

# ZBIRKA RAČUNSKIH NALOG IZ GENETIKE

Metka Šiško



Univerzitetna založba  
Univerze v Mariboru





Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za kmetijstvo  
in biosistemske vede

# Zbirka računskih nalog iz genetike

Avtorica  
**Metka Šiško**

Junij 2022

**Naslov** **Zbirka računskih nalog iz genetike**  
*Title* *Genetics Problems and Solutions*

**Avtorica** Metka Šiško  
*Author* (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)

**Jezikovni pregled** Mojca Garantini  
*Language editing*

**Tehnični urednik** Jan Perša  
*Technical editor* (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)

**Oblikovanje ovitka** Jan Perša  
*Cover designer* (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)

**Grafične priloge** Avtorica  
*Graphic material*

**Grafika na ovitku** Dna avtorja geralt s Pixabay.com CC0, 2022  
*Cover graphics* Tablet avtorja jarmolukt s Pixabay.com CC0, 2022

**Založnik** **Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba**  
*Published by* Slomškov trg 15, 2000 Maribor, Slovenija  
<https://press.um.si>, [zalozba@um.si](mailto:zalozba@um.si)

**Izdajatelj** **Univerza v Mariboru**  
*Issued by* **Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede**  
Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija  
<https://www.fkbv.um.si>, [fkbv@um.si](mailto:fkbv@um.si)

**Izdaja** Prva izdaja  
*Edition*

**Izdano** Maribor, junij 2022  
*Published at*

**Vrsta publikacije** E-knjiga  
*Publication type*

**Dostopno na** <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/667>  
*Available at*

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Univerzitetna knjižnica Maribor

575.1:577.2(076)

ŠIŠKO, Metka, 1970-  
Zbirka računskih nalog iz genetike  
[Elektronski vir] / Metka Šiško. - 1. izd.  
- Maribor : Univerza v Mariboru,  
Univerzitetna založba, 2022

Način dostopa (URL):  
[https://press.um.si/index.php/ump/catalog/  
book/667](https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/667)

ISBN 978-961-286-620-4

doi: 10.18690/um.fkbv.9.2022

1. Gl. stv. nasl.

COBISS.SI-ID 113009923



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba  
/ University of Maribor, University Press

**Besedilo** / *Text* © Šiško, 2022

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva 4.0 Mednarodna. / *This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.*

Uporabnikom je dovoljeno tako nekomercialno kot tudi komercialno reproduciranje, distribuiranje, dajanje v najem, javna priobčitev in predelava avtorskega dela, pod pogojem, da navedejo avtorja izvirnega dela.

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**ISBN** 978-961-286-620-4 (pdf)

**DOI** <https://doi.org/10.18690/um.fkbv.9.2022>

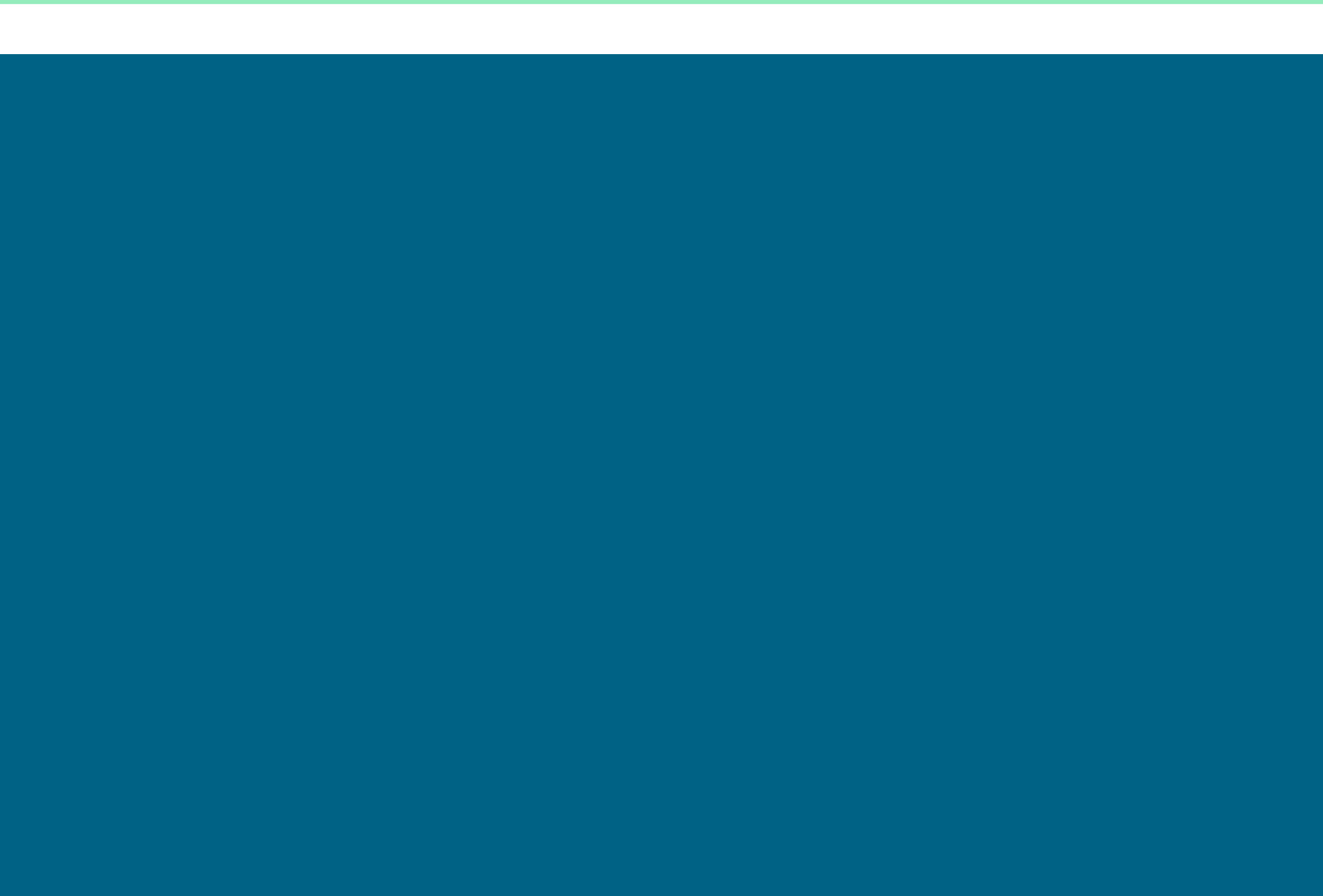
**Cena** Brezplačni izvod  
*Price*

**Odgovorna oseba založnika** prof. dr. Zdravko Kačič,  
*For publisher* rektor Univerze v Mariboru

**Citiranje** Šiško, M. (2022). *Zbirka računskih nalog iz genetike*. Maribor: Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.fkbv.9.2022  
*Attribution*

## Kazalo

1	Uvod .....	1
2	Zgradba in DNK in RNK .....	3
3	Transkripcija in translacija.....	13
4	Križanja .....	19
5	Vezani geni .....	31
6	Spolno vplivano dedovanje.....	39
7	Spolno vezani dedovanje .....	41
8	Krvne skupine.....	45
9	Dvofaktorske interakcije.....	47
10	Populacijska genetika.....	49
	REŠITVE.....	55



# 1 Uvod


V publikaciji so zbrane računske naloge, ki so del učne vsebine pri predmetih genetike, ki jih poslušajo študentje prve stopnje Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede in študentje Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Naloge so razvrščene v štiri sklope, v prvem sklopu so naloge iz molekulske genetike, ki vključujejo naloge, povezane z zgradbo DNK in RNK; v drugem sklopu so naloge iz transkripcije in translacije; tretji sklop so naloge iz križanj in četrti sklop naloge iz populacijske genetike. Vsaka naloga ima zapisano rešitev, da lahko študent preveri, ali je nalogo izračunal pravilno. Nekatero naloge so v celoti rešene, tako da je podan tudi postopek in razlaga. Naloge predstavljajo praktične primere za utrjevanje snovi, ki je obravnavana na predavanjih.





## 2 Zgradba in DNK in RNK

1. Če timin predstavlja 16 % baz v specifični DNK, koliko odstotkov predstavlja citozin?



2. Če je GC vsebnost DNK 46 %, kakšni so % posameznih baz (A, T, G, C)?



3. DNK molekula ima 180 baznih parov in 20 % adenina. Koliko molekul citozina je prisotnih v molekuli DNK?

---


---



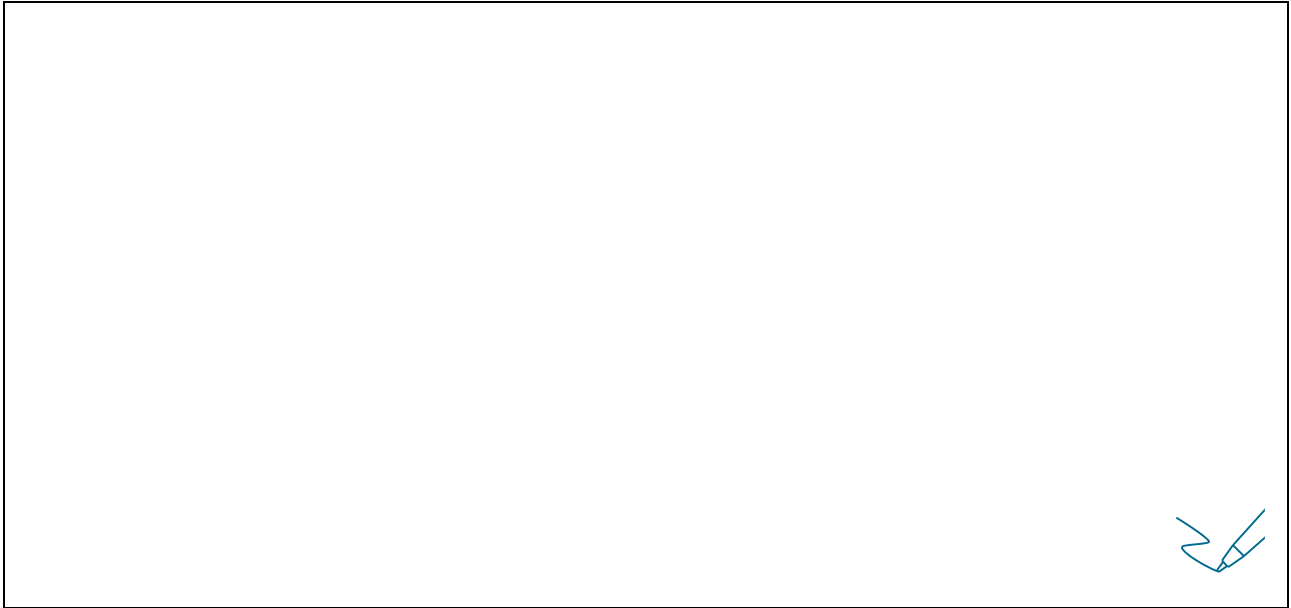
4. DNK molekula ima 200 baz in 10 % gvanina. Koliko molekul adenina je prisotnih v tej DNK?

