

DRŽAVNO NATJECANJE IZ BIOLOGIJE

2026.

6. kategorija
(4. razred SŠ)

Zaporka natjecatelja			
USPJEH NA NATJECANJU	Ukupan mogući broj bodova	Broj postignutih bodova	Postotak riješenosti
	50		
Potpisi članova povjerenstva			
1.			
2.			
3.			
Mjesto			Datum

Napomene:

Za rješavanje pisane zadaće imate na raspolaganju 120 minuta.

Odgovori se upisuju isključivo u Obrazac za odgovore. Moraju biti napisani isključivo kemijskom olovkom ili tintom plave boje. Oni napisani grafitnom ili kemijskom olovkom koja se može brisati, neće se uzimati u obzir pri bodovanju, kao ni odgovori koji nisu čitko i jasno napisani.

Odgovori u Obrascu za odgovore ne smiju se prepravljati ni brisati korektorom. Ispravljeni odgovori neće biti vrednovani.

Za vrijeme pisanja zadaće nije dopuštena upotreba mobitela niti napuštanje prostorije u kojoj se provodi natjecanje. Tijekom rješavanja pisanih zadaća u učionici nije dopuštena nazočnost mentora učenika. Pri rješavanju zadataka možete upotrebljavati prazne prostore u pisanoj zadaći, ali se te bilješke ni rješenja neće bodovati. Bodovat će se isključivo rješenja upisana u Obrascu za odgovore.

Ukupni broj bodova za pojedini zadatak naznačen je u polju uz svaki zadatak.

Ova stranica pisane zadaće pričvršćuje se uz Obrazac za odgovore.

I. SKUPINA ZADATAKA – ZADATCI UZ PRAKTIČNI RAD

U sljedećim zadatcima uz praktični rad pažljivo pročitajte polazni tekst i upute te promotrite priložene tablice, a svoje odgovore na postavljena pitanja upišite u Obrazac za odgovore. Broj bodova naveden je uz svaki pojedini zadatak, a djelomično točno riješeni zadatci također mogu donositi bodove.

