

Tekmovanje iz naravoslovja
Državno tekmovanje

26. januar 2019



Čas reševanja: 120 minut.

Dovoljeni pripomočki: računalno, ravnilo, kotomer, šestilo, kemični svinčnik, svinčnik, radirka.

Periodni sistem je priložen.

Naloge

Na ta list **ne** pišite odgovorov. Uporabite *ocenjevalno polo*.

Vsak rezultat mora imeti pravilno enoto in primerno število veljavnih mest.

Na ocenjevalno polo zapišite postopek reševanja, sicer se naloga oceni z nič točkami!

Konstante

$$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$c \equiv 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

$$\mu_0 \equiv 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

$$\sigma = 5,67037 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

$$R = 8,31446 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$e_0 = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$\epsilon_0 \equiv \mu_0^{-1} c^{-2} \approx 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$m_u = 1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$F = 96\,485 \text{ As mol}^{-1}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$h = 6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$k_B = 1,38065 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

ČEBELE IN MED

Žuželke imajo neprecenljivo vlogo pri opraševanju rastlin, med najpomembnejše opraševalce pa sodijo čebele, ki oprašijo kar sedmino žužkocvetnih rastlin. Njihov izdelek je pomemben prehranski dodatek in pomemben zaščitni znak Slovenije.

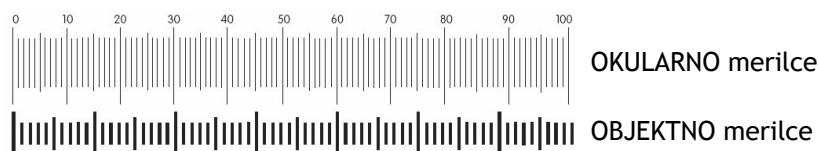
1.1 Katere izmed naštetih značilnosti opisujejo cvet, ki ga oprašujejo čebele? Obkrožite vse pravilne odgovore. (2,5 TOČKE)

- A. Cvet je dvospolen.
- B. Listi cvetnega odevala so barviti.
- C. Brazda pestiča molí iz cveta.
- D. Relativno velika površina brazde.
- E. Prašniki so skriti v cvetu.
- F. Prašnična nit in prašniki so relativno togi.
- G. Nastajanje snovi, ki imajo vonj (dišave).
- H. Pelodna zrna so drobnejša in lažja.

1.2 Po oprašitvi se zgodi oploditev. Kaj prenese moški spolni celici do embrionalne vrečke v plodnici? (1 TOČKA)

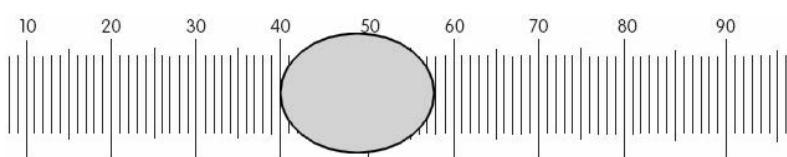
- A. Veter.
- B. Voda.
- C. Čebela.
- D. Prašnična nit.
- E. Pelodni mešiček.

2. V pogovornem jeziku imenujemo skupke pelodnih zrn cvetni prah. Pelodna zrna različnih rastlinskih vrst se med seboj razlikujejo po obliki, barvi in velikosti. Mnogi ljudje so na cvetni prah alergični. Med njimi je tudi Jan. Jan je alergičen na cvetni prah bukke. S pomočjo svetovnega spleta je ugotovil, da pelodno zrno bukke meri približno $45\ \mu\text{m}$. V šoli je želel to trditev preveriti. Za mikroskopiranje je uporabil mikroskop z okularjem, ki ima $10\times$ povečavo in tri objektivne s povečavami $4\times$, $10\times$ in $40\times$. Za določitev velikosti je uporabil okularno merilce. Okularno merilce je vgravirano v okular. Ker je okularno merilce za vsak mikroskop drugačno, ga je moral pred uporabo umeriti. Okularno merilce je umeril z objektnim merilcem. Objektno merilce je objektno stekelce, na katerem je natisnjeno 1 mm dolgo merilo, razdeljeno na 100 enakih delov z razmiki $0,01\ \text{mm}$. Po umeritvi okularnega merilca je Jan objektno merilce odstranil in se lotil dela. Spodnja shema simbolično prikazuje umerjanje okularnega merilca.