---

---



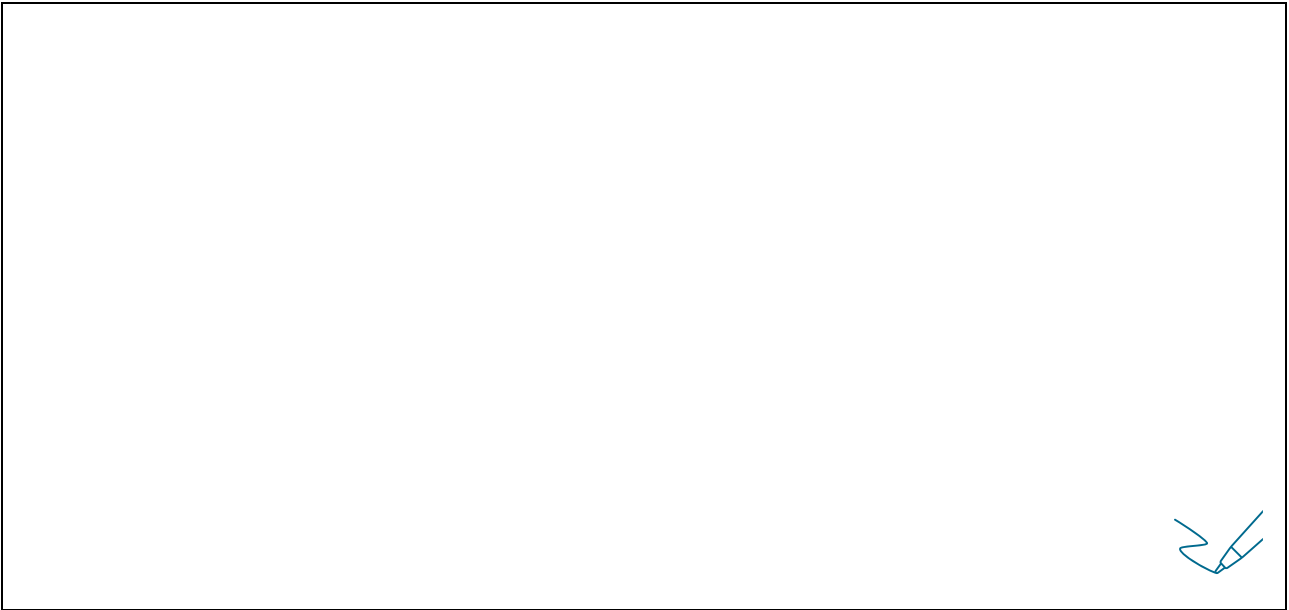
5. Če je razmerje  $(A+G)/(T+C)$  ene polinukleotidne verige DNK 0,3, kakšno je to razmerje v komplementarni verigi?



6. Če je razmerje  $(A+G)/(T+C)$  ene polinukleotidne verige DNK 0,3, kakšno je to razmerje v celotni dvojnivijačnici (obe komplementarni verigi skupaj)?



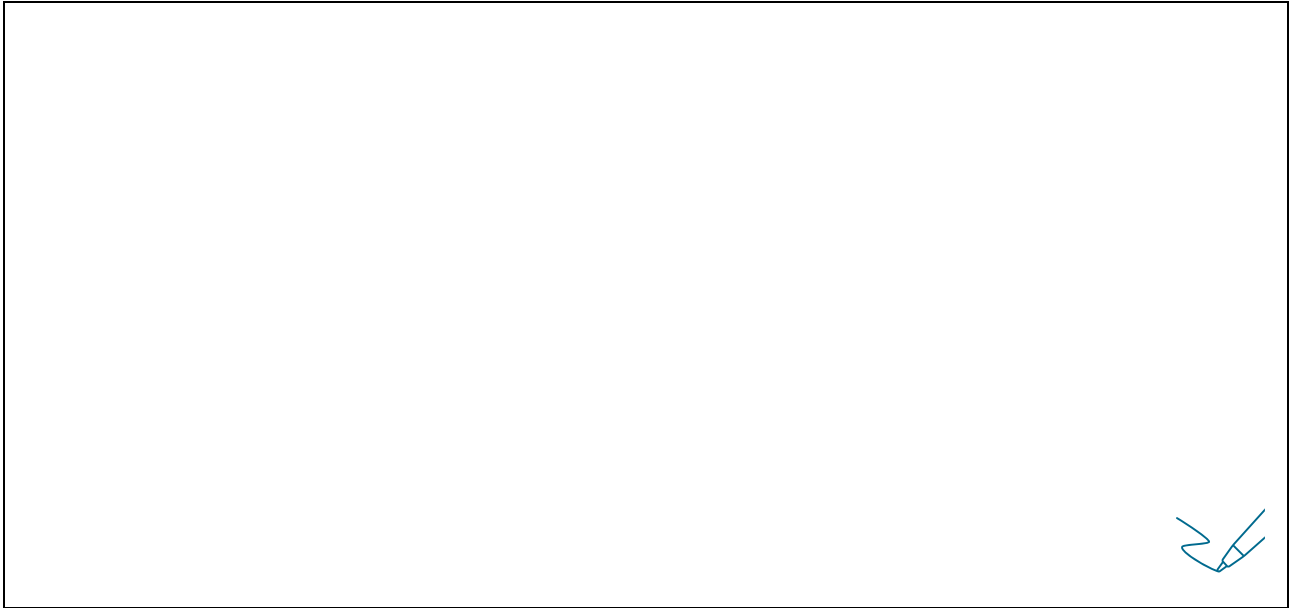
7. Če je razmerje  $(A+T)/(C+G)$  ene polinukleotidne verige DNK 0,4, kakšno je to razmerje v komplementarni verigi?



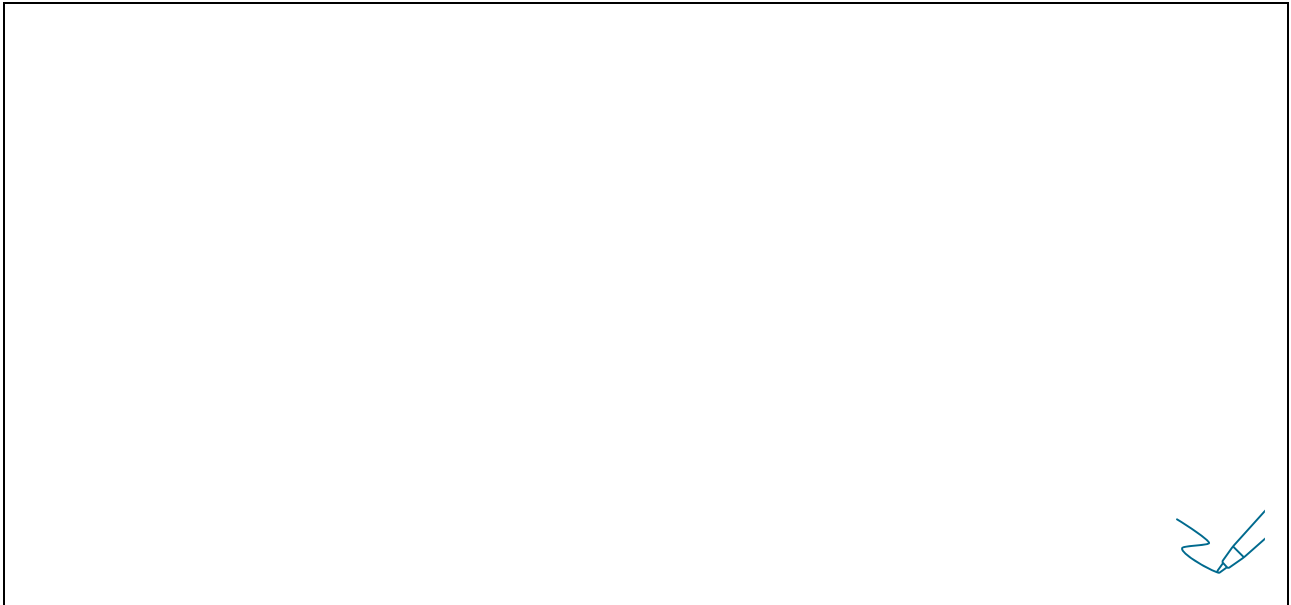
8. Če je razmerje  $(A+G)/(T+C)$  ene polinukleotidne verige DNK 0,7, kakšno je to razmerje v komplementarni verigi?



9. Če je razmerje  $(A+T)/(C+G)$  ene polinukleotidne verige DNK 0,2, kakšno je to razmerje v komplementarni verigi?



10. Če DNK *E. coli* vsebuje  $4,2 \times 10^6$  baznih parov in je povprečen gen dolg 1500 bp, koliko genov je potencialno možnih?

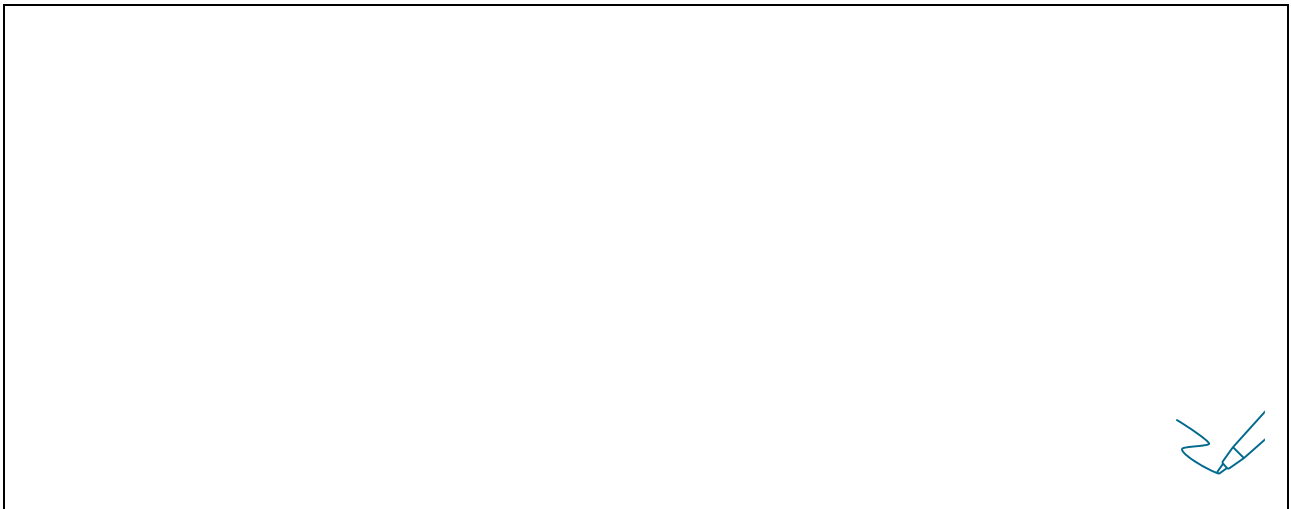


11. Vsak bazni par DNK dvojne vijačnice tehta  $1 \times 10^{-21}$  g. Človeška celica vsebuje približno 0,5 g DNK.

a) Koliko baznih parov DNK je v človeški celici?



b) Če predpostavimo, da je celotna DNK v človeških celicah v B obliki, kako dolga bi bila, če bi jo v celoti raztegnili?