1.	<p>Ana je nositeljica alela za hemofiliju, no krv joj se normalno zgrušava. Tablica prikazuje članove obitelji s naznačenim odnosom s Anom, njihovim spolom i načinom zgrušavanja krvi. Uz pojedine članove obitelji način zgrušavanja krvi nije naznačen. Utvrđeno je da su Anini unuci naslijedili alel za hemofiliju, a unuke ne. Pozorno promotrite tablicu, a potom odgovorite na pitanja.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="padding: 5px;">Osoba</th> <th style="padding: 5px;">Način zgrušavanja krvi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Ana</td> <td style="padding: 5px;">zdrava, nositeljica alela za hemofiliju</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Franjo <i>(Anin muž)</i></td> <td style="padding: 5px;">normalno zgrušavanje krvi</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tanja <i>(Anina i Franjina kći)</i></td> <td style="padding: 5px;">zdrava, nositeljica alela za hemofiliju</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Filip <i>(Anin i Franjin sin)</i></td> <td style="padding: 5px;">krv se ne zgrušava</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Valentina <i>(Anina i Franjina kći)</i></td> <td style="padding: 5px;">normalno zgrušavanje krvi, nositeljica alela za hemofiliju</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Domagoj <i>(Tanjin muž)</i></td> <td style="padding: 5px;">nema recesivnih alela</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tomislav <i>(Valentinin muž)</i></td> <td style="padding: 5px;">normalno zgrušavanje krvi</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Leon <i>(Tanjin i Domagojev sin)</i></td> <td style="padding: 5px;">?</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Marija <i>(Tanjina i Domagojeva kći)</i></td> <td style="padding: 5px;">?</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Zvonimir <i>(Valentinin i Tomislavov sin)</i></td> <td style="padding: 5px;">?</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Gordana <i>(Valentinina i Tomislavova kći)</i></td> <td style="padding: 5px;">?</td> </tr> </tbody> </table>	Osoba	Način zgrušavanja krvi	Ana	zdrava, nositeljica alela za hemofiliju	Franjo <i>(Anin muž)</i>	normalno zgrušavanje krvi	Tanja <i>(Anina i Franjina kći)</i>	zdrava, nositeljica alela za hemofiliju	Filip <i>(Anin i Franjin sin)</i>	krv se ne zgrušava	Valentina <i>(Anina i Franjina kći)</i>	normalno zgrušavanje krvi, nositeljica alela za hemofiliju	Domagoj <i>(Tanjin muž)</i>	nema recesivnih alela	Tomislav <i>(Valentinin muž)</i>	normalno zgrušavanje krvi	Leon <i>(Tanjin i Domagojev sin)</i>	?	Marija <i>(Tanjina i Domagojeva kći)</i>	?	Zvonimir <i>(Valentinin i Tomislavov sin)</i>	?	Gordana <i>(Valentinina i Tomislavova kći)</i>	?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Bodovi</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">11</td> </tr> </table>	Bodovi	11
	Osoba	Način zgrušavanja krvi																										
Ana	zdrava, nositeljica alela za hemofiliju																											
Franjo <i>(Anin muž)</i>	normalno zgrušavanje krvi																											
Tanja <i>(Anina i Franjina kći)</i>	zdrava, nositeljica alela za hemofiliju																											
Filip <i>(Anin i Franjin sin)</i>	krv se ne zgrušava																											
Valentina <i>(Anina i Franjina kći)</i>	normalno zgrušavanje krvi, nositeljica alela za hemofiliju																											
Domagoj <i>(Tanjin muž)</i>	nema recesivnih alela																											
Tomislav <i>(Valentinin muž)</i>	normalno zgrušavanje krvi																											
Leon <i>(Tanjin i Domagojev sin)</i>	?																											
Marija <i>(Tanjina i Domagojeva kći)</i>	?																											
Zvonimir <i>(Valentinin i Tomislavov sin)</i>	?																											
Gordana <i>(Valentinina i Tomislavova kći)</i>	?																											
Bodovi																												
11																												
	<p>1.1. Koristeći se simbolima i ljepilom priloženim uz pisanu zadaću, na Obrascu za odgovore složite cjelovito rodoslovno stablo sa svim prikazanim članovima obitelji iz tablice, prema pravilima prikazivanja osoba pojedinoga spola u stablu.</p> <p>Pri kreiranju rodoslovnog stabla obratite pozornost na sljedeće upute uz zadatak:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Uz prikaz rodoslovnog stabla obvezno je prikazati i legendu upotrijebljenih simbola. b) Poveznice između simbola (članova obitelji) naznačite kemijskom olovkom ili tintom plave boje. c) Naznačite imena svih članova obitelji iz tablice ispod svakog zalijepljenog simbola koji čini rodoslovno stablo. d) Naznačite genotipove svih članova obitelji iz tablice ispod svakog simbola i imena koji čine rodoslovno stablo. 																											

e) Priložen je veći broj simbola od potrebnog, stoga će dio simbola ostati neiskorišten.

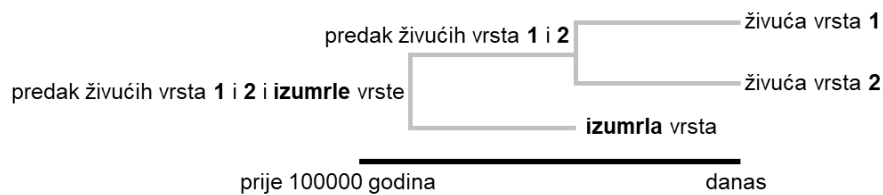
1.2. Prikažite varijante gameta koje stvaraju Leon i Gordana za promatrano svojstvo.

