



**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**Hrvatsko Biološko Društvo 1885**

 **ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa**



# **DRŽAVNO NATJECANJE IZ BIOLOGIJE**

**2013.**

**6. skupina**  
**(4. razred gimnazije)**

**Zaporka natjecatelja:**

---

**Ukupan broj bodova: 60**

**Broj postignutih bodova:** \_\_\_\_\_

**Postotak riješenosti testa:** \_\_\_\_\_

**Potpisi članova povjerenstva :**

**1.** \_\_\_\_\_

**2.** \_\_\_\_\_

**3.** \_\_\_\_\_

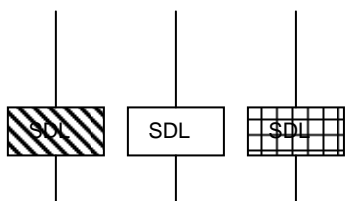
**Mjesto i nadnevak:** \_\_\_\_\_

**Napomena: Test se mora ispunjavati isključivo plavom ili crnom kemijskom olovkom**

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

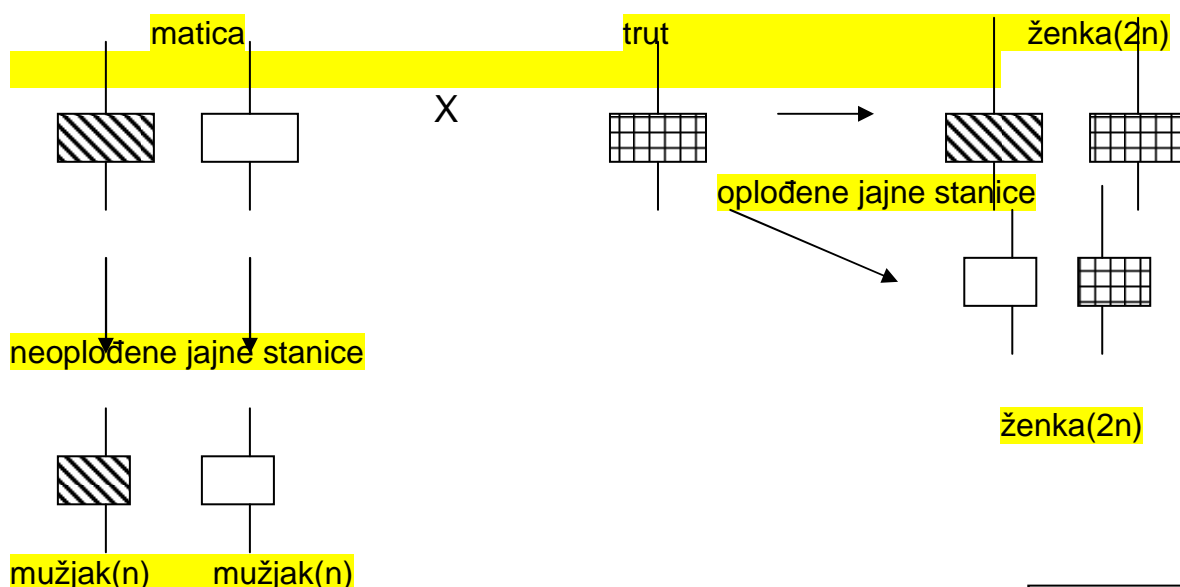
1. Kod kukaca iz porodice Hymenoptera u koje pripadaju i pčele medarice (*Apis mellifera* L.) iz oplođenih jajnih stanica razvijaju se ženke, a iz neoplođenih, mužjaci. Ovakav način određivanja spola otkriven je još polovinom 19. stoljeća i naziva se haplodiploidnim. Kasnije je otkriveno da kukci iz ove porodice ne posjeduju spolne kromosome. Pri istraživanju parenja između blisko srodnih jedinki (*inbreedinga*) kod pčele medarice utvrđeno je da postoje i diploidni mužjaci. Naime, pčele imaju jedinstveni lokus za određivanje spola (SDL prema engl. *sex determination locus*) o kojemu ovisi spol jedinke. Ukoliko je zigota u SDL lokusu homozigotna, razvit će se u sterilnog mužjaka. Zigote koje su heterozigotne za SDL razvit će se u ženke. Fertilni haploidni mužjaci su hemizigotni za SDL. Ovo je tzv. komplementarni način određivanja spola. Utvrđeno je da postoji 15 različitih alela za SDL.