## 12. Katere trditve držijo?

- a)  $A + T = G + C$       b)  $A + G = T + C$       c)  $A + C = G + T$
- d)  $(A + T)/(C + G) = 1$     e)  $(A + G)/(C + T) = 1$     f)  $A/C = G/T$
- g)  $A/G = T/C$               h)  $A/T = G/C$

## 13. Prikazane so relativne vrednosti vsake nukleotidne baze za štiri različne viruse. Za vsak virus določi, ali je njegov genetski material DNK ali RNK in ali gre za enojno ali dvojno verigo. Razloži.

VIRUS	timin	citozin	uracil	gvanin	adenin
I	0	14	7	14	7
II	25	14	0	14	25
III	34	41	0	12	39
IV	0	24	36	27	17

VIRUS I

---



---



---

VIRUS II

---



---



---

**VIRUS III**

---

---

---

---

**VIRUS IV**


---

---

---

---

14. B DNK molekula ima 2 milijona baznih parov. Koliko kompletnih zavojev je v tej molekuli?



---

---



15. Katero razmerje je pri dvojni vijačnici DNK vedno enako?

- a)  $(A + T)/(G + C)$       b)  $(A + G)/(C + T)$       c)  $C/G$   
d)  $(G + T)/(A + C)$       e)  $A/G$

16. Temperature, pri katerih se ločita obe verigi DNK, so pri različnih DNK različne:

- a) 72 °C                      b) 68 °C                      c) 83 °C  
d) 77 °C                      e) 81 °C

Razvrsti molekule od najnižje do najvišje po vsebnosti GC parov.

---

---

---

---

---



### 3 Transkripcija in translacija

17. Koliko različnim mRNK molekul lahko določa isto zaporedje aminokislin (AK): met-phe-ser-pro?



---

---

---

---

---

18. Poznamo eno verigo DNK: 3'-TACCGATGTAC-5'.

a) Napiši komplementarno DNK.

---

---

b) Napiši mRNK, ki se iz nje prepíše.

---

---

19. Pretvori naslednje segmente mRNK v njihove oligopeptidne ekvivalente:

5'-GAAAUGGCAGUUUAC-3'

---

5'-UUUUCGAGAUGUCA-3'

---

5'-AAAACCUAGAACCCA-3'

---

20. Prokariotski organizem ima mRNK molekulo:

5'-UAGUUUGAUGGCC\*UCUUGCAAAGGCCAUAGUUUAG-3'

a) Zapiši zaporedje AK, ki ga kodira ta zapis.

---

---

b) Zapiši zaporedje AK, če na mestu \* pride do mutacije delecije U.

---

---

c) Zapiši zaporedje AK, če na mestu \* pride do mutacije insercije C.

---

---

**21. Zapisani so antikodoni štirih tRNK molekul. Imenujte aminokislino, ki jo prenaša vsaka od naštetih tRNK molekul:**

a) 5'-UUU-3' \_\_\_\_\_

b) 5'-GAC-3' \_\_\_\_\_

c) 5'-UUG-3' \_\_\_\_\_

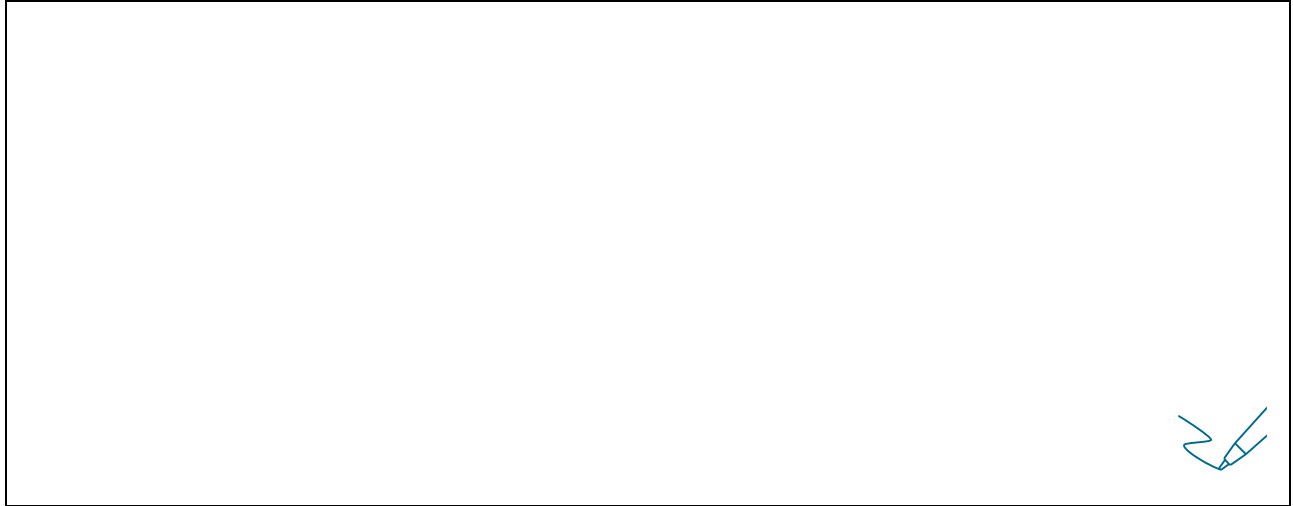
d) 5'-CAG-3' \_\_\_\_\_



22. RNK molekula ima sledeče odstotke baz: **A = 21 %**, **U = 41 %**, **C = 23 %**, **G = 15 %**.

a) Ali je ta RNK dvojna ali enojna veriga?

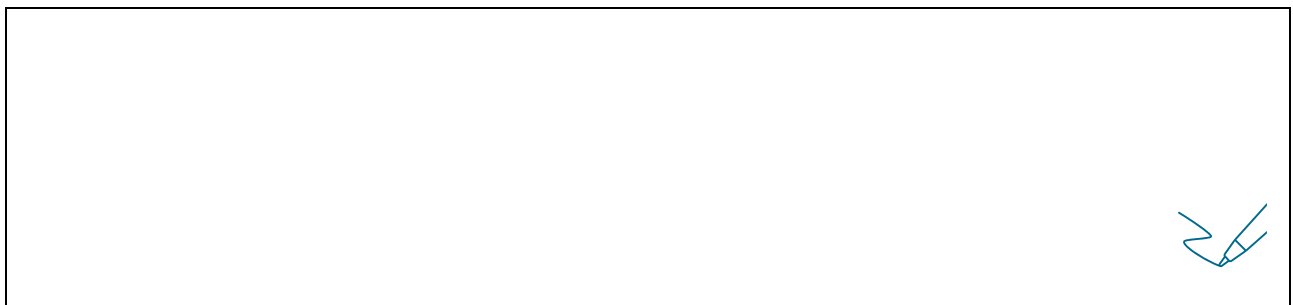
b) Kakšni so odstotki baz v template verigi DNK, kjer se nahaja gen za to DNK?



23. Nontemplate DNK ima naslednje sekvence baz:



5'- ATGATACTAAGGCC- 3'

Katere aminokisljine ta sekvenca kodira?




**24. Tripeptid sestavljajo 3 aminokislina: met-trp-his.**

Napiši vse možne sekvence na mRNK, na DNK template in na DNK nontemplate verigi, ki lahko kodirajo tak tripeptid.



25. Koliko različnih mRNK sekvenc lahko kodira polipeptidno verigo: met-leu-arg (ne pozabi na stop kodone)?



---

---

26. Antikodon na tRNK ima sekvenco 5'-GCA-3'.

a) Katero aminokislino prenaša ta tRNK?

---

b) Kaj bi se zgodilo, če bi G mutiral v U?

---

---



## 4 Križanja

27. Pri bučah belo barvo plodov določa dominanten alel  $W$ , rumeno barvo pa recesiven alel  $w$ . Dominanten alel na drugem lokusu  $S$  producira sploščene plodove, njegov recesiven alel  $s$  pa okrogle plodove. Če križamo homozigotne, belo obarvane sploščene plodove s homozigotnimi rumeno obarvanimi in okroglimi plodovi, kakšne plodove dobimo v  $F_1$ ? Če se  $F_1$  gamete razporejajo naključno, kakšno fenotipsko razmerje pričakujemo v  $F_2$  generaciji?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

28. Heterozigotni črni morski prašički (Bb) so križani s homozigotnimi recesivnimi belimi (bb). Predvidite genotipska in fenotipska razmerja, ki jih pričakujemo pri povratnem križanju črnih F<sub>1</sub> potomcev

a) s črnimi starši in

---

---

---

---

b) z belimi starši

---

---

---

---

29. Črne heterozigotne (Bb) morske prašičke križamo med seboj. Predvidite genotipska in fenotipska razmerja, ki jih pričakujemo pri povratnem križanju belih F<sub>1</sub> potomcev z enim od staršev.

---

---

---

---

---

**30. Kratko dlako pri zajcih določa dominanten alel L, dolgo dlako pa recesiven l. Črno dlako določa dominanten alel B, rjavo pa recesiven b.**

a) Križamo heterozigotne črne in kratkodlake zajce s homozigotnimi kratkodlakimi in rjavimi. Kakšna fenotipska in genotipska razmerja pričakujemo pri potomstvu?

---

---

---

b) Določi pričakovana genotipska in fenotipska razmerja pri potomcih, če križamo heterozigotne črne in kratkodlake z rjavimi kratkodlakimi heterozigoti.

---

---

---

**31. Pri človeku je pegasta koža (D) dominantna nad nepegasto (d) in kodrasti lasje (K) nad gladkimi (k). Oba gena se kombinirata neodvisno.**

a) Kakšni bodo genotipi potomcev v  $F_1$ , če je eden od staršev dominantni homozigot za oba alela, drugi pa recesiven homozigot za obe alela?