1.3. Koja se od navedenih tvrdnji odnosi na Anine i Franjine kćeri? Odaberite slovo ispred jednog točnog odgovora.

- A. Tanja može prenijeti alel za hemofiliju, a Valentina ne.
- B. Valentina može prenijeti alel za hemofiliju, a Tanja ne.
- C. Obje kćeri mogu prenijeti alele za hemofiliju i na sinove i na kćeri.
- D. Obje kćeri mogu prenijeti alele za hemofiliju na sinove, ali ne i na kćeri.
- E. Obje kćeri prenose alel za hemofiliju na sve svoje potomke, neovisno o genotipu oca za promatrano svojstvo.
- F. Niti jedna kći ne može prenijeti alel za hemofiliju na svoje potomstvo, budući da taj alel nasljeđuju samo od oca.

1.4. Pjegavost lica dominantno je autosomno svojstvo. Tomislav ima izraženu pjegavost lica (homozigot), a njegova žena ne. U skladu s pravilima i uz upotrebu odgovarajućih oznaka, prikažite križanje u kojemu se prati nasljeđivanje hemofilije i pjegavosti lica te navedite mogućnost pojave pjegavosti lica u njihovu potomstvu izraženu u postotku. Pri navođenju alela za pjegavost lica – upotrijebite slovo A.

Kronogram predstavlja prikaz evolucijskog stabla, u kojemu je uz evolucijske odnose prikazana i lenta vremena. Pozorno promotrite općeniti prikaz kronograma, koji se NE odnosi na ovaj zadatak, već isključivo predstavlja primjer.



Općeniti prikaz kronograma

Tablica prikazuje događaje tijekom evolucije vrsta otočnih kritosjemenjača, označenih slovima od E do L, u razdoblju od prije 90 milijuna godina do danas. Vrsta E jest nizinska biljna vrsta, predak je svim drugim prikazanim vrstama i njezini su cvjetovi bijele boje. U tablici sivo osjenčani dijelovi prikazuju otočna područja, a upotrijebljene kratice odnose se na strane svijeta. Pozorno promotrite priloženu tablicu, a potom odgovorite na pitanja.

2.

Vrijeme	Prikaz prostora	Prisutne vrste na otoku ili otocima
prije 90 milijuna godina		vrsta E
prije 50 milijuna godina		vrsta F – Z veliki i mali otok vrsta G – središnji otok vrsta H – I otok
prije 20 milijuna godina		vrsta I – SZ otok vrsta J – JZ otok vrsta G – središnji otok vrsta K – JI otok vrsta L – SI otok
danas		vrste I, J, G i K

2.1. Nacrtajte kronogram za sve prikazane vrste – od E do L.

	<p>2.2. Tijekom evolucije vrsta iz polaznog teksta zadatka mijenjala se razina mora. Koje se tvrdnje mogu odnositi na prikaz događaja u tablici tijekom evolucije vrsta? <i>Odaberite slova ispred <u>dvaju</u> točnih odgovora, a priznaje se samo potpuno točno riješen zadatak.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. današnja rasprostranjenost vrsta na otoku odraz je spuštanja razine mora B. prisutnost vrsta I, J, G i K na istome otoku posljedica je podizanja razine mora C. u razdoblju od prije 90 do prije 50 milijuna godina došlo je do podizanja razine mora D. prije 50 milijuna godina započelo je podizanje razine mora koje se do danas neprekidno nastavilo E. spuštanje razine mora prije 20 milijuna godina bilo je veće u odnosu na razdoblje prije 50 milijuna godina <p>2.3. Koji se od navedenih pojmova može pridružiti vrsti G? <i>Odaberite slovo ispred <u>jednog</u> točnog odgovora.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. recentna specijacija B. kozmopolitska vrsta C. najodvedenija vrsta D. alohtona vrsta E. živi fosil <p>2.4. Utvrđeno je da su vrste I i J dio tipične planinske vegetacije i da razvijaju cvjetove crvene boje. Koji je evolucijski mehanizam uvjetovao nastanak crvene boje cvijeta? Jednom rečenicom objasni evolucijsku važnost takve prilagodbe.</p> <p>2.5. Utvrđeno je da je crvena boja cvijeta, iako u vrlo malom udjelu, bila prisutna i u predaka. U populaciji koje je vrste to bilo moguće utvrditi?</p>	
--	--	--

