



ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

Tekmovanje iz naravoslovja
Državno tekmovanje

22. januar 2022



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SNEG IN LED

Navadni led plava na vodi, ker ima voda v trdnem agregatnem stanju nižjo gostoto kakor v tekočem. Pojav je pri ostalih spojinah zelo redek, zato ga imenujemo anomalija vode. Nižja gostota ledu, ki je tudi posledica močne in usmerjene vodikove vezi, je imela ključno vlogo pri razvoju življenja na Zemlji.

1.1 Gostota navadnega ledu pri 0 °C in atmosferskem tlaku znaša 917 kg m⁻³. Izračunajte, koliko molekul vode je v enem kubičnem metru ledu. (2 TOČKI)

1.2 Pri atmosferskem tlaku voda zmrzuje pri 0 °C. Z dodatkom topljencev lahko zmrzišče vode znižamo. Katera izmed naslednjih raztopin bo imela najnižje zmrzišče? Izbiro utemeljite z izračuni. Predpostavite, da se gostota vode ob dodatku topljencev zanemarljivo spremeni. (3 TOČKE)

- A. 0,8 % CsCl
- B. 0,4 % MgCl₂
- C. 0,6 % glukoza
- D. destilirana voda

1.3 Katera izmed navedenih spojin ne more tvoriti vodikove vezi? (1 TOČKA)

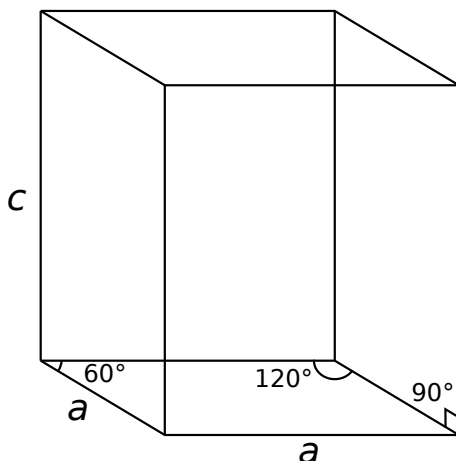
- A. NH₃
- B. HF
- C. CH₃OH
- D. CH₄

1.4 Zaradi vodikovih vezi tudi v tekoči vodi obstajajo večji skupki molekul vode. Skicirajte skupek treh molekul vode, ki so med seboj povezane z vodikovimi vezmi. (2 TOČKI)

1.5 Največ koliko vodikovih vezi lahko tvori posamezna molekula vode? (1 TOČKA)

1.6 Za pretrganje vodikove vezi med molekulama vode moramo dovesti 20 kJ mol⁻¹ energije. Navedite tri vrste kemijskih vezi, ki so še močnejše. (1 TOČKA)

1.7 Navadni led tvori molekulske kristale. Osnovna celica je pokončna štiristrana prizma, kjer je osnovna ploskev romb s kotom 120° in stranicama dolžine $0,452\text{ nm}$, z višino $0,736\text{ nm}$. Gostota ledu znaša 917 kg m^{-3} . Izračunajte, koliko molekul vode je v osnovni celici. (3 TOČKE)



2. Led pogosto uporabljamo za hlajenje alkoholnih pijač, na primer viskija. V kozarec nalijemo 30 ml viskija, v katerem sta voda in etanol v prostorninskem razmerju $1 : 1$, in mu dodamo dve kocki ledu s stranico 3 cm . Gostota etanola znaša 789 kg m^{-3} , gostota ledu pa 917 kg m^{-3} .