---

---

b) Navedite možne tipe gamet za oba gena v  $F_1$  in v kakšnem razmerju se pojavljajo?

---

---

---

c) Kakšne fenotipe in genotipe lahko pričakujemo pri otrocih zakona pegastega heterozigotnega moža, ki ima gladke lase, in kodrolase heterozigotne žene, ki ima nepegasto kožo? Kakšna je verjetnost za pojav posameznega fenotipa?

---

---

---

---

---

---

---

---

32. Pri breskvah homozigoten genotip  $G^oG^o$  producira ovalne žleze na listni bazi, heterozigoten genotip  $G^oG^A$  producira okrogle žleze, homozigoten genotip  $G^AG^A$  pa odsotnost žlez. Na drugem lokusu dominanten alel S povzroča kosmato kožo plodu, njegova recesivna oblika s pa gladko kožo (nektarine). Homozigotne vrste z ovalnimi žlezami in gladko kožo križamo s homozigotno vrsto brez žlez ob listni bazi in dlakavo kožo. Kakšna fenotipska in genotipska razmerja pričakujemo v  $F_2$ ?

---

---

---

---

---

---

---

---

33. Pri kokoši glavo z rožo kontrolira dominanten alel C, glavo brez rože pa recesiven alel c. Črno perje R je dominantno nad rdečim perjem r. Križamo homozigotno brez rože in črno kokoš in homozigotno z rožo in rdeče pernato ptico. Kakšna fenotipska razmerja pričakujemo po testnem križanju F<sub>2</sub> črnih ptic z rožo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

34. Pri govedu barvo dlake določa kodominanten par alelov C<sup>R</sup> in C<sup>W</sup>. Homozigoten genotip C<sup>R</sup>C<sup>R</sup> določa rjavo barvo, C<sup>W</sup>C<sup>W</sup> belo barvo in C<sup>R</sup>C<sup>W</sup> lisasto. Prisotnost rogov določa homozigoten recesiven alel p, odsotnost pa dominanten P. Če lisasto kravo heterozigotno za rogove križamo z rogatim lisastim bikom, kakšna fenotipska razmerja pričakujemo pri potomstvu?

---

---

---

---

---

---

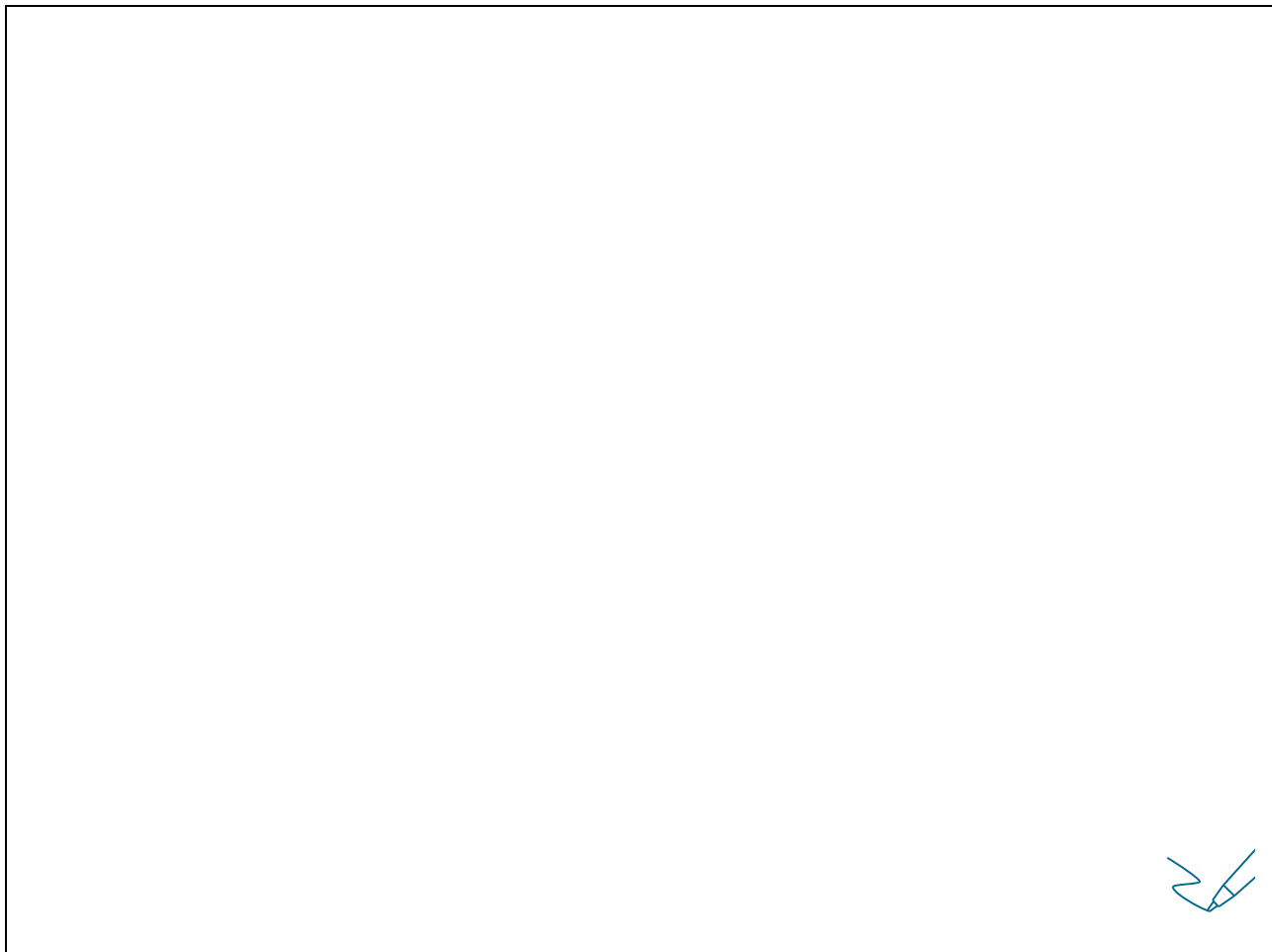
---

---

---

---

35. Otroški amaurotski idiotizem (Tay-Sachsova bolezen) je recesivna dedna abnormalnost, ki povzroča smrt v prvih letih življenja, kadar je osebek recesivni homozigot (ii). Dominanti producirajo normalne fenotipe (Ii, II). Druga lastnost, abnormalno kratki prsti (brahipalangija) menimo, da nastopi pri heterozigotni strukturi  $BB^L$ . BB producira normalne fenotipe, heterozigot  $B^L B^L$  pa je letalen. Starši so heterozigoti za Tay-Sachsovo bolezen in imajo brahipalangijo. Kakšni bodo najstniki?



---

---


---

---

---

---

36. Otroški amaurotski idiotizem je kontroliran z recesivnim alelom *i*. Juvenilni (mladostniški) amaurotski idiotizem (smrt pred 18 letom starosti) pa z alelom *j*. Zrelost doživijo le *I-J*- genotipi. Starši so heterozigoti na obeh lokusih (*IiJj*). Koliko otrok teh staršev bo umrlo preden postanejo odrasli? Koliko jih bo nosilcev *i* ali *j* in koliko obeh recesivnih alelov?



---

---

---

---

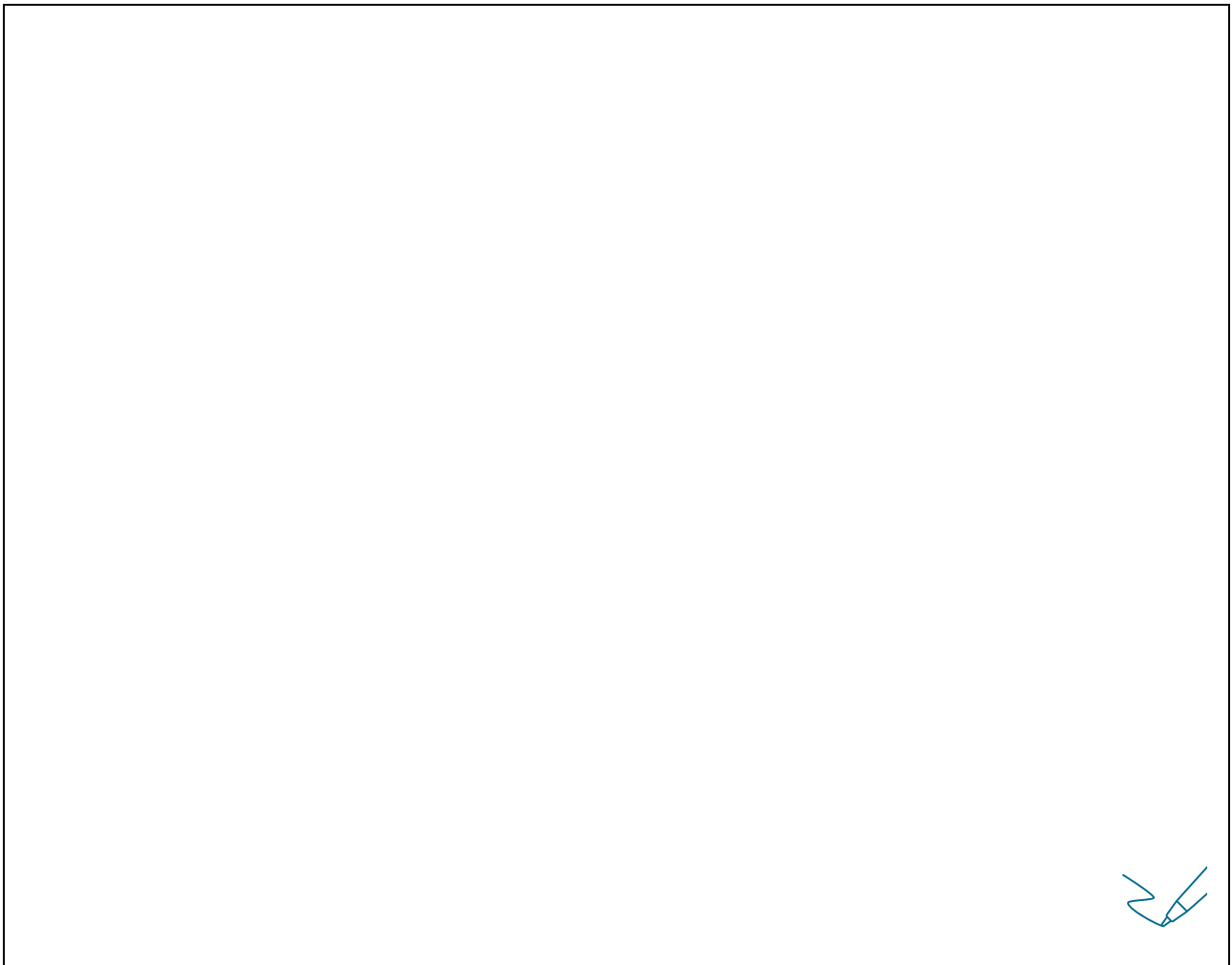
---

---

---

37. Barva stebela paradižnikovih rastlin je pod kontrolo najmanj enega para alelov: dominanten alel A povzroči nastanek antocianidnega pigmenta in nastane purpurna barvna stebela, pri recesivnem homozigotu (aa) dobimo zeleno steblo. Dominanten alel C povzroči nastanek narezljanega listnega roba, recesiven alel c pa gladek listni rob. Tretja proučevana lastnost je oblika plodnice, in sicer dominanten alel M določa dvodelno plodnico, recesiven m pa večdelno plodnico.