II. SKUPINA ZADATAKA

U sljedećim zadatcima pažljivo pročitajte polazni tekst i upute, promotrite priložene tablice, slike, sheme ili grafičke prikaze, a svoje odgovore na postavljena pitanja upišite u Obrazac za odgovore. Broj bodova naveden je uz svaki pojedini zadatak, a djelomično točno riješeni zadatci također mogu donositi bodove.

	<p>Pretpostavimo da su karakteristike triju srodnih vrsta kolutićavaca sljedeće: vrsta X prilagođena je životu u vlažnom tlu i osjetljiva na hipoksiju, vrsta Y naseljava područja s povremenim poplavama i niskim salinitetom, a vrsta Z sediment mora. Iako dijele zajedničkog pretka, sve su tri vrste tijekom evolucije stekle prilagodbe za preživljavanje u različitim osmotskim uvjetima.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Bodovi</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">7</td> </tr> </table>	Bodovi	7
Bodovi				
7				
3.	<p>3.1. Koje se dvije genetičke adaptacije mogu povezati s opstankom vrste Z u odnosu na vrste X i Y? <i>Odaberite slova ispred <u>dviju</u> točnih odgovora.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. Evolucijski razvoj metanefridija koji produciraju hipotoničan urin u odnosu na tjelesne tekućine. B. Mutacija koja dovodi do povećane ekspresije akvaporina u koži radi olakšanog osmotskog ulaska vode. C. Gubitak gena za proizvodnju sluzi na površini tijela kako bi se omogućio transport mokraćne kiseline u more. D. Mutacija gena za transportere koji omogućuju učinkovito izbacivanje viška soli protiv koncentracijskog gradijenta. E. Selekcija jedinki sa smanjenim brojem mitohondrija u stanicama metanefridija za aktivno izbacivanje iona iz organizma. F. Akumulacija mutacija u genima za sintezu organskih osmotski aktivnih tvari koji uravnotežuju unutarstanični osmotski tlak bez promjene koncentracije soli. <p>3.2. Kod jedne populacije vrste X došlo je do točkaste mutacije u genu koji kodira regulator gustoće ionskih kanala u distalnom dijelu metanefridija, a navedena mutacija onemogućuje reapsorpciju Na^+ u celomsku tekućinu. Na koji će se način to odraziti na veličinu populacije vrste X u kojoj je zbog velikih količina kiše promijenjen osmotski tlak? Jednom rečenicom objasnite svoj odgovor povezujući opisanu situaciju s osmotskim tlakom i homeostazom jedinke vrste X.</p>			

	<p>3.3. Znanstvenici su usporedili DNA populacija vrsta Y i Z i analizirali gene koji kodiraju transportne proteine za prijenos iona kroz staničnu membranu. U tim genima pronašli su određen broj neutralnih mutacija koje ne utječu na funkciju proteina. Pretpostavlja se da se u tim genima u prosjeku pojavljuje jedna neutralna mutacija svakih 400 000 godina. Između populacija vrsta Y i Z utvrđeno je 10 neutralnih razlika u analiziranoj DNA sekvenciji. Koji od navedenih zaključaka može proizlaziti iz ovoga istraživanja? <i>Odaberite slovo ispred <u>jednog</u> točnog odgovora.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. Populacije su se razdvojile prije približno 4 milijuna godina. B. Populacije su se razdvojile prije približno 0,4 milijuna godina. C. Populacije su se razdvojile prije približno 40 milijuna godina. D. Populacije su se razdvojile prije približno 400 milijuna godina. E. Iz broja neutralnih mutacija nije moguće procijeniti vrijeme razdvajanja. 	
--	---	--

