

# IJSO 2019 DOHA, QATAR

16<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad

## Teoretični test

7. december 2019

### PRAVILA TEKMOVANJA



1. V prostor, kjer poteka tekmovanje, ne smeš prinesiti nobenega osebnega predmeta razen plastenke z vodo, zdravil ali drugih odobrenih medicinskih pripomočkov.
2. Sedeti moraš na označenem mestu.
3. Preveri, ali so na mizi vse potrebščine, ki naj bi ti jih zagotovili organizatorji (kuli, kalkulator in pomožni listi).
4. Ne začni reševati, dokler ne zaslišiš signala za začetek tekmovanja.
5. Med tekmovanjem ne smeš zapuščati svojega mesta, razen v nujnem primeru. Takrat te bo spremljal prostovoljec oz. nadzorna oseba na tekmovanju.
6. Če želiš oditi na stranišče, dvigni roko.
7. Ne moti drugih tekmovalcev. Če potrebuješ pomoč, dvigni roko in počakaj na nadzorno osebo.
8. Z drugimi se ne smeš pogovarjati. Na svojem mestu moraš ostati vse do konca tekmovanja, tudi če že prej končaš s pisanjem.

Ko se tekmovanje konča, zaslišiš signal za konec. Po tem signalu ne smeš več ničesar pisati na testno polo (ali računalnik). Vse liste ustrezno označi s svojo kodo in jih zloži po vrsti ter pusti na svoji mizi. Prav tako pusti na mizi vse potrebščine (kuli, kalkulator in vse pomožne liste). Ne zapuščaj prostora, dokler ne poberejo vseh testnih pol.



## PRAVILA TEKMOVANJA

1. Po znaku za začetek tekmovanja imaš **4 ure časa** za reševanje.
2. Uporabljati smeš le kuli in svinčnik, ki so ti ju dali organizatorji.
3. Preveri svoje ime, državo in šifro na testni poli ter podpiši svojo polo z odgovori.  
Dvigni roko, če ti niso prinesli pole za odgovore.
4. V testu imaš 34 strani – vključno z naslovnico. Dvigni roko, če ti manjka kašna stran.
5. Skrbno preberi nalogo in zapiši pravilen odgovor v pripadajoči okvirček na listu za odgovore.
6. Ocenjena bo samo pola z odgovori. Za pomožne račune uporablaj pomožne liste, na polo pa zapiši le svoj končni odgovor.
7. Število točk se nanaša na en odgovor.
8. Test je sestavljen iz petih vprašanj, ki vsebujejo tri dele. Preveri, če imaš liste vseh petih vprašanj in vseh treh delov. Dvigni roko, če ti manjka kakšna stran.
9. Na straneh 4 in 5 sta periodni sistem in tabela s konstantami.
10. Vedno **zapiši potek reševanja**. Če tega ne narediš, **točk ne prejmeš**.
11. Končne rezultate zapiši z ustreznim številom števč.

**SPLOŠNE INFORMACIJE**

konstante	
Gravitacijski pospešek	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Splošna plinska konstanta	$R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
	$R = 0,08206 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
Lomni količnik zraka	$n = 1$
Avogadrova konstanta	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Hitrost svetlobe	$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Planckova konstanta	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Specifična toplota vode	$c_w = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{C})$
Tlak	$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$
Gostota vode	$1 \text{ g/mL}$