Jan je pri uporabi objektiva z $10\times$ povečavo izračunal, da je presledek na okularnem merilcu velik $10\ \mu\text{m}$.

Nato je z istim mikroskopom in objektivom s $40\times$ povečavo opazoval pelodna zrna. Skica, ki jo je pri tem opazil, je narisana spodaj.



2.1 Po opazovanju se je samo na osnovi izračunane velikosti pelodnega zrna odločil, da to pripada bukvi. Ali se strinjate z njegovo ugotovitvijo? Obkrožite odgovor in ga utemeljite z izračunom velikosti pelodnega zrna. (2,5 TOČKE)

3.1 Janez je čebelar, zato ve, da večina rastlin, ki jih oprahujejo čebele, izloča nektar. Nektar nastaja v nektarnih (medovnih) žlezah, ki so tvorbe krovnega tkiva (epidermalne tvorbe). Kaj izmed naštetega sta prav tako epidermalni tvorbi? Obkrožite pravilna odgovora. (1 TOČKA)

- A. Koreninska čepica, ki varuje rastni vršiček korenine.
- B. Žilni kambij.
- C. Medžilni kambij.
- D. Koreninski laski.
- E. Listne reže.

3.2 Nektarne žleze so na cvetovih, na primer pri lilijevkah, kamor sodi tudi tulipan, ali redkeje zunaj njih, na primer na listnih pecljih pri hruškah, jablanah. Spodnja shema prikazuje cvet predstavnice enokaličnic iz družine lilijevk, vrste *Fritillaria persica*, sorodnice našega močvirskega tulipana. Na prvi shemi je prikazan celoten cvet, na drugi shemi pa njegovi deli. Nektarne žleze so označene s puščico. Na prvi shemi celotnega cveta na ocenjevalni poli s puščicami in ustreznimi črkami natančno označite naslednje dele. (3 TOČKE)

- A. Brazda pestiča
- B. Vrat pestiča.
- C. Plodnica.
- D. Prašnična nit.
- E. Prašnica.
- F. Cvetišče.



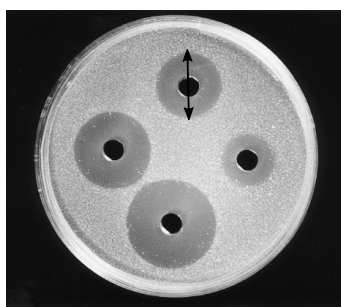
3.3 Nektar vsebuje 60–80 % vode, glukozo, fruktozo, saharozo, beljakovine, aminokisline in organske kisline, vitamina B1 in B6, dišavne snovi, encime in rastlinske hormone. V katerem rastlinskem organu in kje v tem organu nastaja glukoz, ki običajno predstavlja največji delež sladkorja v nektarju?

(1 TOČKA)

- A. V listu, v celicah povrhnjice.
- B. V listu, v celicah stebričastega tkiva.
- C. V cvetu, v celicah venčnih listov.
- D. V cvetu, v pelodnih vrečka prašnic.

Čebele zbrani nektar odnesejo v panj, kjer ga predelajo z določenimi lastnimi snovmi, ga shranijo, posušijo in pustijo dozoreti v satju. Tako nastane med, ki vsebuje do 77 % sladkorjev, od tega večino fruktoze in glukoze, vodo, anorganske ione, aminokisline, encime, hormone, organske kisline, flavonoide in protibakterijske snovi. Protibakterijsko delovanje medu pa ni zgolj posledica protibakterijskih učinkovin, temveč tudi visoke vsebnosti sladkorjev, nizkega pH (3,2–4,5), nizke vsebnost vode (14–21 %) in nizke vsebnost dušika.

Poskus 1. Dijaki so z antibiogramom ugotavljali učinkovitost protibakterijskega delovanja medu na bakterije vrste *Streptococcus mutans*, ki naseljuje človeško ustno votlino in sodeluje pri nastanku zobnih oblog in zobne gnilobe. Testirali so pet vrst medu, in sicer: cvetličnega, kostanjevega, gozdnega, akacijevega in lipovega. Vsebnost sladkorjev v vseh vrstah medu je bila 75 %. Bakterijsko kulturo so nanесли na agar in nato v agar s plutovrtom izvrtali luknje. V luknje so dali po 100 μl raztopin z različnimi koncentracijami medu, in sicer: 10 %, 12,5 %, 25 %, 50 % in 100 %. Po 24 urah so izmerili premer inhibicijskih con. Na spodnji shemi, ki simbolično prikazuje rezultate poskusa, je inhibicijska cona označena s puščico. Rezultati poskusa 1 so v preglednici 1.