	<p>U izoliranoj planinskoj dolini živi populacija jelena (<i>Cervus elaphus</i>). Istraživači su utvrdili da svi jeleni u toj populaciji nose jedan od dvaju alela gena povezanog s imunskim odgovorom na parazitske sojeve prisutne u prirodnom staništu: alel A ili alel B. Alel A omogućuje bolji imunski odgovor na jedan parazitski soj, dok alel B omogućuje bolji imunski odgovor na drugi parazitski soj. Gustoća populacije stabilna je kroz vrijeme, a stanište se značajno ne mijenja.</p> <p>4.1. Frekvencija alela A je 0,5. Ako pretpostavimo da se neka populacija u jednoj generaciji ponaša prema Hardy-Weinbergovoj ravnoteži, koliki je očekivani udio heterozigota u populaciji? <i>Odaberite slovo ispred <u>jednog</u> točnog odgovora.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. 0,25 B. 0,50 C. 0,75 D. 1,00 <p>4.2. Koja je pretpostavka Hardy-Weinbergove ravnoteže najvjerojatnije narušena u populaciji jelena opisanoj u uvodnom dijelu zadatka? <i>Odaberite slovo ispred <u>jednog</u> točnog odgovora.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> A. odsutnost mutacija B. nasumično parenje C. velika veličina populacije D. odsutnost prirodne selekcije 	<table border="1"> <tr> <td>Bodovi</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </table>	Bodovi	2
Bodovi				
2				

Znanstvenim je istraživanjima opisan inicijacijski korak u translaciji proteina u stanicama bakterije *Escherichia coli*, kojega obilježava vezanje rRNA na regiju bogatu purinskim dušičnim bazama u prokariotskih mRNA, Shine-Dalgarnovu (S-D) sekvenciju. Ta je sekvencija smještena na 5'-kraju ispred uobičajenog početnog kodona na koji se veže za prokariote specifična tRNA s formiliranim metioninom – tRNA_f i kojom započinje proces translacije. Pozorno promotrite sljedove triju odsječaka jednake duljine s kodonima ključnima u sintezi važnih proteina, *trpA*, *araB* i *lacZ*, u bakterije *E. coli*, a potom odgovorite na pitanja.

<i>E. coli trpA</i>	5' AGCACGAGGGGAAAUCUGAUGGAACGCUAC 3'
<i>E. coli araB</i>	5' UUUGGAUGGAGUGAAACGAUGGCGAUUGCA 3'
<i>E. coli lacZ</i>	5' UUCACACAGGAAACAGCUAUGACCAUGAUU 3'

5.1. Koji od navedenih opisa odgovara položaju sekvencije S-D i mjesta vezanja tRNA_f na osnovi prikazanih odsječaka? Odaberite slovo ispred jednog točnog odgovora.

- A. u mRNA za sva tri proteina sekvencija S-D ima jednak položaj, a mjesto se vezanja tRNA_f razlikuje
- B. u mRNA za protein *trpA* sekvencija S-D obuhvaća područje 9. i 10. kodona, a mjesto vezanja tRNA_f je od 28. do 30. nukleotida
- C. u mRNA za protein *araB* sekvencija S-D smještena je od 1. do 4. nukleotida, a mjesto vezanja tRNA_f predstavlja 7. kodon u nizu
- D. u mRNA za protein *lacZ* sekvencija S-D smještena je od 7. do 12. nukleotida, a mjesto vezanja tRNA_f je od 19. do 21. nukleotida

5.