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key:																						
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">atomic number</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Symbol</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">name</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">conventional atomic weight</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">standard atomic weight</td> </tr> </table>																		atomic number	<b>Symbol</b>	name	conventional atomic weight	standard atomic weight
atomic number																						
<b>Symbol</b>																						
name																						
conventional atomic weight																						
standard atomic weight																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
1 <b>H</b> hydrogen [1.0078, 1.0082]	2 <b>He</b> helium 4.0026	3 <b>Li</b> lithium 6.94	4 <b>Be</b> beryllium 9.0122	5 <b>B</b> boron [10.806, 10.821]	6 <b>C</b> carbon 12.011	7 <b>N</b> nitrogen 14.007	8 <b>O</b> oxygen 15.999	9 <b>F</b> fluorine 18.998	10 <b>Ne</b> neon 20.180	11 <b>Na</b> sodium 22.990	12 <b>Mg</b> magnesium [24.304, 24.307]	13 <b>Al</b> aluminium 26.982	14 <b>Si</b> silicon [28.084, 28.086]	15 <b>P</b> phosphorus 30.974	16 <b>S</b> sulfur 32.06	17 <b>Cl</b> chlorine 35.45	18 <b>Ar</b> argon 39.948					
19 <b>K</b> potassium 39.098	20 <b>Ca</b> calcium 40.078(4)	21 <b>Sc</b> scandium 44.956	22 <b>Ti</b> titanium 47.867	23 <b>V</b> vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> chromium 51.996	25 <b>Mn</b> manganese 54.938	26 <b>Fe</b> iron 55.845(2)	27 <b>Co</b> cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> nickel 58.693	29 <b>Cu</b> copper 63.546(3)	30 <b>Zn</b> zinc 65.38(2)	31 <b>Ga</b> gallium 69.723	32 <b>Ge</b> germanium 72.630(8)	33 <b>As</b> arsenic 74.922	34 <b>Se</b> selenium 78.971(8)	35 <b>Br</b> bromine 79.904	36 <b>Kr</b> krypton 83.798(2)					
37 <b>Rb</b> rubidium 85.468	38 <b>Sr</b> strontium 87.62	39 <b>Y</b> yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> zirconium 91.224(2)	41 <b>Nb</b> niobium 92.906	42 <b>Mo</b> molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> technetium	44 <b>Ru</b> ruthenium 101.07(2)	45 <b>Rh</b> rhodium 102.91	46 <b>Pd</b> palladium 106.42	47 <b>Ag</b> silver 107.87	48 <b>Cd</b> cadmium 112.41	49 <b>In</b> indium 114.82	50 <b>Sn</b> tin 118.71	51 <b>Sb</b> antimony 121.76	52 <b>Te</b> tellurium 127.60(3)	53 <b>I</b> iodine 126.90	54 <b>Xe</b> xenon 131.29					
55 <b>Cs</b> caesium 132.91	56 <b>Ba</b> barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 <b>Hf</b> hafnium 178.49(2)	73 <b>Ta</b> tantalum 180.95	74 <b>W</b> tungsten 183.84	75 <b>Re</b> rhenium 186.21	76 <b>Os</b> osmium 190.23(3)	77 <b>Ir</b> iridium 192.22	78 <b>Pt</b> platinum 195.08	79 <b>Au</b> gold 196.97	80 <b>Hg</b> mercury 200.59	81 <b>Tl</b> thallium [204.38, 204.39]	82 <b>Pb</b> lead 207.2	83 <b>Bi</b> bismuth 208.98	84 <b>Po</b> polonium	85 <b>At</b> astatine	86 <b>Rn</b> radon					
87 <b>Fr</b> francium	88 <b>Ra</b> radium	89-103 actinoids	104 <b>Rf</b> rutherfordium	105 <b>Db</b> dubnium	106 <b>Sg</b> seaborgium	107 <b>Bh</b> bohrium	108 <b>Hs</b> hassium	109 <b>Mt</b> meitnerium	110 <b>Ds</b> darmstadtium	111 <b>Rg</b> roentgenium	112 <b>Cn</b> copernicium	113 <b>Nh</b> nihonium	114 <b>Fl</b> flerovium	115 <b>Mc</b> moscovium	116 <b>Lv</b> livermorium	117 <b>Ts</b> tennessine	118 <b>Og</b> oganesson					

57 <b>La</b> lanthanum 138.91	58 <b>Ce</b> cerium 140.12	59 <b>Pr</b> praseodymium 140.91	60 <b>Nd</b> neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> promethium	62 <b>Sm</b> samarium 150.36(2)	63 <b>Eu</b> europium 151.96	64 <b>Gd</b> gadolinium 157.25(3)	65 <b>Tb</b> terbium 158.93	66 <b>Dy</b> dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> holmium 164.93	68 <b>Er</b> erbium 167.26	69 <b>Tm</b> thulium 168.93	70 <b>Yb</b> ytterbium 173.05	71 <b>Lu</b> lutetium 174.97
89 <b>Ac</b> actinium 227.03	90 <b>Th</b> thorium 232.04	91 <b>Pa</b> protactinium 231.04	92 <b>U</b> uranium 238.03	93 <b>Np</b> neptunium	94 <b>Pu</b> plutonium	95 <b>Am</b> americium	96 <b>Cm</b> curium	97 <b>Bk</b> berkelium	98 <b>Cf</b> californium	99 <b>Es</b> einsteinium	100 <b>Fm</b> fermium	101 <b>Md</b> mendelevium	102 <b>No</b> nobelium	103 <b>Lr</b> lawrencium



INTERNATIONAL UNION OF  
PURE AND APPLIED CHEMISTRY



**NE OBRAČAJ** te strani,  
dokler ti ne dovolijo!

V nasprotnem primeru ti bodo odbili  
točke.

# 1. NALOGA

## 1. DEL

Katar je ena izmed najpomembnejših držav pri proizvodnji zemeljskega plina, ki nastaja iz mrtvih morskih organizmov. Če mrtvi organizmi padejo na morsko dno in jih še pred njihovim razkrojem prekrije kamniti sediment, lahko iz njih kasneje nastane zemeljski plin. To poteka tako, da se s časom nalaga vedno več sedimenta na mrtve organizme, temperatura pa počasi narašča. Če je hitrost spreminjanje temperature ravno pravšnja, iz nekaterih mrtvih organizmov sčasoma nastaneta zemeljski plin in nafta.



Tanker podjetja Qatargas LNG

<http://www.qatargas.com/english/operations/qatargas-chartered-fleet>

- Zapiši urejeno kemijsko reakcijo popolnega gorenja zemeljskega plina ( $\text{CH}_4$ ). Standardna entalpija gorenja metana je  $-802,3 \text{ kJ/mol}$ . **(0,25)**
- Koliko energije se sprosti pri gorenju metana, če sproščena toplota segreje  $60,0 \text{ mL}$  vode s  $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$  na  $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ? **(0,5)**
- Iz podatkov v spodnji tabeli izračunaj entalpijo vezi C–H. **(0,5)**

	O=O	O–O	H–O	C–O	C=O
Entalpija vezi (kJ/mol)	498	142	464	358	841



## 2. DEL

Qatargas je podjetje, ki se ukvarja s proizvodnjo energentov. Je globalno podjetje, največje v svetovnem merilu in zelo zanesljivo. Podjetje upravlja s 14 linijami za UZP (utekočinjen zemeljski plin), v katerih utekočinjajo zemeljski plin. Letna produkcija podjetja je 77 milijonov ton utekočinjenega plina.

