x					1
25.				x		1
26.			x			2
27.	x			x		2
28.	80 %					2
29.		x				2
30.	+	+/-	+	-		2
31.		x	x			2
32.	x	x	x	x		2
33.		x	x			2
34.		x				2
35.	x					2
36.		x	x	x		1,5
37.				x	x	2
38.				x		2
39.	x	x	x	x		2
40.		x	x			2
						80

Praktická úloha č.1

Autor: Ján Hunák

Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD.

Praktická úloha č.2

Autor: Dominik Kopčak

Recenzia: Mgr. Katka Juríková, PhD.

Test

Autori: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD., Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, PhD., Mgr. Jaroslav Ferenc, PhD., Mgr. Lukáš Janošík, Ján Hunák, Dominik Kopčak, Bc. Veronika Kučminová, Tomáš Kompiš, Matúš Gries

Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD.

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

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

Slovenská komisia Biologickej olympiády

Vydal: NIVAM Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023