Shemama, koje ćeš skicirati, obrazloži oba načina određivanja spola kod pčele medarice, odredi spol i ploidnost roditelja te njihovih potomaka. Iz prikaza mora biti jasno kako utječu aleli matice i truta na nastanak mužjaka, a kako na formiranje ženki. Za prikaz tri različita alela SDL lokusa koristi se shemama kako je to prikazano dolje.



Odgovori:

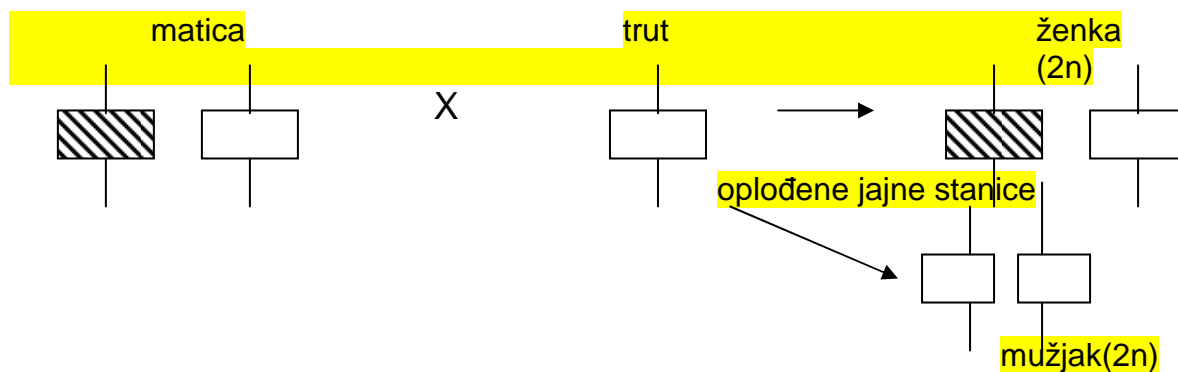
a) haplodiploidni način određivanja spola



1a. BODOVI	
4	

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

**b) komplementarni način određivanja spola**



1b. BODOVI	
4	

2. Godine 1971. znanstvenici su prenijeli pet ženki i pet mužjaka primorske gušterice *Podarcis sicula* sa otočića Pod Kopište pokraj Lastova na kojemu nema vegetacije na obližnji otočić Pod Mrčaru s bujnom vegetacijom. Nakon 37 godina su se vratili i usporedili te dvije populacije iste vrste. Populacija *P. sicula* s novog staništa, Pod Mrčaru, se bitno razlikovala od roditeljske populacije na Pod Kopištu. Gušterice s novog staništa su imale višu, širu i dužu glavu te shodno tome i jači ugriz od onih na starom staništu. Osim toga, u njihovu slijepom crijevu došlo je do razvoja zaliska, što inače nije tipično za guštere, a funkcija tog zaliska je dulje zadržavanje hrane u crijevima. Tim znanstvenika je zaključio da je *P. sicula* s Pod Mrčaru prošla kroz brzu evoluciju nakon dolaska na novo stanište.

Odgovori na pitanja:

- a) Zašto je došlo do navedenih promjena u morfologiji glave i građi slijepog crijeva?

Odgovor: \_\_\_\_\_ zbog prelaska na biljnu hranu \_\_\_\_\_

Obrazloži svoj odgovor: \_\_\_\_\_ na novom staništu ima puno biljne hrane za čiju probavu su potrebne jače čeljusti i dulje razlaganje celuloznih st. stijenki u crijevima.

2a. BODOVI	
2	

- b) O kojoj se evolucijskoj sili ovdje radi?

Odgovor: \_\_\_\_\_ o prirodnom odabiru

Obrazloži svoj odgovor: \_\_\_\_\_ raspoloživost drukčije hrane je pokretač spomenutih prilagodbi na nju. Nije nužno moralo doći do

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

mutacija, ali ako je i došlo do mutacija koje su uzročnici pojave novih svojstava (veća glava, zalistak slijepog crijeva), one su se učvrstile kao odgovor na raspoloživost biljne hrane.