2.1 Koliko znaša množinska koncentracija alkohola v vodi, ko se kocki raztalita? Predpostavite, da so prostornine aditivne. (3 TOČKE)

2.2 Kaj bi se dogajalo, če bi tak kozarec (z raztaljenima kockama ledu) več ur pustili na mizi v stanovanju, v katerem živijo in dihajo ljudje? Za vsako trditev označite, ali je pravilna ali nepravilna. (4 TOČKE)

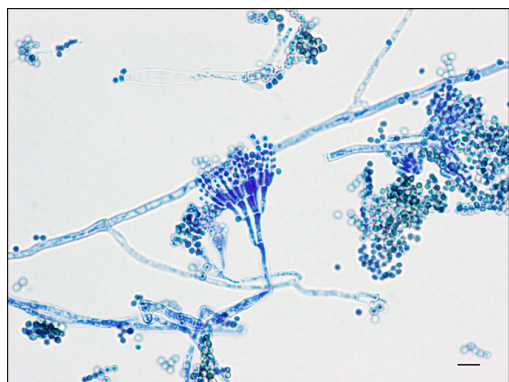
- | | |
|--|--|
| A. V kozarcu bi bilo čedalje manj alkohola. | E. V kozarcu bi pH raztopine padal. |
| B. V kozarcu bi bilo čedalje manj vode. | F. V kozarcu bi pH raztopine rasel. |
| C. V kozarcu bi koncentracija alkohola rasla. | G. Zmrzišče raztopine v kozarcu bi padalo. |
| D. V kozarcu bi koncentracija alkohola padala. | H. Zmrzišče raztopine v kozarcu bi raslo. |

3. Znanstveniki že desetletja proučujejo mikrobnne združbe v snegu in ledu. Raziskave so pokazale, da imajo predstavniki mikrobnih združb pomembno vlogo tudi pri taljenju snega in ledu.

3.1 Predstavniki mikrobnne združbe snega in ledu pripadajo vsem trem domenam. Katere so te domene? (1 TOČKA)

- A. Bakterije, arheje in evkarionti.
 B. Prokarionti, protisti in evkarionti.
 C. Prokarionti, glive, živali in rastline.
 D. Bakterije, arheje, protisti, glive, živali in evkarionti.

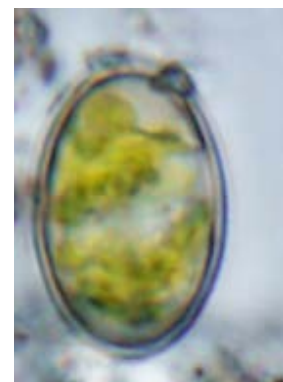
Spodnji posnetki prikazujejo nekatere organizme mikrobnne združbe snega in ledu pod mikroskopom. Velikostno razmerje med organizmi na posnetkih ne ustreza dejanskemu velikostnemu razmerju.



organizem I



organizem II



organizem III

Vsem prikazanim organizmom so pri opazovanju s svetlobnim mikroskopom določili velikost kot premer celic. Uporabili so mikroskop z 10-kratno povečavo okularja in z objektivni s 4-kratno, 15-kratno, 60-kratno in 100-kratno povečavo. Premer vidnega polja pri 150-kratni povečavi mikroskopa je znašal 1,2 mm. Organizem III je pri 600-kratni povečavi zavzel 1/20 premera vidnega polja, celice organizma II pri 1000-kratni povečavi pa 1/24 premera vidnega polja.