### Postopek utekočinjanja zemeljskega plina:

Prvi korak pri utekočinjanju zemeljskega plina je ločevanje kondenzata od plina. Zemeljski plin nato teče do UZP linije, kjer v prvih fazah iz plina odstranijo žveplove spojine, ogljikov dioksid in vodo. Preostali plin ohladijo s propanom  $C_3H_8$ .

V nadaljevanju procesa ločijo težke ogljikovodike na dve frakciji, TNP (tekoči naftni plin) in rafinerijski kondenzat. V centralnem kriogenem toplotnem izmenjevalniku se plin nato ohladi na temperaturo približno  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$  in medtem utekočini. Zatem zmanjšajo tlak skoraj na nič, pri čemer temperatura pade na  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Iz UZP pred shranjevanjem v cisterne izločijo še dušik.

Osnovni namen utekočinjanja plina je zmanjšanje njegove prostornine in s tem lažji transport plina po celem svetu.

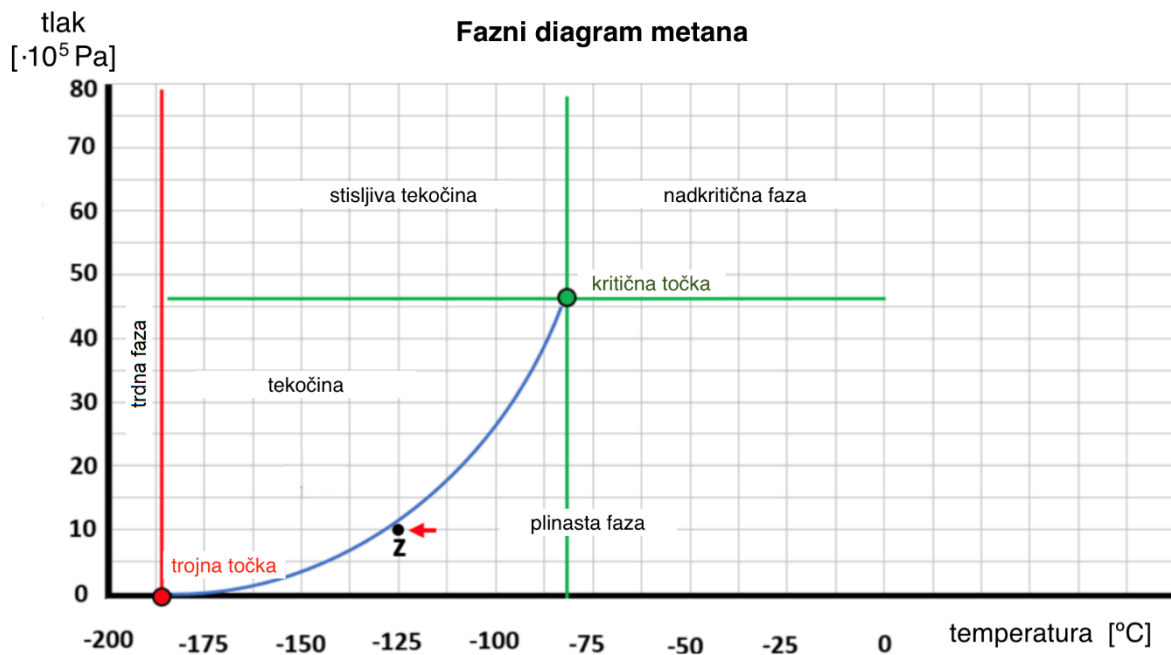
### Vprašanja v nadaljevanju se nanašajo na zmanjševanje prostornine UZP med procesom utekočinjanja.

V posodi je plin s temperaturo  $3,10 \cdot 10^2\text{ K}$  in tlakom 101 kPa.

- i. Predpostavi, da je plin idealen. Kolikšno prostornino zavzema 1,25 mola plina? Izrazi jo v enoti  $m^3$ . **(0,25)**



- ii. Posamezno molekulo plina pri vprašanju (i.) si lahko približno predstavljamo kot majhno kroglico s premerom  $2,50 \cdot 10^{-10}$  m. Kolikšen delež prostornine posode zasedajo molekule plina v njej? **(0,5)**
- iii. Upoštevaj, da je plin v posodi predvsem metan. Uporabi fazni diagram metana in izračunaj, za kolikšen delež (v %) se med ohlajanjem plina iz začetnega stanja (i) spremeni njegova prostornina do točke Z (označene s puščico) tik pred utekočinjenjem. **(0,5)**



## 3. DEL

Razkrajanje je biološki proces, ki je v naravi ključen za kroženje bioloških snovi. Hitrost razkrajanja je odvisna od treh pomembnih dejavnikov: (1) organizmov v prsti, (2) fizikalnih dejavnikov v okolju in (3) količine ter kakovosti organske snovi v prsti. Razkrojevalci razkrajajo mrtve organizme v preprostejše spojine. Spodnja vprašanja se navezujejo na proces razkrajanja.