2b. BODOVI

2

- c) Koju su metodu znanstvenici upotrijebili da bi sa sigurnošću mogli tvrditi kako su ovo dvije populacije iste vrste, tj. da je ona na Pod Mrčaru populacija potomaka od one sa Pod Kopištem?

Odgovor: \_\_\_\_\_ analiza mitohondrijske DNA

Obrazloži svoj odgovor: \_\_\_\_\_ Radi se o vrsti koja se razmnožava spolno, gdje je moguć veliki raspon rekombinacija genet. materijala između homolognih kromosoma. Mitohondrijska DNA se tijekom proteklih 37 godina nije gotovo uopće promijenila.

2c. BODOVI

2

3. Prije 25 godina Richard Lenski i njegov tim započeli su dugotrajni evolucijski pokus (koji je još u tijeku), s 12 genetički identičnih populacija bakterije *E. coli* dobivenih od ishodišnog soja koji se može razmnožavati samo nespolno i ne posjeduje faktor fertilnosti. Sve populacije se uzgajaju na minimalnoj podlozi s ograničenom količinom glukoze kao glavnim izvorom hrane. Svakodnevno, prebaci se 1% od svake populacije na svježi medij istog sastava. Nadalje, svakih 75 dana (izmjenjeno je otprilike 500 generacija) uzorak svake populacije se zamrzne. Na taj način stvorena je zbirka „smrznutih fosila“ u kojoj su pohranjene sve promjene svih populacija bakterije *E. coli* u proteklih 25 godina. Usporedbom rasta i razmnožavanja populacije koja je bila zamrznuta s bakterijama iste nezamrznute populacije u istim uvjetima uzgoja može se zaključiti da je nezamrznuta populacija bolje prilagođena (engl. *fitness*).

Izvor: Dawkins, Richard. the Greatest Show on Earth. www.rbooksco.uk.2010

Odgovori na pitanja:

- a) Zašto je bakterija *E. coli* dobar modelni organizam za ovakvo dugotrajno laboratorijsko istraživanje evolucije?

Odgovor: \_\_\_\_\_ jer se genetičke promjene, a to znači i evolucija mogu odvijati samo kroz mutacije, odnosno nakupljanjem mutacija, kratko generacijsko vrijeme

- b) Što znači da su populacije koje nisu bile zamrznute bolje prilagođene nego zamrznute "fosilne" populacije?

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

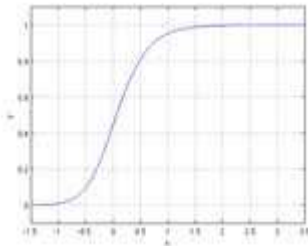
Odgovor: \_\_\_\_\_ znači da brže rastu i razmnožavaju se/ da su bolje prilagođene uvjetima okoliša/ da će brže iskoristiti hranu koja im je na raspolaganju

3ab. BODOVI	
2	

- c) Svakog dana na svježoj podlozi bakterija *E. coli* započne s učestalim dijeljenjem, ali prije isteka 24 sata dosegne svoj maksimalni broj i tj. prestane se dijeliti.

Nacrtaj krivulju koja objašnjava ovakav rast populacije.

na x osi je vrijeme, a na y broj jedinki u populaciji, na grafu vidljiva faza prilagodbe, faza eksponencijalnog rasta, plato



Kako se zove ovakav model rasta, tj. ovakva krivulja rasta populacije?

Odgovor: \_\_\_\_\_ logistički / S model

Objasni pojedine faze tog modela: \_\_\_\_\_ u početnoj fazi (fazi sporog rasta) populacija se tek prilagođava na nove uvjete okoliša, u srednjem dijelu slijedi eksponencijalni rast broja jedinki jer su svi eko činioci u optimumu, na kraju imamo stagnaciju jer je populacija iskoristila kapacitet okoliša tj. rast je zaustavljen zbog djelovanja ograničavajućeg čimbenika

Koji je ograničavajući čimbenik za populacije bakterije *E. coli* u ovom pokusu?