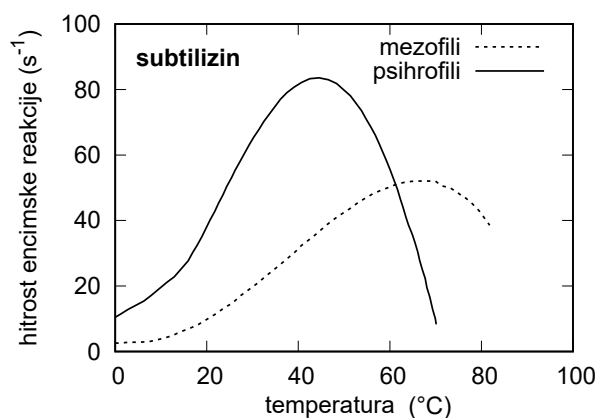
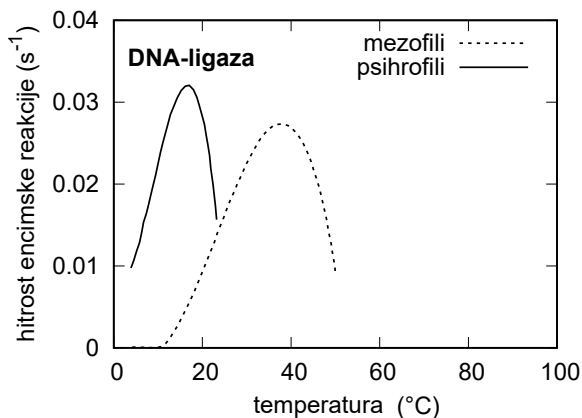
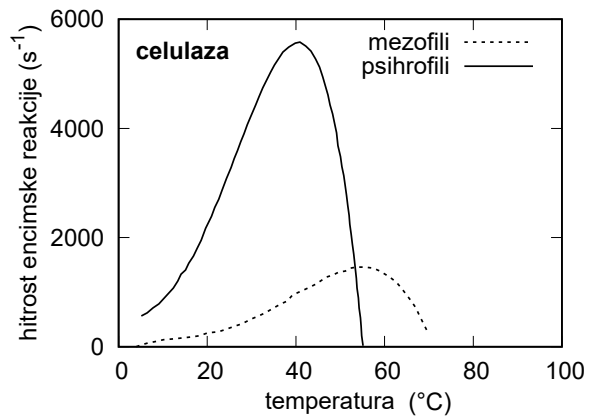
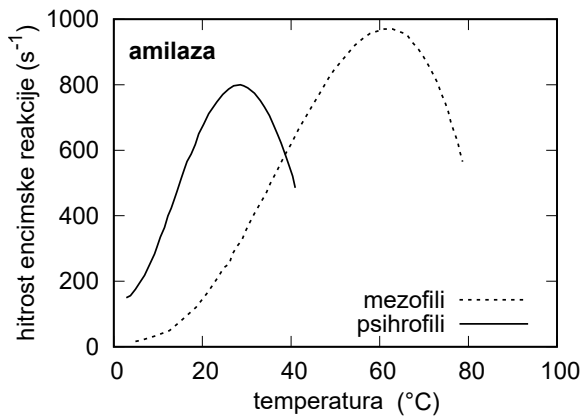
3.2 Izračunajte velikostno razmerje med celicami organizma II in organizma III. Zapišite celoten izračun. (2,5 TOČKE)

3.3 Na osnovi značilnosti organizmov, prikazanih na fotografijah, izračunanega velikostnega razmerja in značilnosti celic v preglednici 1 ugotovite, katera celica gradi organizem I, katera organizem II in katera organizem III? (1,5 TOČKE)

	Celica A	Celica B	Celica C
Celična stena	✓	✓	✓
Plazmalema	✓	✓	✓
Prisotnost klorofila	✓	✓	
Prisotnost histonskih beljakovin		✓	✓

Preglednica 1: Značilnosti celic, ki gradijo prikazane tri organizme.

3.4 Organizme, ki živijo v ekstremno mrzlih okoljih, kjer temperatura praviloma ne preseže 15 °C, imenujemo psihrofili. Spodnji grafi prikazujejo aktivnost encimov amilaze, celulaze, DNA-ligaze in proteaze (subtilizina) pri različnih psihrofilih in mezofilih (organizmih, ki najbolj živijo v okolju s temperaturami med 20 °C in 45 °C). Na osnovi prikazanih grafikov in lastnega znanja o delovanju encimov ugotovite, ali so zapisane trditve pravilne ali nepravilne. (5 TOČK)



- Količina produktov, ki nastane pri razgradnji škroba, je pri mezofilnih in psihofilnih organizmih pri 40 °C enaka.
- Molekula DNA se pri psihofilnih organizmih pri 30 °C ne podvojuje več.
- Temperaturni optimum celulaze mezofilnih organizmov je pri nižji temperaturi kot temperaturni optimum celulaze pri psihofilnih organizmih.
- Celulaza mezofilnih organizmov deluje na širšem temperaturnem območju kot celulaza psihofilnih organizmov.
- Proteaze mezofilnih organizmov delujejo pri 30 °C učinkoviteje kakor proteaze psihofilnih organizmov.