5.2. Znanstveno je ispitan učinak četiriju tvari na proces sinteze proteina u stanicama pri čemu je znakom **x** naznačeno primarno djelovanje pojedine tvari navedeno u tablici.

	stvaranje peptidne veze s rastućim peptidom na karboksilnom kraju	inhibicija RNA-polimeraze	inaktivacija eukariotskih ribosoma	ometanje vezanja tRNA _f
cikloheksimid			x	
streptomycin				x
rifampicin		x		
puromicin	x			
ricin			x	

Koja će od navedenih tvari uzrokovati završetak sinteze bakterijskog proteina u fazi rastućeg polipeptida bez svih aminokiselina u nizu određenih genskom šifrom? Odaberite slovo ispred jednog točnog odgovora.

- A. ricin
- B. rifampicin
- C. puromicin
- D. streptomycin
- E. cikloheksimid

5.3. Pri sintezi jednog bakterijskog proteina formilirani se metionin uklanja s rastućeg polipeptidnog lanca dok se još nalazi na ribosomu, a mRNA transkript na osnovu kojega se sintetizira ima 411 nukleotida. Koliko ukupno aminokiselina sadržava nastali polipeptid na kraju uspješnog procesa translacije?

Slika prikazuje ilustraciju biljke slatkoga graška (*Lathyrus odoratus*).



Slatki grašak (*Lathyrus odoratus*)

(izvor: https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/Content/Projects/plants400/images/hires/LATHYRUS_ODORATUS.JPG)

6.

Boja cvijeta ove biljne vrste može biti bijela ili ljubičasta, a pod kontrolom je dvaju gena – gena H i D. Zbog svojih se cvjetova često uzgaja kao ukrasna biljka u vrtovima. Promotrite odnose pojedinih kombinacija genotipova i fenotipova jedinki slatkoga graška u tablici, a potom odgovorite na pitanja.

Genotip	Fenotip
HHDd	ljubičasti cvijet
hhDd	bijeli cvijet
HhDd	ljubičasti cvijet
Hhdd	bijeli cvijet

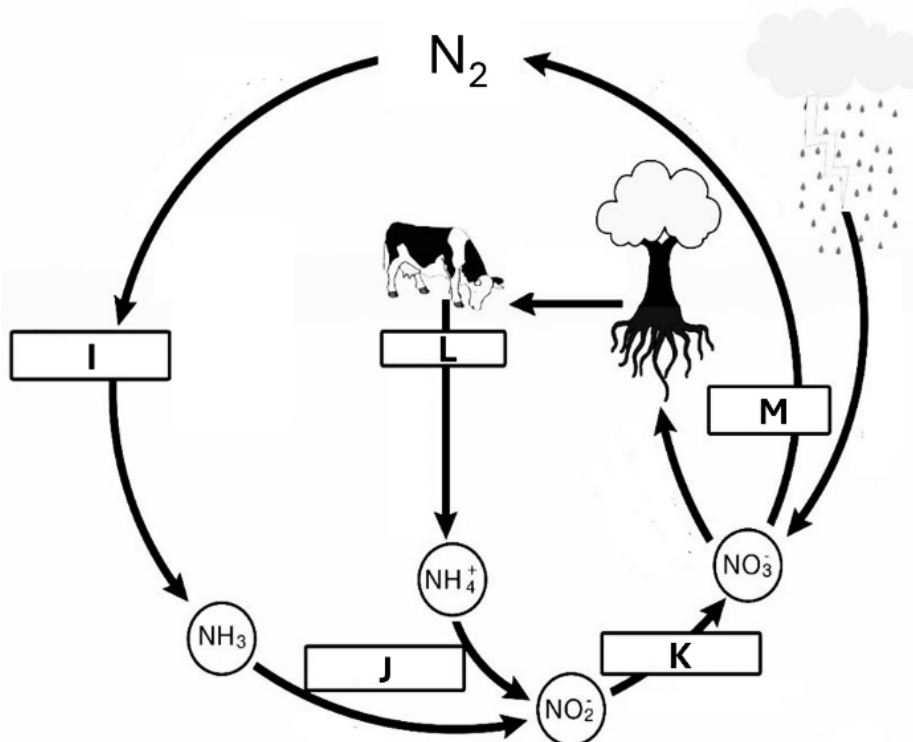
6.1. Križanjem dviju jedinki slatkoga graška bijele boje cvijeta, ali različita genotipa, sve su dobivene jedinice u F₁-generaciji imale cvijet ljubičaste boje. Napišite genotipove roditeljskih jedinki.