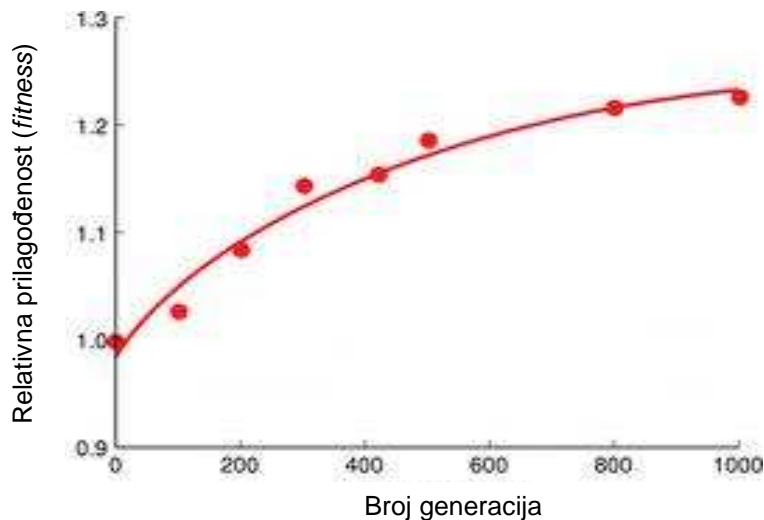
Odgovor: \_\_\_\_\_ količina glukoze, (hranjiva podloga)

3c. BODOVI	
5	

2 boda za graf (bod za oznake na x i y, bod za krivulju)  
bod za opis, bod za naziv krivulje, bod za glukozu

- d) Graf prikazuje krivulju prilagođenosti (*fitness*) jedne od 12 populacija bakterije *E. coli* iz eksperimenta, koja je karakteristična za sve ostale populacije. Točke na grafu označavaju mjerenja volumena pojedinačnih stanica. Iz krivulje izračunajte nakon koliko je dana prilagođenost porasla za 0,1 u odnosu na početnu vrijednost?

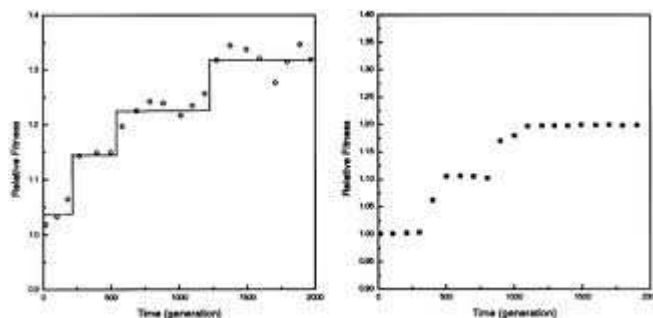
Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_



**Odgovor:** \_\_\_\_\_ nakon 200 generacija tj.  
 (200generacija x75 dana) : 500 generacija = 150:5 = 30 dana  
 Priznato: sjecište krivulje na 1.1. pada na oko 250 generacija = 37,5 dana

Gornji graf je matematička aproksimacija donjih grafova, na kojima se vidi da su događaji postizanja bolje prilagođenosti zapravo skokoviti.