- i. Katera od spodnjih spojin **ne** nastaja pri razkrajanju? **(0,25)**
- Ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ )
  - Mineralne snovi za rastline
  - Preprostejše organske snovi
  - Kisik ( $\text{O}_2$ )
- ii. Ekstremno visoka temperatura lahko upočasni razkrajanje zaradi: **(0,25)**
- spremenjene oblike encimov.
  - spremenjenega zaporedja aminokislin v encimih.
  - povišane aktivacijske energije encimov.
  - povečane sposobnosti encima za vezavo na substrat.
- iii. Kateri izmed naštetih dejavnikov neposredno vplivajo na razkrajanje? **Izberi tri** in na listu za odgovore označi, ali neposredno vplivajo (+) ali nimajo vpliva (0) na razkrajanje. **(0,25, če so vse tri označene izbire pravilne)**
- temperatura
  - dušik
  - voda
  - fosfat
  - kisik
  - ogljikov dioksid
  - svetloba

Dejavnik	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.
+ / 0							



- iv. Biološko pestrost v ekosistemu in količino nastajajoče biomase določata dva procesa: hitrost pretoka energije in kroženje hranil. Kateri od spodnjih organizmov je najbolj učinkovit pri obeh procesih? **(0,25)**
- Goba
  - Kamela
  - Palma
  - Insekti
- v. Biomagnifikacija je proces, pri katerem se v prehranjevalni verigi kopičijo toksične snovi in vplivajo na vse organizme v nadaljnji prehranjevalni verigi. Biomagnifikacija se običajno dogaja pri snoveh, ki: **(0,25)**
- so težko razgradljive in so topne v maščobah.
  - so težko razgradljive in so topne v vodi.
  - so lahko razgradljive in niso topne v vodi.
  - so lahko razgradljive in niso topne v maščobah.
- vi. Učenec je preučeval razkrajanje jabolka. Eno jabolko je položil v prazno stekleno posodo, drugega pa v stekleno posodo, napolnjeno z medom. Obe posodi je pustil odprti. Po enem mesecu je opazil, da se je jabolko v prazni posodi delno razkrojilo, medtem ko je jabolko v medu ostalo nespremenjeno.
- Kaj je najverjetnejši vzrok za takšen rezultat? **(0,25)**
- Visoka koncentracija sladkorja je povzročila kemijsko uničenje bakterijske celične stene.
  - V posodi je bila premajhna koncentracija hranil za rast mikroorganizmov.
  - Koncentracija kisika je padla na 0.
  - Mikroorganizmi niso mogli rasti zaradi visokega osmotskega tlaka, ki ga povzroča visoka koncentracija sladkorja v medu.

## 2. NALOGA

### 1. DEL

Kamele so kulturna dediščina Katarja in del njihove puščavske tradicije. V preteklosti drugih načinov transporta ni bilo in so ljudje potovali po Katarju le s kamelami. Beseda kamela izvira iz arabske besede *jamal*. Kamele preživijo v ekstremnih življenjskih pogojih in so biološko prilagojene na življenje v puščavi.

Arabske kamele imajo eno grbo, azijske pa dve. V grbi je shranjena maščoba tristearin z molsko maso 890 g/mol. Ko je hrane v okolju malo, dobi kamela energijo in vodo z oksidacijo maščobe, shranjene v grbi.

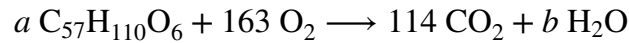


Slika: Arabske kamele na paši v puščavi (*avtorske pravice Hala Al-Easa*).

Tristearin je značilna živalska maščoba. Pri gorenju 4,45 g tristearina se sprosti 12,51 g ogljikovega dioksida in 4,98 g vode. Iz mešanice tristearina in na novo odkrite organske spojine QI, ki vsebuje le ogljik in vodik, so izolirali spojino QI in jo analizirali. Izolirali so 4,67 g vzorca plina čistega QI in majhno količino sežgali v prebitku kisika, pri čemer se je sprostito 151,2 mg CO<sub>2</sub> in 69,62 mg H<sub>2</sub>O. Pri temperaturi 25,0 °C in tlaku 1,00 atm (glej konstante) je gostota QI v plinastem stanju 4,668 g/L.

i. Določi molekulsko formulo spojine QI. **(2,0)**

- ii. Določi neznana koeficienta  $a$  in  $b$  v reakciji, ki opiše oksidacijo tristearina pri presnovi v kamelini grbi. **(0,5)**