4. Sneg varuje zemljo in rastline pred globoko zmrzaljo. Stara kmečka modrost nas uči, da pšenica pod snegom dobro prezimi, škoduje pa ji mraz brez snega. Mnogi znanstveniki so zapisana dejstva dokazovali s poskusi. V enem izmed njih so uporabili po 30 semen 20 različnih vrst, skupaj 600 semen. Suha semena so najprej stehtali. Nato so prvo skupino 300 semen (skupina 1) za 13 tednov izpostavili temperaturam, izmerjenim 3 cm globoko v tleh pod tanko snežno odejo (temperature med $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), drugo skupino 300 semen (skupina 2) pa temperaturam, izmerjenim na isti globini pod debelo snežno odejo ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). S tem so semenom omogočili stratifikacijo – proces, s katerim dormantna (počivajoča) semena prekinejo dormanco in se pripravijo na kalitev. Po 13 tednih so semena za nadaljnjih 13 tednov izpostavili pogojem, ki v naravi omogočajo kalitev. Semena posamezne vrste iz vsake skupine so prenesli v petrijevke s substratom, ki so jih izpostavili različnim pogojem. V vsaki skupini je bilo 20 petrijevok s po 5 semeni iste vrste. Semena v petrijevkah A1 (skupina 1) in A2 (skupina 2) so izpostavili optimalni temperaturi za kalitev, semena v petrijevkah B1 (skupina 1) in B2 (skupina 2) temperaturam okolja, v katerem rastline živijo, semena v petrijevkah C1 (skupina 1) in C2 (skupina 2) pa temperaturam, ki bodo po napovedih podnebnih strokovnjakov v enakem okolju leta 2050. Vse temperature prikazuje preglednica 2.

	Petrijevke A		Petrijevke B		Petrijevke C	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
Število vseh petrijevok	20	20	20	20	20	20
Število semen iste vrste v petrijevki	5	5	5	5	5	5
Stratifikacija						
Temperature 1.–13. teden	-10 do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	-10 do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	-10 do $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Kalitev (inkubacija)						
Dnevne temperature 14. in 15. teden	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nočne temperature 14. in 15. teden	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$3\text{ }^{\circ}\text{C}$
Dnevne temperature 16.–19. teden	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nočne temperature 16.–19. teden	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$2\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Dnevne temperature 20.–26. teden	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Nočne temperature 20.–26. teden	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$7\text{ }^{\circ}\text{C}$

Preglednica 2: Pogoji v poskusu.

4.1 Katere trditve pravilno opisujejo procese v semenu med stratifikacijo? Obkrožite vse pravilne odgovore. (1 TOČKA)

- A. Seme začne kaliti.
- B. V kalčku potekajo intenzivne delitve.
- C. Encimi intenzivno razgrajujejo škrob na glukozo.
- D. Nizke temperature uničijo inhibitorje kalitve v semenski ovojnici.
- E. Semenska ovojnica se poškoduje, kar kasneje omogoča vstop vode.

4.2 Za koliko se bodo do leta 2050 po napovedih povišale temperature okolja, iz katerega so rastline, uporabljene v poskusu? (1 TOČKA)

4.3 Navedite dva pogoja, ki sta morala biti v času inkubacije semen enaka v vseh petrijevkah. (1 TOČKA)

V poskusu so v vseh pogojih vzkalila semena vseh vrst, a ne vsa semena iste vrste. Delež vzkaljenih semen od vseh 600 semen, uporabljenih v poskusu, in povprečni čas kalitve za vsa semena prikazuje preglednica 3.

Petrijevka	Delež vzkaljenih semen	Povprečni čas kalitve v dnevih
A1	42 %	28
A2	45 %	26
B1	39 %	40
B2	40 %	39
C1	39 %	32
C2	41 %	30

Preglednica 3: Semena po kalitvi.