Križamo 2 čisti liniji: prva ima rožnato steblo, gladek listni rob in dvodelno plodnico, druga pa ima zeleno steblo, narezljan listni rob in večdelno plodnico. Kakšno razmerje fenotipov pričakujemo v  $F_2$  generaciji?



---

---

---



38. Visoke rastline paradižnika določa dominanten alel D, nizke pa recesiven d, dlakavo steblo določa alel H, gladko pa recesiven h. Dihybrid, visok in dlakav paradižnik povratno testno križamo. Pri tem dobimo F<sub>1</sub> potomstvo: 118 visokih in dlakavih, 121 nizkih in gladkih, 112 visokih in gladkih, 109 nizkih in dlakavih.


a) Ali se ti dve lastnosti dedujeta vezano?

b) Napiši genotip staršev in nariši diagram križanja.

c) Določi razmerje visokih proti nizkim rastlinam ter razmerje gladke rastline proti dlakave.



39. Pri pšenici rdečo barvo klasa kontrolira **R**, rumeno barvo klasa pa **r**. Goli klas kontrolira **N**, klas z reso pa **n**. Križamo rumeno, homozigotno golico, z rdečo homozigotno resnico. Kakšno razmerje genotipov in fenotipov dobimo v  $F_2$  generaciji?



40. Semena Mendlovih visokih rastlin (grah) so okrogla in rumena, vse te tri lastnosti se dedujejo dominantno. Recesiven genotip producira nizke rastline z nagubanimi in zelenimi semeni. Če homozigotne, visoke nagubane in rumene križamo s homozigotnimi nizkimi in okroglimi, kakšen odstotek  $F_2$  generacije pričakujemo, da bo imel genotip  $DdWWgg$ ? Kakšen odstotek  $F_2$  generacije predstavljajo visoke rastline z okroglimi in zelenimi semeni in kakšen nizke z nagubanimi in zelenimi semeni?



---

---

---

---

---

---

---

41. **Asparagus je dieična rastlina, kateri moške rastline določa dominantni alel P, ženske pa recesivni p. Včasih najdemo pri ženskih rastlinah majhne, nefunkcionalne antere (prašnice) in tudi obratno lahko imajo moške rastline nerazvite pestiče. Zelo redko se zgodi, da moška rastlina producira semena, najverjetneje s samooploditvijo.**

a) Kakšno razmerje spolov lahko pričakujemo med  $F_1$  generacijo semen na moški rastlini s samooploditvijo Pp?

---

---

---

---

b) Če moške  $F_1$  rastline iz primera a) križamo z normalnimi ženskimi rastlinami (pp), kakšno razmerje spolov dobimo?

---

---

---



## 5 Vezani geni

42. Zapiši genotipe potomstva:

a)  $AB/ab \times AB/ab$




b)  $AB/AB \times ab/ab$




c)  $Ab/Ab \times aB/aB$



d) ABD/abd × abd/abd



43. Za križanje P: GGhh × ggHH izvedite F<sub>1</sub> gamete, F<sub>1</sub> genotipe in povratno križanje F<sub>1</sub> × P<sub>2</sub> (drugi starš).



---

---

---

---

---

44. Napišite gamete genotipa ACR/acr.

---

---

---

---

---

---

45. Izvedite F<sub>1</sub>, F<sub>1</sub> gamete križanja TU/TU × tu/tu in potomstvo povratnega križanja s P<sub>2</sub>.

---

---

---


---

---

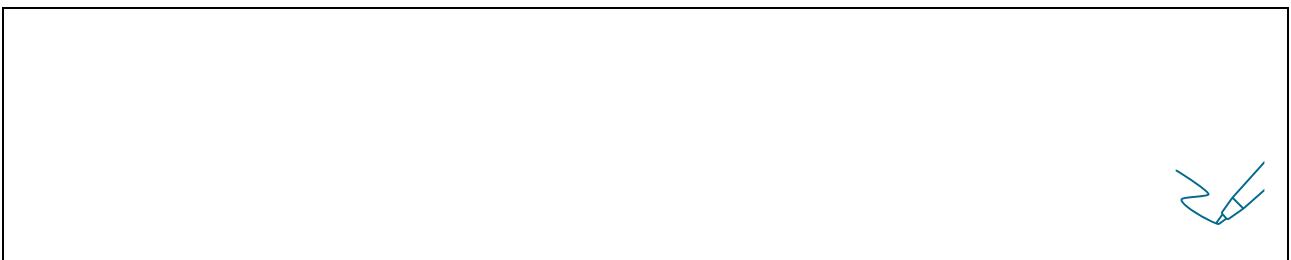
---

46. Zelena barva stebela je dominantna (F) nad rdečo bravo (f), okrogla oblika plodu je dominantna (S) nad jajčasto obliko (s). Križamo homozigotno rastlino z zelenim stebлом in jajčastim plodom (prvi starš) ter homozigotno rastlino z rdečim stebлом in okroglim plodom (drugi starš). F<sub>1</sub> generacijo povratno testno križamo. Pri tem dobimo naslednje potomce: zeleno steblo, jajčast plod (340); rdeče steblo, okrogli plod (336); rdeče steblo jajčast plod (24); zeleno steblo, okrogel plod (22). Izvedi potek križanja, ugotovi ali gre za vezano ali nevezano dedovanje in izračunaj frekvenco »crossing over (c.o.)«.

--



47. Modro srednje kodraste kokoši križamo med seboj, kakšna fenotipska razmerja pričakujemo pri potomcih?



---

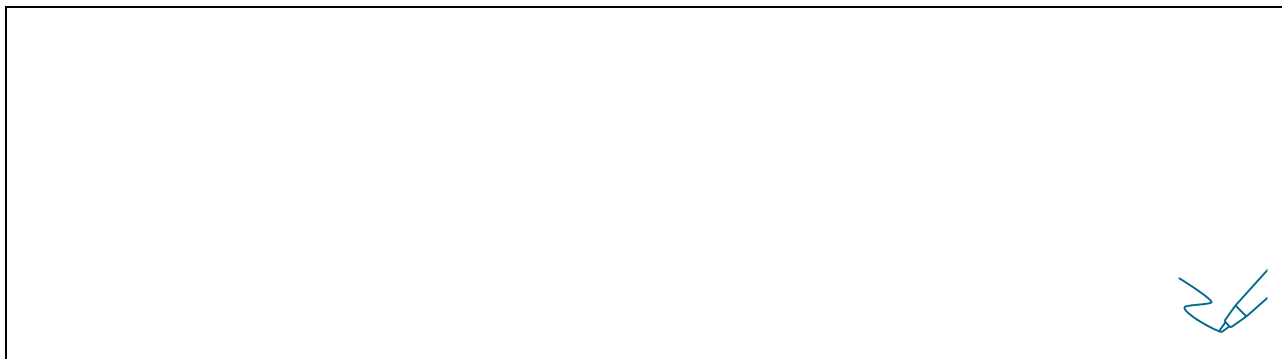
---

---

---



48. Pisano perje pri golobih je kontrolirano z dominantnim alelom C, enobarvno perje pa določa recesiven alel c. Rdeča barva je kontrolirana z dominantnim alelom B, siva pa z recesivnim alelom b. Križamo homozigotnega pisanega rdečega goloba z enobarvno sivo homozigotno ptico. Kakšne genotipe in fenotipe pričakujemo v generaciji F<sub>2</sub>?



49. Rjavi purani imajo dominanten alel R (lahko so torej dominantni homozigoti ali heterozigoti), rdeči purani so recesivni homozigoti (rr), drug dominanten alel H producira normalno perje, recesiven alel h pa nepopolno perje. Križamo homozigotne rjave purane z nepopolnim perjem in homozigotne rdeče z normalnim perjem. Kakšen delež F<sub>2</sub> potomstva bo:

a) imel genotip RrHh

b) rjavo nepopolno perje

c) genotip rrHH

---

---

č) rdeče normalno perje

---

---

d) genotip RrHh

---

---

e) rjavo normalno perje

---

---

f) genotip rrHH

---

---

g) genotip RRHh

---

---


50. Pri *Drosophila* dominanten alel G producira sivo barvo telesa, N pa normalna krila. Recesivna alela teh genov rezultirata v črni barvi telesa in zakrnelih krilih. Žuželke homozigotne za sivo telo in normalna krila križamo s črnimi žuželkami z zakrnelimi krili (homozigoti). F<sub>1</sub> potomstvo povratno testno križamo, pri tem dobimo: 236 sivih žuželk z normalnimi krili, 253 črnih žuželk z zakrnelimi krili, 50 sivih žuželk z zakrnelimi krili ter 61 črnih žuželk z normalnimi krili.

a) Ali sta gena za barvo in krila vezana ali nevezana?

---

---

b) Kakšna je frekvenca c.o.?



---

---

---

---

51. Viseči klas ječmena je kontroliran z dominantnim alelom **N**, pokončni klas pa z recesivnim **n**. Dvovrsten klas določa dominanten alel **D**, šestvrstni pa recesiven **d**. Tretja opazovana lastnost je barva zrna, in sicer črno barvo določa **B**, rumeno barvo pa **b**. Križamo starša, ki sta homozigotna na vseh treh lokusih. Prvi ima viseč, dvovrstni klas z rumenimi zrnji, drugi pa pokončen šest-vrstni klas s črnim zrnjem. Kakšna bo  $F_2$  generacija (razmerje fenotipov)?



---

---

---

---

## 6 Spolno vplivano dedovanje

52. Plešavost je spolno vplivana lastnost, kontrolirana z avtosomnimi geni. Pojavi se lahko pri obeh spolih, vendar je pri moških veliko bolj pogosta. To lastnost določa par alelov  $b^+$  in  $b$ , pri čemer  $bb$  povzroča plešavost pri moškem in ženskem spolu. Pri homozigotnem tipu  $b^+b^+$  ni plešavosti pri nobenem spolu. Pri heterozigotnem genotipu  $b^+b$  pa dobimo plešavost pri moškem, pri ženskah pa je ni. Spolni hormoni vplivajo na izražanje  $b$  alela (testosteron povzroči izražanje tega alela).

a) Križamo  $b^+b^+ \times bb$ , kakšni bodo otroci?