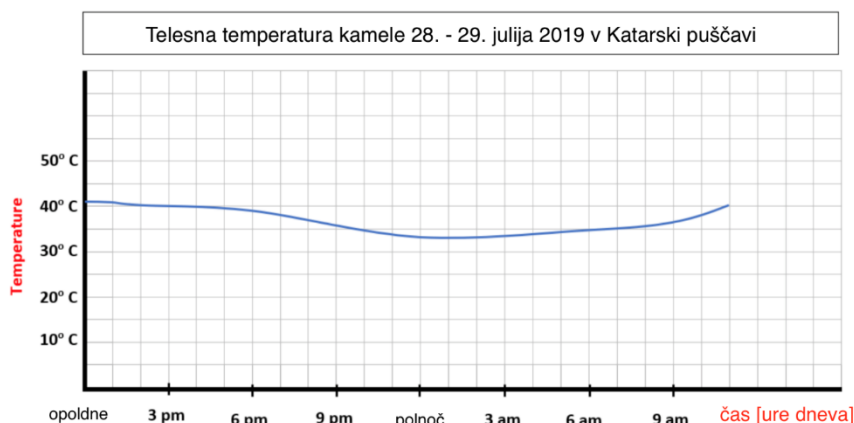


- iii. Kamele so na sušno in vroče puščavsko okolje prilagojene na različne načine. Lahko hodijo dolgo časa, ne da bi vmes pile, obenem pa lahko, ko je to mogoče, naenkrat spijejo veliko količino vode zelo hitro. Običajna kamela spije 200 litrov vode v treh minutah. Predpostavi, da je kamela v delu vročega dneva pridobila 3,8 litrov vode iz presnove tristearina. Izračunaj maso tristearina, ki ga je uporabila pri presnovi, in število molekul ATP, ki so ob tem nastale. Pri presnovi 1 mola tristearina nastane 458 molov ATP. **(1,0)**

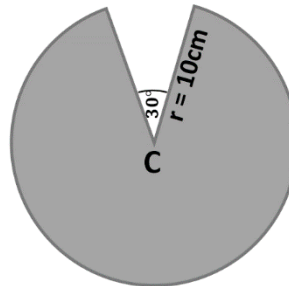
## 2. DEL

Kamele ne moti, če se njena telesna temperatura znatno spremeni. Ko se temperatura v okolju poviša, se kamela ne poti in s tem privarčuje vodo. To pomembno vpliva na njeno sposobnost preživetja z zelo malo vode.

Spodnji graf prikazuje, kako se s časom v enem tipičnem dnevu v Katarski puščavi spreminja telesna temperatura kamele.



- i. Zamisli si, da bi kamela z maso  $5,50 \cdot 10^2$  kg znižala svojo telesno temperaturo s potenjem in izhlapevanjem. Koliko litrov vode naj izhlapi s kamele opoldne, da se kamela pri tem ohladi na najnižjo dnevno temperaturo? (specifična toplota živega tkiva sesalcev je  $3,48 \cdot 10^3$  J/(kg · K); toplota, potrebna za izhlapevanje vode, pa je  $2,42 \cdot 10^6$  J/kg) **(0,5)**
- ii. Tudi struktura kamelinih tac je dobro prilagojena na življenje v puščavi. Široka kopita preprečijo vdiranje tac v rahel puščavski pesek, ker je tlak pod njimi manjši. Predstavljaš si, da je odtis enega kamelinega kopita tak, kot prikazuje slika. Kolikšen je dodatni tlak