4.4 Prikažite delež vzkaljenih semen za posamezne petrijevke s stolpčnim grafikonom. (2 TOČKI)

4.5 Na osnovi podatkov iz preglednic 2 in 3 ter lastnega znanja ugotovite, ali so zapisane trditve pravilne (P), nepravilne (N) ali na osnovi izvedenih poskusov nedoločljive (?). (5 TOČK)

- A. Semena imajo najkrajši čas kalitve pri optimalni temperaturi inkubacije.
- B. Debelejša snežna odeja poveča verjetnost kalitve ne glede na temperature v času inkubacije.
- C. Predviden dvig temperature bo povečal uspešnost kalitve in skrajšal čas kalitve.
- D. Debelina snežne odeje ne vpliva na povprečni čas kalitve.
- E. Semena v poskusu uporabljenih vrst najuspešneje vzkalijo v okolju, v katerem te vrste uspevajo.

5. Smučar z maso 75 kg smuča po strmini z naklonom 15° . Ker je njegova hitrost dovolj velika, je zračni upor sorazmeren s kvadratom hitrosti telesa, torej velja $F_u = \frac{1}{2}c_u S \rho v^2$, kjer je S površina prečnega preseka telesa, c_u koeficient upora in ρ gostota tekočine, skozi katero se giblje telo. V našem primeru velja $S = 0,5 \text{ m}^2$, $c_u = 0,7$ in $\rho = 1,2 \text{ kg m}^{-3}$. Koeficient trenja med smučmi in snegom je 0,02. Smučar se spusti v smuku naravnost navzdol.

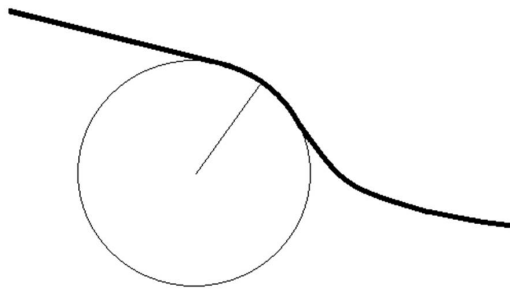
5.1 Kolikšna je sila trenja? (2 TOČKI)

5.2 Kolikšna je ravnovesna hitrost, ki jo doseže? (4 TOČKE)

5.3 Kolikšna je moč sile upora, ko smučar doseže ravnovesno hitrost? (1 TOČKA)

5.4 Smučar gre na tem klancu v zavoj. Koeficient lepenja med smučmi in podlago je 0,85. Kolikšen je najmanjši radij zavoja, da smučar ne zdrsne? (4 TOČKE)

5.5 Smučar nadaljuje smuk proti terenski prelomnici, ki ima radij 100 m. Za koliko se poveča nagib krivine glede na vodoravnico, ko smučar izgubi stik s tlemi (skoči)? Predpostavimo, da je hitrost ves čas konstantna. (4 TOČKE)



6. Na ravno streho s površino 15 m^2 je ponoči zapadel sneg. Višina snežne odeje znaša 7,0 cm, gostota pa 90 kg m^{-3} . Podnevi je ves sneg na strehi ogret do ledišča. Specifična talilna toplota ledu znaša 336 kJ kg^{-1} . Streho obravnavamo kot ploščo iz snovi s koeficientom toplotne prevodnosti $0,80 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ in debelino 25 cm. Temperatura prostora pod streho je $23 \text{ }^\circ\text{C}$. Gostota svetlobnega toka, ki vpada na streho čez dan zaradi Sonca, je 650 W m^{-2} . Odbojnost snega je 0,85. **Izračunajte, v kolikšnem času bi se stalil sneg, če upoštevate toplotni tok skozi streho in sevanje Sonca.** (5 TOČK)

ŽELIMO VAM VELIKO USPEHA.

PRAZNA STRAN

PRAZNA STRAN