Vrsta medu	Kostanjev	Cvetlični	Akacijev	Gozdni	Lipov
Širina inhibicijske cone pri 100-% koncentraciji	13,3	10,7	7,9	10,8	8,1
Širina inhibicijske cone pri 50-% koncentraciji	7,9	7,9	7,8	7,9	7,8

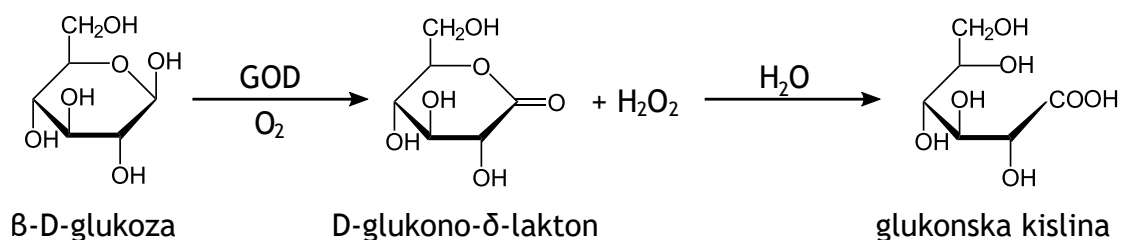
Preglednica 1: Povprečni premeri inhibicijske cone pri različnih vrstah medu (v milimetrih).

Protibakterijski učinek pomeni inhibicijska cona, ki je širša kakor 8 mm. Pri vseh ostalih koncentracijah raztopin, torej 10 %, 12,5 % ter 25 %, vidnega učinka ni bilo.

3.4 Da bi lahko dokazali, da je vzrok za protibakterijski učinek vsebnost določenih protibakterijskih snovi in ne le visok osmotski tlak medu, so v poskusu v eno izmed lukenj dodali raztopino X. Inhibicijska cona je bila v tem primeru 3,4 mm. Kaj je bila raztopina X? (1 TOČKA)

- A. Destilirana voda.
- B. Mineralna voda.
- C. 100-% raztopina sladkorja.
- D. 75-% raztopina sladkorja.

Poskus 2. Med pomembnejše encime v medu spadata glukoza oksidaza (GOD) in katalaza. Glukoza oksidaza oksidira glukozo v glukonsko kislino, pri reakciji pa nastane tudi vodikov peroksid (H_2O_2). Preko količine nastalega vodikovega peroksida lahko merimo aktivnost encima glukoza oksidaza.



3.5 Narišite Lewisove strukturne formule vode, kisika in vodikovega peroksida.

(3 TOČKE)

Encim katalaza razgrajuje vodikov peroksid v vodo in kisik. Vsebnost katalaze v medu je odvisna od količine cvetnega prahu in izvora medu. Praviloma je katalaze več v medu iz nektarja, torej je njena količina višja v cvetličnem medu kot v gozdnem. Za katalazo v medu je pH optimum med 7,5 in 8,0, medtem ko se njena aktivnost v kislem okolju bistveno zmanjša.

Vodikov peroksid je ena pomembnejših protibakterijskih učinkovin v medu. Količina vodikovega peroksida v medu je premo sorazmerna s koncentracijo encima glukoza oksidaza in obratno sorazmerna s koncentracijo encima katalaza. Preglednica 2 prikazuje rezultate poskusa 2, v katerem so s testnimi lističi ugotavljali vsebnost vodikovega peroksida v istih vzorcih 100-% medu, ki so jih uporabili v poskusu 1.

Vrsta medu	Kostanjev	Cvetlični	Akacijev	Gozdni	Lipov
Vsebnost H ₂ O ₂ v medu	80,7	55,7	30,4	70,8	37,8

Preglednica 2: Vsebnost vodikovega peroksida v medu (v μg na gram medu).

3.6 V kateri vrsti medu je glede na rezultate poskusa 2 koncentracija encima glukoza oksidaza najvišja in koncentracija encima katalaze najnižja?