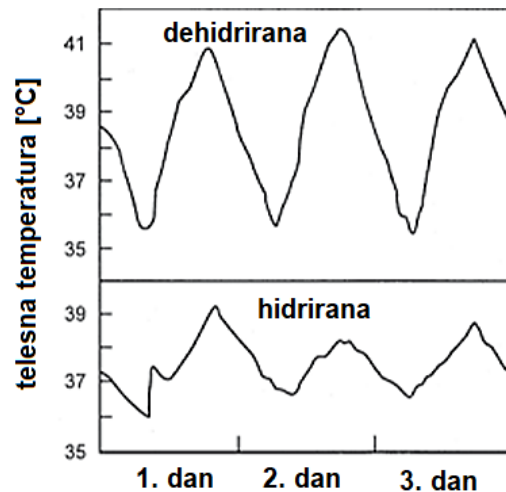


pod kameljimi kopiti zaradi kameline teže? **(0,5)**

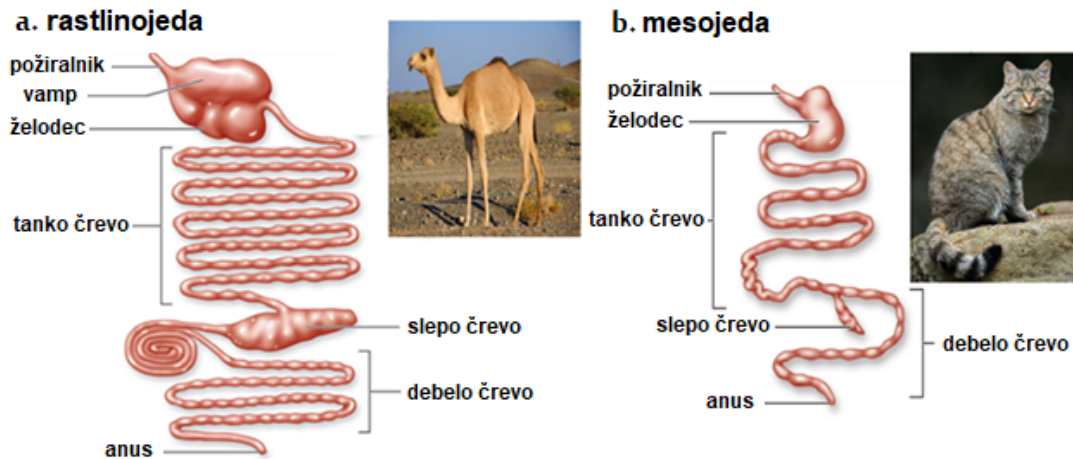
### 3. DEL

Dnevna telesna temperatura hidrirane in dehidrirane kamele se nekoliko spreminja, s čimer se prepreči izgubo vode zaradi izhlapevanja, kar je prikazano na spodnjem grafu. Mehanizem kameli omogoča, da zadrži približno 2900 kcal toplote, kar ustreza 5 litrom prihranjene vode. Toploto, ki se pri presnovi sprošča čez dan in povzroči povišanje telesne temperature kamele, kamela v okolje odda ponoči.

Spodnja grafa prikazujeta spreminjanje telesne temperature dehidrirane in hidrirane kamele. (Schmidt-Nielsen, 1997).



- i. Glede na zgornji graf presodi, v katerem stanju kamele prihaja do večjih sprememb njene telesne temperature kamele. **(0,25)**
- Hidrirana
  - Dehidrirana
- ii. Kateri so produkti razgradnje nasičenih maščob, ki se dogaja v kamelji grbi? **(0,5)**
- Maščobne kisline in glicerol
  - Voda, maščobne kisline in glukoza
  - Maščobne kisline, aminokisline in ogljikov dioksid
  - Samo voda
- iii. Poleti ima kamela svetlo dlako in dolge, vitke noge, kar ji pomaga pri: **(0,25)**
- izoliranju svojega telesa pred toploto, ki jo seva vroči pesek.
  - dolgi hoji po puščavi.
  - ohlajanju podnevi.
  - vsem izmed naštetega.



Zgornji sliki prikazujeta splošno strukturo prebavnega sistema rastlinojedih in mesojedih živali, kot sta arabska kamela in arabska divja mačka, ki živita v katarski puščavi. Arabska kamela je rastlinojeda in se lahko prehranjuje s travo in bodičastimi rastlinami. Divja mačka je mesojeda in se prehranjuje z glodavci in drugimi majhnimi sesalci ter zaradi prekomernega lova spada med ogrožene živali.

iv. Kateri organ prebavnega sistema pomaga pri shranjevanju in prebavi ostre in trde hrane?

(0,25)

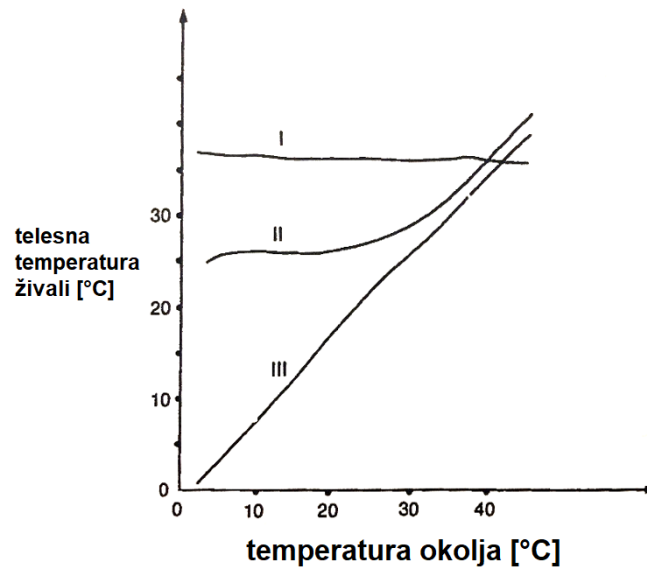
- Požiralnik
  - Vamp
  - Debelo črevo
  - Slepo črevo
- v. Slepo črevo rastlinojedih živali je večje kot slepo črevo mesojedih živali, saj jim pomaga pri:

(0,25)

- prebavi proteinov.
- shranjevanju iztrebkov.
- razgradnji celuloze.
- razgradnji maščob.



vi. Spodnji graf prikazuje rezultate eksperimenta, pri katerem so spremljali telesno temperaturo treh različnih organizmov pri višanju temperature okolja.



Katera od spodnjih trditev, glede na zgornji graf in tvoje znanje o uravnavanju telesne temperature, **NI** pravilna? **(0,5)**

- Organizem I je lahko ptič.
- Organizem II morda sopiha in/ali se poti, ko je temperatura okolja med 20 °C in 25 °C.
- Organizem II je organizem z nestalno telesno temperaturo, ko je temperatura okolja med 5 °C in 20 °C.
- Organizem III je lahko kača.