**Što nam označava svaki pojedini skok (stepenica) na grafu?**



**Odgovor:** \_\_\_\_\_ skok na grafu označava pojavu korisne mutacije

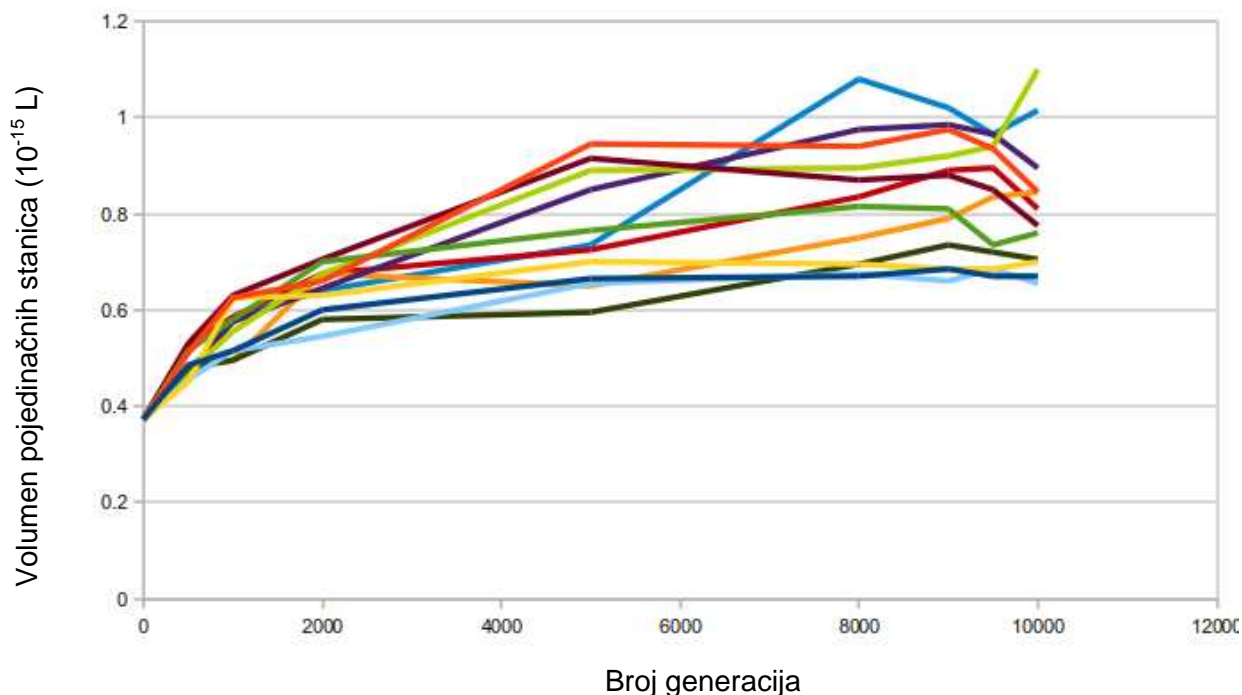
**Zašto su skokovi različite visine?**

**Odgovor:** \_\_\_\_\_ visina odgovara porastu veličine efekta te mutacije /  
 porastu veličine stanica pojedinačnih *E.coli*

3d. BODOVI	
3	

e) Donji graf prikazuje rast volumena pojedinačnih stanica svih 12 različitih populacija. Protumači njihovu evoluciju u prvih 10000 generacija.

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_



**Odgovor:** \_\_\_\_\_ svih 12 populacija slijedi isti osnovni trend, a to je da sve postaju volumenom veće/bolje prilagođene, ali krivulje se ne podudaraju u potpunosti. Dakle, u svakoj od populacija događaju se različite mutacije kojima se postiže sve bolja prilagođenost okolišu / iskorištavanju glukoze. Razlike u volumenu / veličini stanica između najniže i najviše krivulje su gotovo dvostruke

Koja je evolucijska sila ovdje u pozadini svih promjena?

**Odgovor:** \_\_\_\_\_ prirodni odabir

3e. BODOVI	
3	

#### 4. Odaberi je li tvrdnja točna ili netočna

Oni sojevi bakterija koji posjeduju faktor fertilnosti (F-plazmid) mogu se genetički mijenjati u procesu konjugacije.

T N

Prilikom konjugacije kao i pri *crossing-overu* dolazi do homologne rekombinacije.

T N

Bakterijska konjugacija kao izmjena genetičkog materijala ne uključuje međusobni kontakt dviju bakterijskih stanica.

T N

4. BODOVI	
2	

bodovi	3/3	2boda
	2/3	1
	1/3	0

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

5. S namjerom da s otoka Mljeta uklone zmiје otrovnice koje su se tamo namnožile i predstavljale opasnost za ljude i stoku, početkom 20. stoljeća donešena je odluka da se na otok uvede vrsta malog indijskog mungosa (*Herpestes javanicus*). Mungosi su poznati po tome što se hrane zmijama na čiji su otrov jako otporni. Unešeno je 11 jedinki te vrste. Kad je na otoku ponestalo otrovnica poglavito poskoka, mungosi su prešli na prehranu zavičajnim pticama, glodavcima i divljači. Mungos je kao unešena, strana (alohtona) vrsta nanijela veliku štetu domaćim (autohtonim) vrstama i uništava bioraznolikost mljetskog ekosustava.