(1 TOČKA)

3.7 Ali lahko samo na osnovi rezultatov poskusov 1 in 2 sklepamo, da je vzrok za različne premere inhibicijske cone *zgotj* različna količina vodikovega peroksida v posameznih vrstah medu? Obkrožite pravilni odgovor.

(1 TOČKA)

- A. Da, saj je vodikov peroksid edina protibakterijska učinkovina v medu.
- B. Ne, saj so v medu prisotne še druge protibakterijske učinkovine, ki jih raziskovalci niso analizirali.
- C. Da, saj ne glede na druge protibakterijske učinkovine v medu vodikov peroksid najučinkoviteje uničuje bakterije.
- D. Ne, saj druge protibakterijske učinkovine v medu uničujejo bakterije učinkoviteje kakor vodikov peroksid.

Poskus 3. Dijaki so ugotavljali, ali je vodikov peroksid tista snov, ki ima najmočnejši protibakterijski učinek. Uporabili so iste vzorce medu kot v poskusih 1 in 2, pri čemer so jim pred izvedbo poskusa dodali encim katalaza in vzorce dve uri pustili na sobni temperaturi. Po dveh urah so ponovno izmerili količino vodikovega peroksida in ugotovili, da v nobenem izmed vzorcev ni bilo več vodikovega peroksida. Nato so vzorce medu dodali v agar z bakterijsko kulturo. Rezultati poskusa so pokazali, da pri nobenem izmed vzorcev inhibicijska cona ni bila širša od 4 mm.

Poskus 4. Dijaki so ugotavljali, kako na aktivnost encima glukoza oksidaza v medu vplivajo različni dejavniki. Proučevali so vplive pH, svetlobe in temperature. Učinkovitost delovanja encima so merili z nastajanjem vodikovega peroksida. Njihovi zaključki so bili:

- 1. Ob izpostavljenosti svetlobi z valovnimi dolžinami med 425 in 525 nm pri pH nižjem od 6 encim ne deluje več.
- 2. Za encim je pH optimum 6,1, dobro pa deluje pri 5,5–8,0. Pri pH nižjem od 4 encim ne deluje.
- 3. Encim je najbolj aktiven, ko je vsebnosti sladkorjev med 25–30 %.
- 4. Encim zaradi toplotne denaturacije ne deluje pri temperaturah nad 60 °C.

3.8 Samo na osnovi zapisanih dejstev iz poskusov 3 in 4 ter rezultatov iz poskusov 1 in 2 označite, ali so zapisane trditve pravilne ali napačne.

(3 TOČKE)

- A. Kisel med ima močnejši protibakterijski učinek, če ga shranjujemo v temnem prostoru.
- B. Aktivnost encimov v medu se spreminja s temperaturo.
- C. Med z nižjo vsebnostjo vodikovega peroksida ima močnejši protibakterijski učinek.
- D. Med s pH nad 8 ima višjo vsebnost vodikovega peroksida kot med s pH 6.
- E. Segrevanje medu nad 70 °C okrepi njegov protibakterijski učinek.
- F. Za povišanje vsebnosti vodikovega peroksida v medu moramo med razredčiti.

Poskus 5. Dijaki so želeli izmeriti aktivnost encima glukoza oksidaza v odvisnosti od temperature. Za to so potrebovali štiri čaše, v katere so nalili po 50 ml destilirane vode. Prvo čašo so pustili pri sobni temperaturi (25 °C), drugo, tretjo in četrto pa so postavili v vodne kopeli s temperaturami 40 °C, 60 °C in 80 °C. V vsaki čaši so nato raztopili 10 g medu, tako da je bila prostornina raztopine na koncu 55 ml, in mešali 10 minut, da je encimska reakcija potekla. Po preteku časa so encimsko reakcijo prekinili (z dodatkom trikloroocetne kisline, s čimer so raztopine tudi nakisali) in počakali, da so se raztopine ohladile na sobno temperaturo. Nato so v vsaki čaši določali maso nastalega vodikovega peroksida tako, da

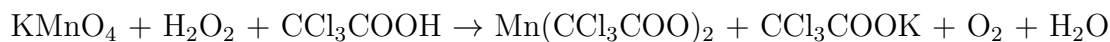
so nakisano raztopino titrirali z 0,0020 M raztopino kalijevega permanganata (KMnO_4). Preglednica 3 prikazuje porabo kalijevega permanganata.