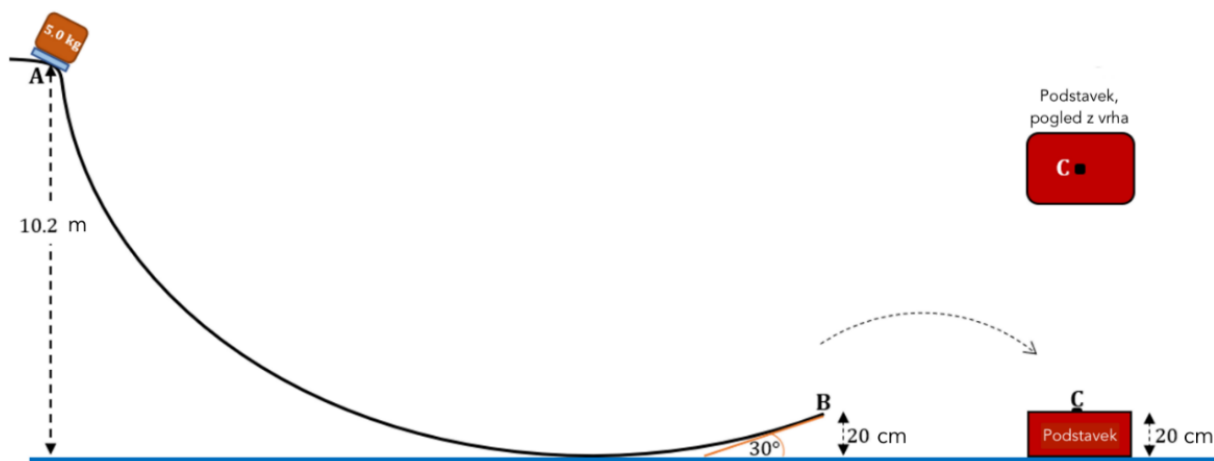
### 3. NALOGA

#### 1. DEL

Lesena kocka z maso 5,00 kg miruje v točki A. Potem zdrsne in drsi po grobi podlagi klanca (glej sliko) do točke B. Da nekoliko zmanjšamo trenje med kocko in podlago, pritrdimo na spodnjo ploskev kocke tanko plast ledu z maso 0,500 g in temperaturo  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Do točke B se led ravno stali, kocka pa poleti in pristane v točki C na podstavku, kot prikazuje slika. Predpostavi, da plast ledu ne izmenja toplote niti s kocko niti z zrakom. Zračni upor zanemari. Izračunaj:

- čas gibanja kocke od točke B do točke C, **(1,0)**
- razdaljo med točkama B in C, **(0,5)**
- največjo višino nad tlemi, ki jo med gibanjem od točke B do točke C doseže kocka. **(1,5)**

Podatki: specifična toplota ledu je  $2090\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ; toplota, potrebna za taljenje vode pri temperaturi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pa je  $3,33 \cdot 10^5\text{ J}/\text{kg}$ .





## 2. DEL

Spodnje naloge se nanašajo na kocko suhega ledu (trdni  $\text{CO}_2$ ) z maso 0,10 kg in temperaturo  $-255\text{ }^\circ\text{C}$ .

- i. Temperatura tališča suhega ledu ( $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$ ) je nižja kot temperatura tališča vode ( $0\text{ }^\circ\text{C}$ ). Katera od spodnjih trditev najboljše razloži to dejstvo? **(0,25)**
  - a. Molekule suhega ledu nimajo dipolnega momenta, zato so med njimi orientacijske medmolekulske sile.
  - b. Tako med molekulami vode kot med molekulami suhega ledu so disperzijske (van der Waalsove) medmolekulske sile, a so pri suhem ledu močnejše, zato je temperatura tališča nižja.
  - c. Molekule vode v trdnem stanju so polarne in med njimi delujejo le orientacijske medmolekulske sile.
  - d. Tako med molekulami vode kot med molekulami suhega ledu so disperzijske in orientacijske medmolekulske sile, med molekulami vode v trdnem stanju pa še vodikove vezi.
- ii. Blok ledu (mase v trdnem stanju) z maso 0,500 g smo segreli z  $-5,00\text{ }^\circ\text{C}$  na  $150\text{ }^\circ\text{C}$ . Pri tem je voda sprejela 1559 J toplote. Kolikšno je razmerje med specifično toploto ledu in specifično toploto vodne pare? **(1,0)**

Pri tem upoštevaj spodnje podatke:

toplota, potrebna za izparevanje vode =  $2,256 \cdot 10^6\text{ J/kg}$

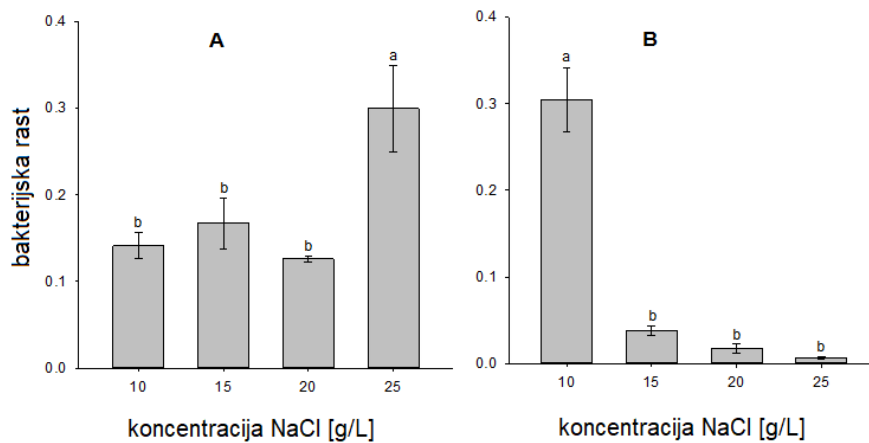
specifična toplota ledu =  $2,09 \cdot 10^3\text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$