- a) Predloži jedan razlog zašto se mungos uspio tako brzo namnožiti na Mljetu i ugroziti tamošnju bioraznolikost.

Nije imao prirodnog neprijatelja / vrsta je jako agresivna prema domaćim vrstama i potiskuje ih / genetska svojstva mungosa mu omogućuju bržu i bolju prilagodbu u uvjetima okoliša na Mljetu

5a. BODOVI	
1	

- b) Obrazloži važnost biološke raznolikosti za neki ekosustav.

Što je veća bioraznolikost, veći je i fond gena nekog ekosustava i veće su šanse da će pri određenim nepovoljnim uvjetima u okolišu neka populacija preživjeti / veća bioraznolikost daje veće šanse za preživljavanje nepovoljnih uvjeta ili ekološke katastrofe za jedan bod

+

Ekosustav može ispasti iz ravnoteže zbog nestajanja pojedine vrste što može dovesti do potpunog nestanka tog ekosustava / nedostatak neke vrste može uzrokovati uništenje ili redukciju ekosustava (primjerice nestanak pčela za biljke) za još 1 bod

5b. BODOVI	
2	

- c) Koja su tri velika šumska sisavca iz reda zvijeri (Carnivora) u RH zaštićeni zakonom?

mrki (smeđi) medvjed, (sivi) vuk, ris

5c. BODOVI	
1	

- d) U sklopu programa reintrodukcije risa, u Sloveniju je 1973. godine pušteno 6 jedinki slovačkog (karpatskog) risa (*Lynx lynx*) umjesto autohtonog dinarskog risa (*Lynx lynx*) koji je na području Dinarida istrijebljen početkom 20. stoljeća. Ubrzo su se jedinke proširile i na druga područja i procjenjuje se da je danas na području Gorskog kotara i Velebita prisutno između 40 i 60 jedinki. Obrazloži zašto ovaj unos nije uznemirilo ravnotežu ekosustava gorske Hrvatske.

slovački i hrvatski ris iste su vrste (*Lynx lynx*) i novi je ris samo zauzeo ekološku nišu koji je imao stari ris (bez obzira na to da su različite populacije)

5d. BODOVI	
1	



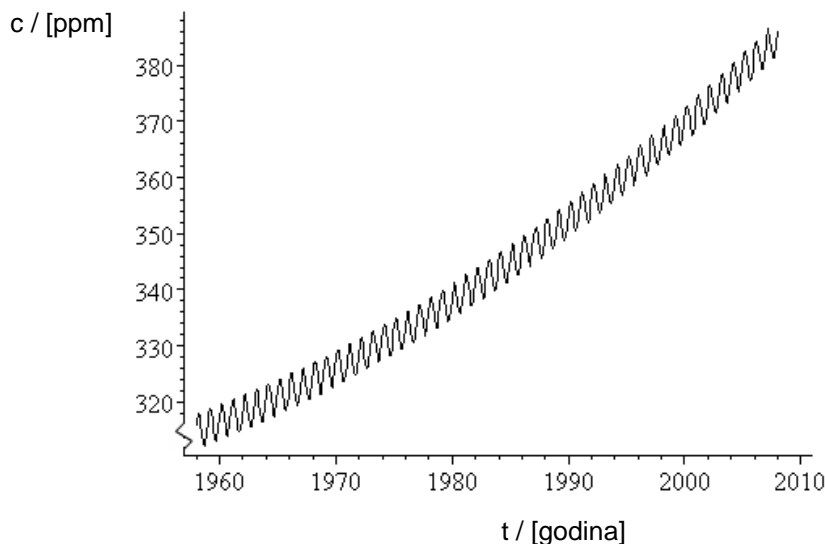
Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

- e) Navedi dva primjera u Hrvatskoj gdje je unešena vrsta nepovoljno djelovala na život domaće vrste

kaulerpa na posidoniju / kalifornijska pastrva na potočnu pastrvu / signalni rak na potočni rak / američka crvenouha kornjača/barska kornjača  
Osim toga priznavali: ambrozija , tigrasti komarac, babuška, mungos, sunčanica, zlatovčica, amur, crni somić, kanadska vodena kuga, žljezdasti nedarak, bizamski štakor, krumpirova zlatica, nutrija,

5e. BODOVI	
1	

6. Promotri grafički prikaz promjene molarne koncentracije ugljikovog (IV) oksida u ppm u Zemljinoj atmosferi u zadnjih 50 godina i odgovori na pitanja.