Oznaka čaše	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Porabljen KMnO_4 (mL)
1	25	1,2
2	40	1,8
3	60	Po dodanih 10,0 mL ni prišlo do spremembe barve.
4	80	Po dodanih 10,0 mL ni prišlo do spremembe barve.

Preglednica 3: Poraba kalijevega permanganata pri titraciji.

3.9 Uredite enačbo reakcije, ki je potekala.

(2 TOČKI)



3.10 Ali za opisano titracijo potrebujemo indikator? Če da, predlagajte primerne.

(1 TOČKA)

3.11 Kakšen barvni preskok vidimo? Zapišite barvno spremembo.

(1 TOČKA)

3.12 Izračunajte maso vodikovega peroksida v vsaki čaši v poskusu 5 in prostornino nastalega kisika pri tlaku 101,32 kPa in ustrezni temperaturi. Rezultate vpišite v preglednico 4 v *ocenjevalni poli*. (5 TOČK)

JOKER: Če reakcije v nalogi 3.9 niste uredili, privzemite, da KMnO_4 in H_2O_2 reagirata v masnem razmerju 1,86 : 1, in to jasno označite.

Oznaka čaše	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Masa H_2O_2	Prostornina O_2
1	25		
2	40		
3	60		
4	80		

Preglednica 4: Vsebnost H_2O_2 in nastanek kisika v čašah.

Poskus 6. Dijaki so na spletu prebrali, da med vsebuje kar nekaj različnih kovin v obliki ionov. To so natrijevi, kalcijevi, magnezijevi, železovi, cinkovi, manganovi in bakrovi, prevladujejo pa kalijevi ioni. Zato so se odločili, da določijo vsebnost kalija v medu. Uporabili so metodo plamenske emisijske spektrometrije.

Plamenska emisijska spektrometrija je analizna metoda, uporabna za določanje alkalijskih in zemeljskoalkalijskih kovin v vzorcu. Temelji na lastnosti atomov, da ob dovajanju energije elektroni zunanjih orbital prehajajo na višje energetske nivoje. Za atomizacijo komponent vzorca in vzbujanje elektronov uporabljamo plamen. Pri vračanju elektronov v nižja (osnovna) energetska stanja se energija sprošča kot svetloba. Iz intenzitete te svetlobe lahko določimo koncentracijo kovine.

3.13 K vsaki kovini pripišite značilno barvo, s katero obarva plamen.

(4 TOČKE)

A. Na

B. K

C. Cu

D. Li

Dijaki so v 50-mL bučko zatehtali 84,00 mg medu in jo do oznake dopolnili z destilirano vodo ter dobro premešali. Za določitev koncentracije kalijevih ionov v tako pripravljeni raztopini so morali najprej narediti umeritveno krivuljo. Pripravili so raztopine z znanimi koncentracijami kalija. Masne koncentracije raztopin so znašale 1,000 $\mu\text{g/mL}$, 2,000 $\mu\text{g/mL}$, 3,000 $\mu\text{g/mL}$ in 4,000 $\mu\text{g/mL}$. Nato so za vsako raztopino izmerili intenziteto emitirane svetlobe. Rezultati meritev so podani v preglednici 5.

Masna koncentracija kalija ($\mu\text{g/mL}$)	Intenziteta emitirane svetlobe
1,000	0,234
2,000	0,470
3,000	0,700
4,000	0,937

Preglednica 5: Umeritvena krivulja za kalijeve ione.

3.14 Narišite graf intenzitete emitirane svetlobe v odvisnosti od masne koncentracije kalijevih ionov in pripadajočo umeritveno krivuljo.

(3 TOČKE)

3.15 Za vzorec medu so izmerili intenziteto emitirane svetlobe 1,120. Izračunajte maso kalija v 100 g medu. Kaj bi morali narediti, da bi lahko bili prepričani v to meritev?

(3 TOČKE)

4. Dijaki so proučevali tudi fizikalne lastnosti medu. Najprej jih je zanimalo, kako se gostota medu spreminja s temperaturo. Izvedli so naslednji poskus. V 6 merilnih valjev z maso 52,44 gramov so vlili nekaj medu. Vsakemu merilnemu valju skupaj z vzorcem medu so izmerili maso in jo zapisali v preglednico. Nato so merilne valje postavili v vodne kopeli z različnimi temperaturami in odčitali prostornino medu v posameznem merilnem valju ter te vrednosti zapisali v isto preglednico. Rezultate meritev prikazuje preglednica 6.