---

---

b) Križamo  $b^+b \times b^+b$ , kakšni bodo otroci?

---

---

---

---



## 7 Spolno vezano dedovanje

53. Kakšen je genotip normalne ženske, katere oče je hemofilik in mati albino?

$X^hX^h$  ženska, ki je hemofilik.

$X^HX^h$  ženska, ki je prenašalka.

$X^HY$  normalen moški.

$X^HX^H$  normalna ženska.

$X^hY$  moški, ki je hemofilik.

Pri albinizmu gre za mutacijo gena, ki kodira pigment sintetazni encim.

A: ni albinizma,

a: albinizem.

54. Kakšna je verjetnost, da je otrok, katerega mati je prenašalka za hemofilijo in oče zdrav, hemofilik? Kolikšen odstotek deklic bo imelo hemofilijo in kolikšen odstotek dečkov?

---

---

---

---

**55. Normalna ženska, katere oče je barvno slep, poroči barvno slepega moškega. Spolno vezan recesivni alel  $c$  producira rdeče-zeleno barvno slepoto pri ljudeh.**

a) Kakšni so možni genotipi za mamo barvno slepega moškega?

---

---

b) Kakšne so možnosti, da je prvi otrok v tem zakonu barvno slep deček?

---

---

c) Koliko deklic teh staršev je lahko barvno slepih?

---

---

č) Koliko od vseh otrok teh staršev lahko pričakujemo z normalnim vidom?

---

---

**56. Deklica je hemofilik:**

a) Kakšni so možni genotipi njenih staršev?

---

---

---



b) Predpostavimo, da je njena mati normalna, kakšne možnosti je deklica imela, da je zbolela?

---

---

---



## 8 Krvne skupine

57. Družina 1 trdi, da otrok X, ki so ga dobili v bolnišnici, ni njihov, ampak od družine 2, in da je otrok Y, ki ga ima ta družina v resnici, njihov. Družina 2 zanika to zamenjavo.

Determinacija krvnih skupin je sledeča:

Družina 1: mati AB, oče 0.

Družina 2: mati A, oče 0.

Otrok X: krvna skupina A.

Otrok Y: krvna skupina 0.

---

---

---

---

---

---

---

---

58. Mati ima krvno skupino AB, oče A. Kakšne krvne skupine lahko pričakujemo pri otrocih?

---

---

---

---

---

---

59. Svetlolaso dekle (E) je postala mati svetlolasih hčerk. Imela je dva prijatelja X in Y in ni vedela, kdo je oče. X ima svetle lase, Y pa rjave. Predvidevala je, da je oče X, in zahtevala preživnino. Determinacija krvnih skupin: X : AB, Y : B, E : A, hči: 0

---

---

---

---

---

---

60. Mati ima krvno skupino 0-, oče krvno skupino AB+, kakšne krvne skupine lahko pričakujemo pri otrocih?

---

---

---

---

## 9 Dvofaktorske interakcije

61. Barva kože psov je odvisna od aktivnosti najmanj dveh genov. Na enem lokosu dominantni epistatski inhibitor pigmenta kože (I) preprečuje ekspresijo barve alelov drugega neodvisnega lokusa in dobimo belo barvo kože. Če je inhibitorni gen recesivni homozigot (ii), se aleli hipostatičnega lokusa lahko izrazijo. Križamo bele pse heterozigotne na obeh lokusih med seboj:

- a) Določi fenotipska razmerja pričakovana na potomstvu.



---

---

---




## 10 Populacijska genetika

62. Frekvenca recesivnega genotipa  $ff$  v neki populaciji, ki je v ravnotežju, je 0,09. Kakšna je frekvenca heterozigotov  $Ff$ ?



63. V neki populaciji, ki je v ravnotežju, je frekvenca osebkov z dominantno lastnostjo  $GG + Gg = 0,19$ . Kakšna je frekvenca heterozigotov?

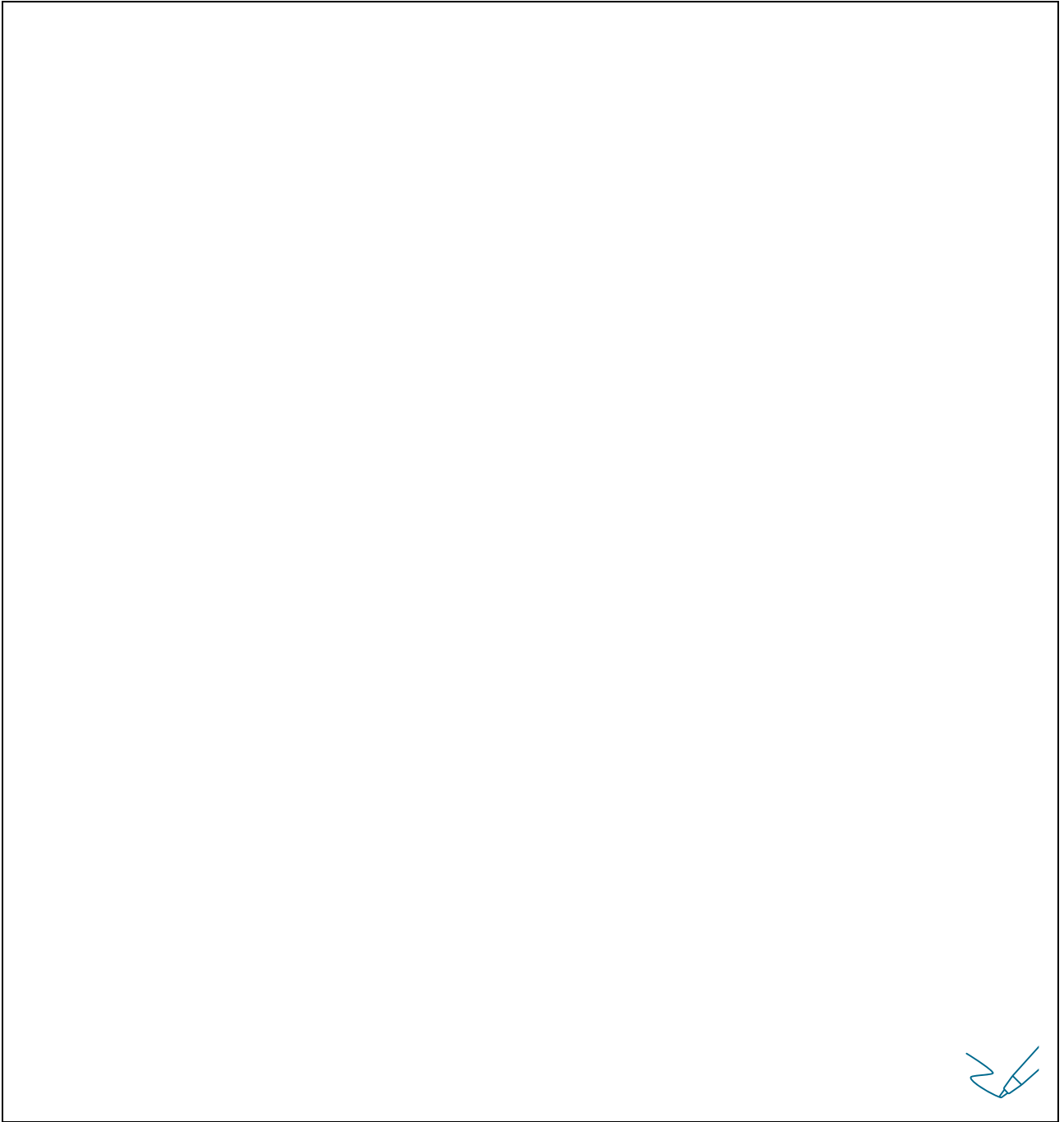


64. Kakšna je frekvenca štirikratnih heterozigotov, če so podane naslednje frekvence recesivnih genotipov:

$aa = 0,01$ ,  
 $bb = 0,04$ ,  
 $cc = 0,09$ ,  
 $dd = 0,16$ .

Populacija je velika in je v ravnotežju.





---

---

---

---

---

65. Kakšna je frekvenca dvojnega heterozigota, če je frekvenca recesivnih genotipov:

$$aa = 0,09,$$

$$bb = 0,16.$$



66. Kakšna je frekvenca genotipov dominantnih na lokusu A, heterozigotov na lokusu B in recesivnih homozigotov na lokusu C (AABbcc) v neki populaciji, ki je v ravnotežju. Podane so frekvence recesivnih genotipov:

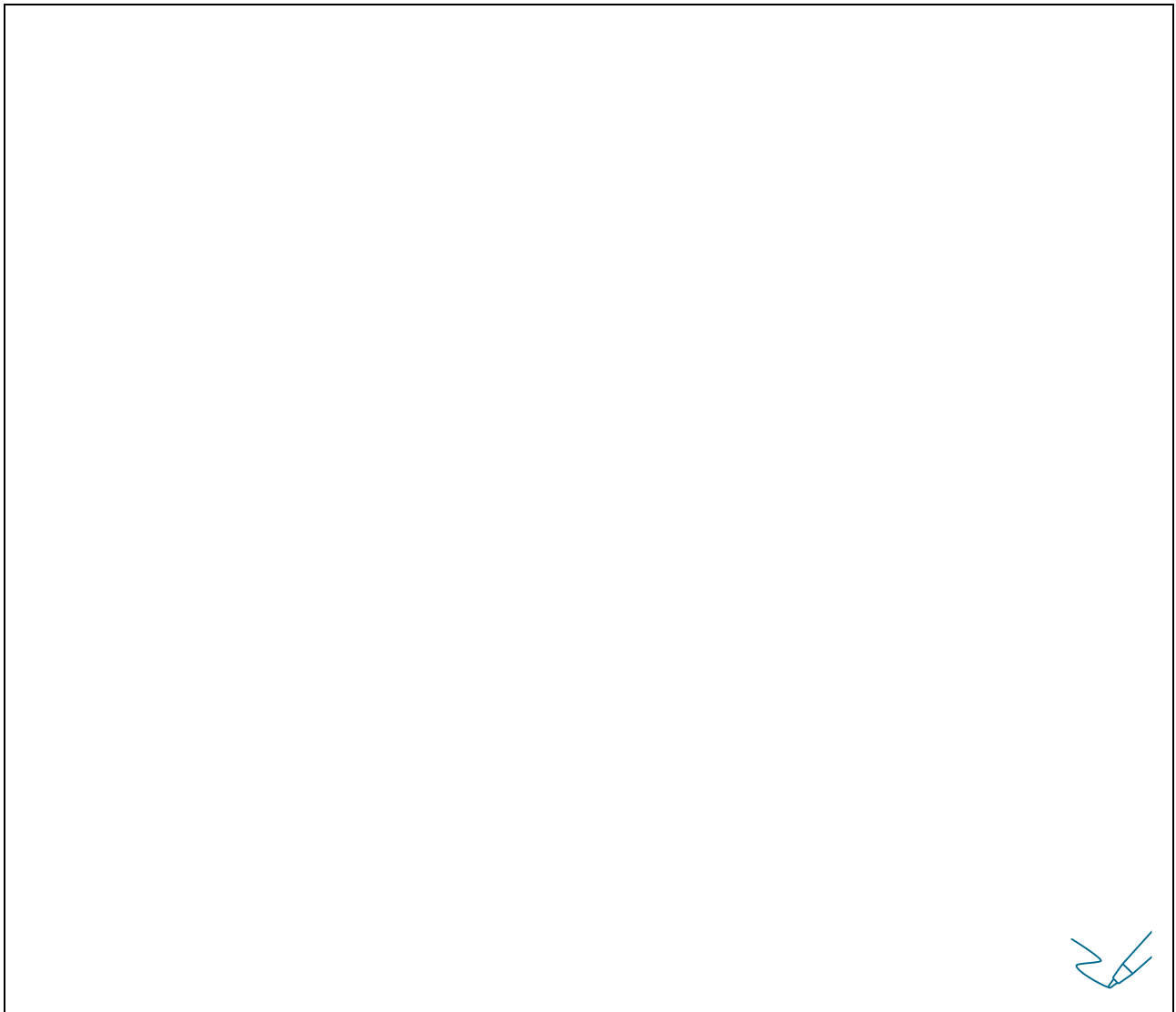
$$aa = 0,01,$$

$$bb = 0,04,$$

$$cc = 0,09.$$



67. Bela volna je odvisna od dominantnega alela B in črna od recesivnega b. Vzorec ovc zajema 791 belih in 9 črnih. Izračunajte frekvenco posameznega alela.



A large empty rectangular box for writing the solution to the problem. In the bottom right corner of this box, there is a small blue handwritten mark that looks like a stylized signature or initials.

---

---

---

---

---

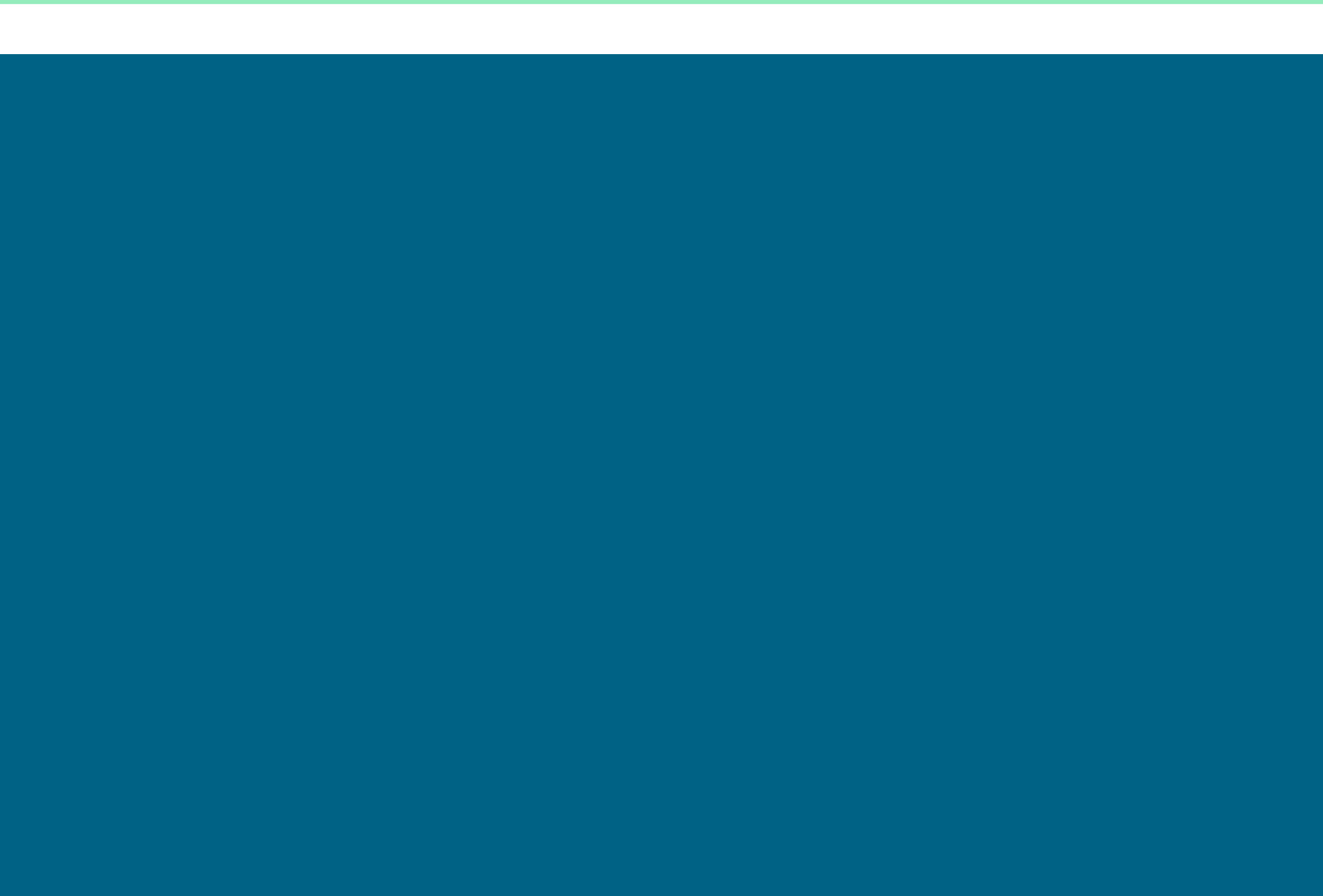
---

---

---



# REŠITVE



1. odg.: 34 %

2. odg.: A = 27 %, T = 27 %, G = 23 %, C = 23 %

3. odg.: 108 molekul

4. odg.: 80 molekul

5. odg.: 3,3

**Rešitev:** Izhajamo iz pravila, da je v eni molekuli DNK vedno  $A = T$  in  $G = C$ . Torej, kar je v eni verigi adenin (A) je v komplementarni timin (T) in kar je v eni verigi gvanin (G) je v komplementarni citozin (C). Če je v eni verigi  $(A+G)/(T+C) = 0,3$ , je v komplementarni  $(T+C)/(A+G)$ , kar je  $1/0,3$ , torej 3,3.

6. odg.: 1

7. odg.: 0,4

8. odg.: 1,43

9. odg.: 0,2

10. odg.: 2800

11. odg.: a)  $5 \times 10^{20}$  b)  $1,7 \times 10^8$  km

12. odg.: b, c, e, g, h

13. odg.: Virus I: dvojno vijačna RNK, virus II: dvojno vijačna DNK, virus III: enojna RNK, virus IV: enojna RNK

**Rešitev:** Pri virusu I vidimo, da ima enako količino citozina in gvanina, ki sta komplementarni bazi. Nukleinska kislina virusa vsebuje dušikovo organsko bazo uracil, ki je značilna za RNK molekule. Enaka je tudi količina komplementarnih baz uracila in adenina, zato sklepamo, da gre za dvojno vijačno RNK molekulo.

Pri virusu II imamo enake količine komplementarnih baz T in A in G in C. Sklepamo torej, da gre za dvojno vijačno DNK molekulo.

Pri virusu III ni enakih količin komplementarnih baz in vsebuje timin, torej gre za enojno DNK molekulo. Pri virusu IV prav tako ni enakih količin komplementarnih baz, vsebuje pa uracil, torej gre za enojno RNK molekulo.

14. odg.: 200 000

**Rešitev:** En zavoj pri B obliki DNK predstavlja dolžino 10 bp, torej na  $2 \times 10^6$  bp naredi molekula  $2 \times 10^5$  popolnih zavojev.

15. odg.: b, c, d

16. odg.: b, a, d, e, c

**Rešitev:** Gvanin in citozin sta povezana s trojno vodikovo vezjo, ki je močnejša kot dvojna vez, ki povezuje adenin in timin. Molekule, ki vsebujejo več GC parov kot AT, potrebujejo torej več energije, da se ločijo.

17. odg.: 48 molekul mRNK

**Rešitev:** Genetski kod je degeneriran, kar pomeni, da lahko posamezno aminokislino določa več različnih kodonov. Metionin dolča en kodon (AUG), fenilalanin dva možna kodona (UUU ali UUC), serin šest možnih kodonov (UCU, UCC, UCA, UCG, AGU in AGC), prolin pa štiri (CCU, CCC, CCA in CCG). Vseh možnih kombinacij je torej  $1 \times 2 \times 6 \times 4 = 48$ .

18. odg.: a) 5'-ATGGCTACATG-3'  
b) 5'-AUGGCUACAUG-3'

19. odg.: a) -glu-met-ala-val-tyr-  
b) -phe-ser-arg-cys-gln-  
c) -lys-thr-stop

**Rešitev:** Ker gre za naključne odseke mRNK molekule, začnemo prevajati od prvega kodona (prvi trije nukleotidi) naprej. Prvi kodon je torej GAA, pogledamo v genetski kod, kjer preberemo, da ta kodon določa AK glutaminska kislina; sledi kodon AUG, ki kodira metionin itd. Med aminokisljinami napišemo črtice, črtica je tudi na začetku in na koncu zapisa, saj so pred in za zapisom aminokisljine, ki jih podan segment na mRNK ni zajel. Pri c) primeru imamo segment, zajet pri koncu mRNK molekule, kar pomeni, da zajema stop kodon, kjer se sinteza peptida zaključí.

20. odg.: a) met-ala-ser-cys-lys-gly-his-ser-stop  
b) met-ala-leu-ala-lys-ala-ile-val-  
b) met-ala-leu-leu-gln-arg-pro-stop

**Rešitev:** Za razliko od naloge 19 imamo tukaj podano celotno mRNK in ne samo segment. To pomeni, da moramo začeti s prevajanjem pri začetnem kodonu (AUG), ki kodira metionin in zaključimo pri prvem stop kodonu (UAG). Pri b) primeru upoštevamo mutacijo, ki povzroči, da se na mestu zvezdice izbriše nukleotid uracil (U). Od tega mesta naprej se torej branje kodonov zamakne za eno

mesto. Namesto kodona UCU dobimo kodon CUU, ki kodira leucin. Zaradi te mutacije ni več stop kodona, kar povzroči, da se sinteza proteina ne zaključi in celica ostane brez tega proteina. Pri c) primeru se na mestu zvezdice vrine citozin, kar spet zamakne branje za eno mesto in namesto kodona UCU preberemo CUC, ki kodira leucin. Ta mutacija povzroči, da nastane povsem nov protein.