- a) Navedi barem jedan razlog zašto se udio ugljikovog (IV) oksida toliko brzo povećava.

zbog povećane emisije ispušnih plinova prilikom trošenja fosilnih goriva / utjecaj čovjeka i izgaranje fosilnih goriva / uništavanja šuma

6a. BODOVI	
1	

- b) Zašto se vrijednosti udjela ugljikovog (IV) oksida periodički mijenjaju unutar jedne godine – sredinom godine koncentracija je najniža?

zbog promjene godišnjih doba / jer ljeti biljke troše više ugljikovog (IV) oksida nego zimi fotosintezom - za 1 bod  
kad je ljeto na sjevernoj hemisferi, veća je potrošnja ugljikovog (IV) oksida nego kad je zima (na sjevernoj hemisferi je mnogo veća biomasa vegetacije te zato kad je ljeto na južnoj hemisferi raste koncentracija CO<sub>2</sub>)  
- za 2 boda

6b. BODOVI	
2	

- c) Navedi dva staklenička plina u atmosferi osim ugljikovog (IV) oksida

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

6c. BODOVI

1

vodena para, metan, dušikovi oksidi, ozon, freoni, sumpor(IV)oksid

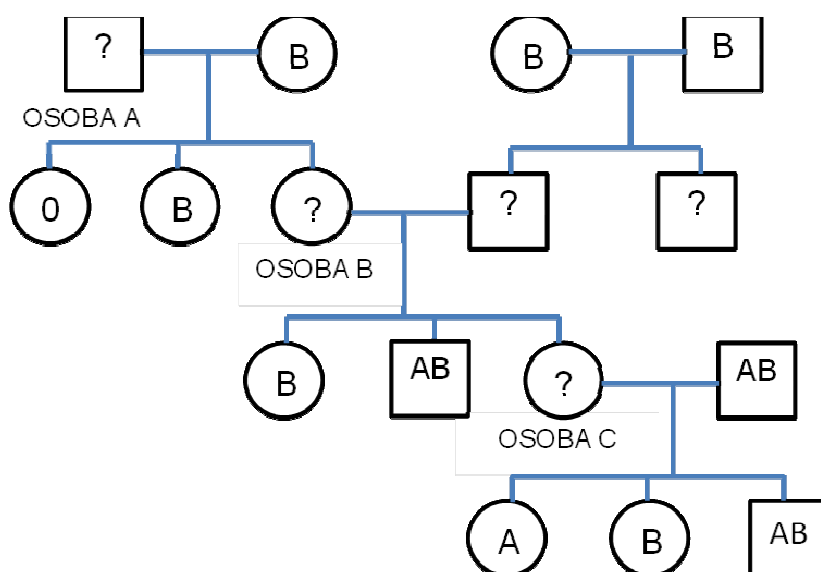
d) Navedi dva plina u atmosferi koji sigurno nisu staklenički plinovi

6d. BODOVI

1

argon, kisik, dušik, ugljični monoksid

7. Promotri rodoslovno stablo jedne obitelji s obzirom na nasljeđivanje AB0 sustava krvnih grupa i odgovori na pitanja.



a) Koje je krvne grupe osoba A?

\_\_\_\_\_ A

7a. BODOVI

1

b) Kojeg je genotipa za krvnu grupu osoba B?

\_\_\_\_\_ A0 ili  $I^A i$  ili AB ili  $I^A I^B$

7b. BODOVI

1

c) Osoba C NE MOŽE biti genotipa \_\_\_\_\_ 00 ili ii, AA ili  $I^A I^A$

7c. BODOVI

1

d) Što će se dogoditi ako osoba B transfuzijom primi krv od svoje majke?