Temperatura (°C)	Masa merilnega valja skupaj z medom (g)	Prostornina medu (mℓ)	Gostota medu (g cm ⁻³)
20	208,43	110,0	
24	222,37	120,0	
28	190,31	97,5	
32	204,24	107,5	
36	232,24	127,5	
40	217,88	117,5	

Preglednica 6: Meritve gostote medu.

4.1 Izračunajte gostoto medu pri vsaki temperaturi in vpišite rezultate v preglednico v *ocenjevalni poli*. Rezultate podajte v enoti g cm⁻³ in jih zaokrožite na tri decimalna mesta. (2 TOČKI)

4.2 Narišite graf gostote medu v odvisnosti od temperature. V izhodišče osi postavite primerne vrednosti, da bo graf na celotnem območju. Izračunajte naklon premice na grafu. (4 TOČKE)

4.3 Zapišite enačbo, s katero lahko izračunamo gostoto medu pri poljubni temperaturi. (1 TOČKA)

4.4 Koliko bi znašala gostota medu pri temperaturi 54 °C? Pri kateri temperaturi bi bila gostota medu 1,392 g cm⁻³? Predpostavite, da se gostota medu na tem intervalu spreminja linearno. (2 TOČKI)

4.5 Izračunajte temperaturni koeficient prostorninskega raztezka, β , za med. (2 TOČKI)

5. V nadaljevanju je bila pred dijaki naloga ugotoviti, koliko znaša viskoznost medu pri sobni temperaturi (20 °C). Viskoznost je fizikalna količina, s katero označujemo odpor neke tekočine proti gibanju oziroma pretakanju, ki ga povzroča zunanja sila. Dijaki so za določanje viskoznosti naredili poskus, pri katerem so opazovali padanje jeklene kroglice v medu. Kroglica se na začetku giblje pospešeno, vendar kmalu preide v premo enakomerno gibanje. Dijaki so z digitalno videokamero merili čas premo enakomernega gibanja kroglice na razdalji 3,0 cm. Čas padanja je bil 0,36 s. Upor gibanja kroglice pri nizki hitrosti izračunamo po enačbi $F_{\text{upor}} = 6\pi R\eta v$, kjer je η viskoznost tekočine, R polmer kroglice in v hitrost padanja kroglice. Polmer kroglice je znašal 14 mm, njena gostota pa 7800 kg m⁻³. Gostoto medu ste izračunali v nalogi 4.1.

5.1 Iz rezultatov meritev in zapisanih podatkov izračunajte viskoznost medu pri 20 °C. (4 TOČKE)

6. Čebele elektromagnetno valovanje (svetlobo) zaznavajo s sestavljenim očesom. Sestavljeno oko zaznava tudi valovne dolžine, ki jih človeško oko ne more. Najvišja energija fotona, ki ga je čebelje oko še sposobno zaznati, znaša $6,62 \cdot 10^{-19}$ J.

6.1 Izračunajte, kateri valovni dolžini elektromagnetnega valovanja ustreza navedena energija fotona. Rezultat podajte v nm. (2 TOČKI)

6.2 Kako imenujemo elektromagnetno valovanje pri tej valovni dolžini? (1 TOČKA)

7. Čebelarja Janeza je zanimalo, koliko čebel je v njegovem čebelnjaku. Da bi določil njihovo število, je uporabil metodo, pri kateri v določenem delu dneva ulovimo neko število čebel, jih označimo in izpustimo nazaj v panj. Nato čez določen čas v istem delu dneva čebele ponovno ulovimo in preštujemo, koliko izmed njih je že označenih. Teoretično je razmerje med številom ponovno ujetih označenih živali in številom vseh označenih živali enako razmerju med številom vseh ponovno ujetih živali in številom vseh živali v populaciji.

7.1 Janez je ulovil 500 čebel, jih označil in spustil nazaj v panj. Čez nekaj časa je ponovno ulovil 500 čebel in ugotovil, da je izmed teh označenih 2 %. Izračunajte število čebel v Janezovem panju. (2 TOČKI)

7.2 Janez je v literaturi prebral, da vsaka čebela v svoji življenjski dobi proizvede 5 mℓ medu, kar je približno ena čajna žlička. Koliko litrskih kozarcev lahko Janez napolni z medom, ki ga proizvedejo njegove čebele? (1 TOČKA)

PRAZNA STRAN