6.2. Međusobnim su križanjem potomaka F₁-generacije iz podzadatka 6.1. dobivene jedinice bijeloga i ljubičastoga cvijeta u F₂-generaciji. Navedite varijante gameta, s obzirom na promatrano svojstvo, koje produciraju potomci F₁-generacije i učestalost pojavljivanja jedinki bijeloga cvijeta u F₂-generaciji izraženu u obliku razlomka.

Bodovi

7

6.3. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje ciklus jednoga biogenoga elementa na kojemu su pojedini procesi prikazani slovima od I do M, a potom odgovorite na pitanje.



Kojemu se dijelu prikazanoga ciklusa biogenog elementa može pridružiti aktivnost organizama koji su u mutualističkom odnosu s korijenjem biljke iz polaznog teksta zadatka? Odaberite slovo ispred jednog točnog odgovora.

- A. proces I
- B. proces J
- C. proces K
- D. proces L
- E. proces M

6.4. U kojemu je od navedenih parova ispravno povezan način oprašivanja i rasprostranjivanja u ove biljne vrste? Odaberite slovo ispred jednog točnog odgovora.

- A. oprašivanje pticama – samorasprostranjivanje
- B. oprašivanje vodom – rasprostranjivanje vjetrom
- C. oprašivanje vjetrom – rasprostranjivanje vodom
- D. oprašivanje kukcima – rasprostranjivanje čovjekom

Pozorno promotrite tablicu u kojoj su slova od A do K pridružena pojedinim životinjskim vrstama.

A	<i>Archaeopteryx</i>
B	bjelouška
C	čovječja ribica
D	dobri dupin
E	golub
F	klokan
G	noj
H	šišmiš
I	škarpina
J	gatalinka
K	livadna gušterica

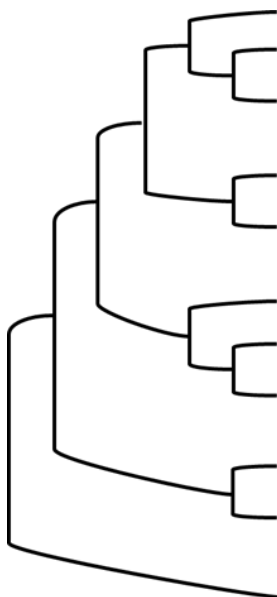
Bodovi

7

7.1. Pozorno promotrite priloženu skicu kladograma. Na priloženoj skici:

- naznačite slova kojima su označeni pojedini organizmi u skladu s njihovim srodstvenim odnosima
- obilježite područja kladograma grupirajući pojedine organizme u razred kojemu pripadaju, uz navođenje naziva razreda
- na kladogramu strelicom i brojem **1** označite prijelaz života iz vode na kopno te strelicom i brojem **2** nastanak amniotskog jajeta

7.



7.2. U tablici su brojevima označeni organi kod pojedinih životinjskih vrsta.

1	peraje dobrog dupina
2	krila šišmiša
3	ruke klokana
4	krila lastina repa

Navedite brojeve međusobno homolognih, odnosno analognih organa.

7.3. U tablici su slovima od **A** do **F** prikazani posljednji zajednički predci (PZP) pojedinih skupina ili struktura živog svijeta.

A	PZP životinja
B	PZP kloroplasta
C	PZP žarnjaka
D	PZP cijanobakterija
E	PZP mitohondrija
F	PZP prokariota

Kronološki poredajte posljednje zajedničke pretke od najstarijeg prema najmlađem pridruživanjem pojedinog slova rednome broju od **1.** do **6.**