\_\_\_\_\_ ako je odgovor za osobu B da je krvne grupe A =

aglutinacija / gružanje /transfuzijska reakcija

ako je odgovor da je osoba B krvne grupe AB =

ništa se neće dogoditi

7d. BODOVI

1

Zaporka natjecatelja: \_\_\_\_\_

e) Koje aglutinine (imunoglobuline) ima sestra osobe C?

\_\_\_\_\_ anti A, aglutinin A

7e. BODOVI

1

f) Od kojih su monomernih molekula građeni aglutinini?

\_\_\_\_\_ aminokiselina

7f. BODOVI

1

8. Boju krzna pasmine labradora određuju dva gena. Prvi gen dolazi u obliku dva alela: dominantni crni (B) i recesivni smeđi (b). Drugi gen također dolazi u obliku dva alela i ukoliko se nađu dva recesivna alela u genotipu (ee), jedinka je žutog krzna bez obzira na prvi gen. Ako je u genotipu barem jedan dominantni alel drugog gena (E), tada boju određuje prvi gen.

a) Odredi boju sljedećih jedinki labradora:

BbEe \_\_\_\_\_ crni

bbee \_\_\_\_\_ žuti

BBee \_\_\_\_\_ žuti

8a. BODOVI

2

3/3 = 2 boda

2/3 = 1 bod

1/3 i 0/3 = 0

b) Koliki je mogući udio (postotak) žutih štenaca u okotu žute ženke (Bbee) i crnog mušjaka koji je heterozigot za oba svojstva?

\_\_\_\_\_ 50% ili 1/2 ili polovina

8b. BODOVI

2

U Hrvatskoj je pasmina labradora jedna od najpopularnijih, ali prema istraživanju u jednom gradu učestalost boja je sljedeća: crnih pasa je 96, žutih 72, a smeđih 32. Odredi moguću učestalost alela e i B te broj jedinki heterozigota za oba svojstva u toj populaciji po Hardy-Weinbergovoj jednadžbi.

c) učestalost alela e \_\_\_\_\_ 0,6 ili 60%

8c. BODOVI

3

d) učestalost alela B \_\_\_\_\_ 0,5 ili 50%

8d. BODOVI

4

e) broj heterozigota za oba gena \_\_\_\_\_ 48

8e. BODOVI

3

**Zaporka natjecatelja:** \_\_\_\_\_

Prvo izračunaj udio pojedinih boja krzna u uzorku.

$$N(\text{crni}) = 96 \rightarrow 0,48$$

$$N(\text{žuti}) = 72 \rightarrow 0,36$$

$$N(\text{smeđi}) = 32 \rightarrow 0,16$$

$$N(\text{ukupno}) = 200$$

Udio žutih (0,36) jedinki ovisi isključivo o drugom genu (E,e), a žuta boja krzna javlja se samo u slučaju kad su oba alela recesivna (ee).

Po Hardy-Weinbergu je formula **p + q = 1**

**p = alel E**

**q = alel e**

$$p^2 (EE) + 2pq (Ee) + q^2 (ee) = 1$$

$$q^2 = \text{učestalost (ee)} = 0,36$$

$$q = 0,6$$

učestalost alela B ovisi o ispoljavanju alela e – boja gena (B,b) ispoljit će se samo kad nije prisutna kombinacija alela ee – odnosno ispoljit će se kad će u drugom genu biti ispoljena kombinacija alela (EE ili Ee) čija je učestalost  $p^2 + 2pq = 0,64$ . Zaključno, pri računanju učestalot alela B i b – svaki rezultat (BB, Bb i bb) treba pomnožiti s 0,64 jer će u ostalih 0,36 (36%) slučajeva biti ispoljena žuta boja.

$$p^2 (BB) + 2pq (Bb) + q^2 (bb) = 1 / 0,64$$

$$q^2 = \text{udio smeđih (bb)} = 0,16 / 0,64$$

$$q^2 = 0,25$$

$$q = 0,5$$

$$p + q = 1$$

$$p = 0,5$$

udio jedinki koji su heterozigoti za oba svojstva je umnožak  $2pq (Bb)$  i  $2pq (Ee)$

$$2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 0,24$$

$$\text{Broj jedinki koji su heterozigoti za oba svojstva} = 200 \cdot 0,24 = \underline{48 \text{ jedinki}}$$