**21. odg.:** a) lizin, b) valin, c) glutamin, d) leucin

**Rešitev:** Na tRNK se nahaja antikodon, ki je komplementaren kodonu na mRNK. V a) primeru bi bil kodon 5' -AAA-3', pogledamo v genetski kod in vidimo, da kodira aminokislino lizin. Pri b), c) in d) primeru moramo biti pozorni na usmerjenost, in sicer so kodoni vedno v smeri 5' proti 3', kar pomeni da mora biti antikodon 3' proti 5'. V nalogi so antikodoni napisani 5' proti 3', kar pomeni, da jih moramo najprej »obrniti«. Pri primeru b) iz 5'-GAC-3' dobimo najprej 3'-CAG-5', kodon je torej 5'-GUC-3' (komplementaren in antiparalelen). Ta kodon določa aminokislino valin. Enako naredimo za primer c) in d).

**22. odg.:** a) enojna b) A = 41 %, T = 21 %, C = 15 %, G = 23 %

**Rešitev:** Komplementarne baze niso v enakih deležih, zato predvidevamo, da gre za enojno verigo. Če je v RNK 21 % adenina, pomeni, da bo na DNK 21 % timina. Če je v RNK 41 % uracila, pomeni, da bo na DNK 41 % adenina. Če je v RNK 23 % citozina, pomeni, da bo na DNK 23 % gvanina. Če je v RNK 15 % gvanina, pomeni, da bo na DNK 15 % citozina.

**23. odg.:** met-ile-leu-arg-pro

**Rešitev:** Najprej zapišemo template DNK, nato iz nje mRNK verigo in iz mRNK s pomočjo genetskega koda določimo aminokislino.

**24. odg.:**

mRNK 5'-AUGUGGCAU-3'  
DNK template: 3'-TACACCGTA-5'  
DNK nontemplate: 5'-ATGTGGCAT-3'

mRNK 5'-AUGUGGCAC-3'  
DNK template: 3'-TACACCGTG-5'  
DNK nontemplate: 5'-ATGTGGCAC-3'

**Rešitev:** V genetskem kodu preberemo, da je aminokislino metionin kodira en možen kodon (AUG), triptofan prav tako en kodon (UGG) in histidin 2 kodona (CAU, CAC). Iz tega lahko zapišemo dve možni mRNK molekuli. Iz vsake nato

zapišemo tudi template in nontemplate DNK (obvezno pripišemo še pravilno usmeritev molekul 5' proti 3' ali 3' proti 5').

**25. odg.:** 108 molekul

**26. odg.:** a) cistein b) sinteza bi se nadaljevala

**Rešitev:** Primer a) rešimo enako kot v 21 nalogi. Primer b), če bi G mutiral v U bi dobili tRNK molekulo, ki je komplementarna stop kodonu. Namesto da bi se sinteza zaključila, se vgradi cistein in sinteza se nadaljuje.

**27. odg.:** beli in sploščeni; 9 : 3 : 3 : 1

**28. odg.:** a) fenotipsko razmerje 3 : 1, genotipsko razmerje 2 : 1 : 1 : 1 b) fenotipsko in genotipsko razmerje 1 : 1

**29. odg.:** fenotipsko in genotipsko razmerje: 1 : 1

**30. odg.:** a) 1 : 1 : 1 : 1 genotipsko r., 1 : 1 fenotipsko r. b) 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1 genotipsko r., 3 : 3 : 1 : 1 fenotipsko razmerje

**31. odg.:** a) DdKk, b) DK, Dk, dK, dk; 1 : 1 : 1 : 1 c) DdKk, Ddkk, ddKk, ddkk; 25 %

**32. odg.:** genotipsko razmerje: 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1; fenotipsko razmerje: 6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1

**33. odg.:** 4 : 2 : 2 : 1

**34. odg.:** 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1

**35. odg.:** Devet otrok od 16 preživi, 7 jih umre. Med preživeli ima 6 brahialangijo, 3 so normalni.

**36. odg.:** Sedem osebkov umre preden postanejo odrasli, devet jih preživi. Med njimi je šest nosilcev i in šest nosilcev j ter štirje nosilci obeh recesivnih alelov i in j.

**37. odg.:** 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1

**38. odg.:** a) Da b) DdHh x ddhh c) 1 : 1, 1 : 1

**39. odg.:** 9 : 3 : 3 : 1 fenotipsko razmerje; 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1 genotipsko razmerje

**40. odg.:** 3,125 %; 14,06 %; 1,56 %

**41. odg.:** a) 3 : 1 (moški : ženska) b) 2/3 moških, 1/3 ženskih c) Pp x pp



**42. odg.:**

a) AB/AB, ab/AB, Ab/aB, aB/ab, AB/ab, ab/ab, Ab/ab, aB/ab, AB/Ab, ab/Ab, Ab/Ab, aB/Ab, aB/AB, aB/ab, aB/Ab, aB/aB

b) AB/ab

c) Ab/aB

d) ABD/abd, abd/abd, Abd/abd, aBD/abd, Abd/abd, abD/abd, AbD/abd, aBd/abd

**43. odg.:**

F1 gamete: GH, Gh, gH, gh

F1 potomstvo: GgHh

Potomci povratnega križanja: GgHH, GgHh, ggHH, ggHh.

**44. odg.:**

Parentalne gamete: ACR, acr.

Enojne c.o. gamete: Acr, aCR, Acr, acr.

Dvojne c.o. gamete: AcR, aCr.

**45. odg.:**

F<sub>1</sub>: TU/tu.

F<sub>1</sub> gamete: TU, tu, Tu, tU.

Potomstvo povratnega križanja: TU/tu, tu/tu, Tu/tu, tU/tu.

**46. odg.:** vezano dedovanje; frekvenca c.o. = 6,37 %.

**47. odg.:** 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1 fenotipsko razmerje

**48. odg.:** 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1 genotipsko razmerje; 9 : 3 : 3 : 1 fenotipsko razmerje

**49. odg.:** a) 2/16 b) 3/16 c) 1/16 č) 3/16 d) 1/4 e) 9/16 f) 1/16 g) 1/8

**50. odg.:** a) vezana b) frekvenca c.o. = 18,5 %

**51. odg.:** 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3

**52. odg.:** a) Ženska nima pleše, moški jo ima.  
b) 25 % niso plešasti, 50 % ne plešaste ženske in plešasti moški, 25 % plešasti ne glede na spol.

**53. odg.:** AaXHXh. ženska je prenašalka za obe lastnosti.

**54. odg.:** 25%; deklci 0%; dečkov 50 %.

**55. odg.:** a) X<sup>c</sup>X<sup>c</sup>, X<sup>c</sup>X<sup>c</sup>, b) 25 %, c) 50 %, č) 50 %.

**56. odg.:** a) X<sup>H</sup>X<sup>h</sup>, X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>, X<sup>h</sup>Y b) 50 % (če gledamo samo deklci).

**57. odg.:** Do zamenjave ni prišlo.

**58. odg.:** Če je oče heterozigot, so možne krvne skupine otrok: A, B, AB. Če je oče homozigot, pa krvne skupine: A, AB.

**59. odg.:** Oče je Y.

**60. odg.:** A+, A-, B+, B-

**61. odg.:** a) fenotipsko razmerje: 12 : 3 : 1 b) 1/6

**62. odg.:**

**Rešitev:**

Za populacijo, ki je v ravnotežju, velja Hardy – Weinbergov zakon ravnotežja:  $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ ;  $p + q = 1$ .

Podano imamo frekvenco recesivnega genotipa, torej  $q^2 = 0,09$ , iz tega izračunamo  $q = 0,3$ .

$p = 1 - q = 0,7$

Frekvenca heterozigotov  $2pq = 2 * 0,7 * 0,3 = 0,42$

V tej populaciji je 42 % osebkov s heterozigotno strukturo Ff.

**63. odg.:** Frekvenca heterozigotov je 0,18.

**Rešitev:**

$p^2 + 2pq = 0,19$

$q^2 = 1 - (p^2 + 2pq) = 0,81$

$2pq = 2 * 0,1 * 0,9 = 0,18$

**64. odg.:**

**Rešitev:**

Znane so vrednosti  $q^2$ , najprej izračunamo  $q$  in nato tudi  $p$ .

$q_1 = 0,1$                        $p_1 = 0,9$

$q_2 = 0,2$                        $p_2 = 0,8$

$q_3 = 0,3$                        $p_3 = 0,7$

$q_4 = 0,4$                        $p_4 = 0,6$

Frekvenca štirikratnih heterozigotov AaBbCcDd je

$2 p_1 q_1 * 2 p_2 q_2 * 2 p_3 q_3 * 2 p_4 q_4 =$

$24(p_1 q_1 * p_2 q_2 * p_3 q_3 * p_4 q_4) = 0,0116$ .

**65. odg.:** 0,2016

**66. odg.:**  $p_1^{2*2} p_2 q_2 * q_3^2 = 0,09^2 * 2 * 0,8 * 0,2 * 0,3^2 = 0,00023328$

**67. odg.:** Frekvenca dominantnega alela B je 0,8936,  
frekvenca recesivnega alela b je 0,1061.

**Rešitev:**

BB, Bb : bela, 791 osebkov;

Bb: črna, 9 osebkov;

Skupaj 800 osebkov.

$$q^2 = 9/800,$$

$$q = 0,1061,$$

$$p = 0,8939.$$

# ZBIRKA RAČUNSKIH NALOG

## IZ GENETIKE

METKA ŠIŠKO

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Hoče, Slovenija  
metka.sisko@um.si

**Povzetek** Zbirka računskih nalog iz genetike je učno gradivo, namenjeno študentom Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede in Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru pri predmetih iz genetike. V publikaciji so zbrane računske naloge iz poglavij molekulske genetike, transkripcije in translacije, zapisa gamet in potomstva pri križanjih z neodvisnimi in vezanimi geni ter naloge iz računanja frekvenc alelov in genotipov v populacijah. Nekatere naloge pri posameznem poglavju vsebujejo postopek reševanja, pri vseh nalogah pa je na koncu dodan odgovor. Naloge je avtorica zbirala več let svojega poučevanja na fakulteti in so namenjene utrjevanju snovi obravnavane pri predavanjih.

**Ključne besede:**

molekulska genetika,  
DNK,  
RNK,  
križanja,  
populacijska  
genetika



Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za kemijo  
in kemijsko tehnologijo