toplota, potrebna za taljenje ledu =  $3,33 \cdot 10^5\text{ J/kg}$

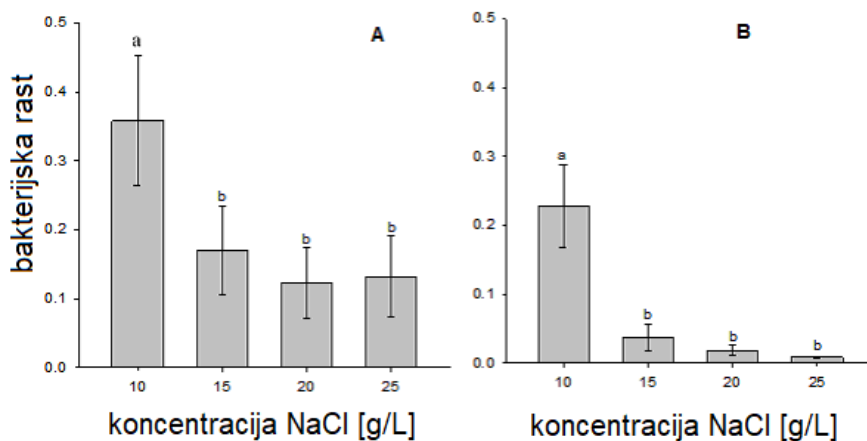
### 3. DEL

Na katarski univerzi so izvedli raziskavo, pri kateri so preučevali bioremediacijo v naravnih puščavskih pogojih. Avtorji so iz peska na katarski plaži izolirali bakterije, ki so sposobne rasti v prisotnosti živega srebra, nato pa preverili, kako dobro bakterije rastejo v prisotnosti soli. Spodaj je prikazan del rezultatov.

Spodnja grafa prikazujeta učinek slanosti (koncentracije NaCl) na rast dveh bakterijskih kultur v mediju brez (A) in mediju z 10 ppm HgCl<sub>2</sub> (B). Prikazani intervali napak na stolpcih označujejo standardno deviacijo 5 izmerjenih vzorcev. Znotraj istega grafa se med seboj statistično razlikujejo samo stolpci, označeni z različnimi črkami.



*Acinetobacter schindleri*



*Bacillus infantis*



- i. Katera je odvisna spremenljivka pri eksperimentu? **(0,5)**
- Koncentracija NaCl
  - Vrsta bakterije
  - Bakterijska rast
  - Stalni eksperimentalni pogoji
- ii. Vrsta *Acinetobacter schindleri* je glede na zgornje rezultate v odsotnosti živega srebra bolj odporna na visoko slanost ( $\geq 25$  g/L). **(0,25)**
- Pravilno
  - Napačno
- iii. Katera od spodnjih trditev je napačna glede na zgornje rezultate? **(1,0)**
- V prisotnosti živega srebra je rast vrste *A. schindleri* podobno zavrta pri koncentracijah 15, 20 in 25 g/L NaCl.
  - V odsotnosti živega srebra je rast vrste *A. schindleri* pri koncentraciji 25 g/L NaCl bistveno večja kot pri nižjih koncentracijah NaCl.
  - V splošnem sta obe vrsti rastli bolje v odsotnosti živega srebra.
  - Bakterija *B. infantis* je primernejša za bioremediacijo suhih tal, onesnaženih z živim srebrom.
- iv. Zakaj so avtorji raziskovali vpliv slanosti na rast bakterij? **(0,5)**
- Avtorji so želeli preučiti temperaturno odporne bakterije.
  - Avtorji so iskali bakterije, ki so odporne na slano okolje.
  - Avtorji so iskali bakterije, ki niso odporne na slano okolje.
  - Avtorje je zanimala bioremediacija živega srebra v puščavi.
- i in iii
  - iii in iv
  - ii in iv
  - ii in iii



- v. Avtorji so izvedli eksperimente, ker so želeli najti potencialno endemično vrsto bakterije, ki bi lahko z bioremediacijo privzela živo srebro iz onesnažene zemlje. Kaj bi morali avtorji narediti, če bi želeli preveriti uporabnost najdene bakterije in njeno preživetje na močno slanih katarskih tleh? **(0,5)**
- Izvesti eksperimente, s katerimi bi preučili preživetje bakterije pri različnih temperaturah.
  - Izvesti eksperimente, s katerimi bi preučili preživetje bakterije pri različnih vlažnostih.
  - Izvesti eksperimente, s katerimi bi preučili preživetje bakterije pri različnih kombinacijah temperature in vlažnosti.
  - Izvesti kratkotrajne in dolgotrajne eksperimente na dejanskem terenu, s katerimi bi preučili uporabnost in preživetje bakterije na katarskih tleh.
- vi. Recimo, da so znanstveniki za eno od zgoraj omenjenih bakterij ugotovili, da je prilagojena na prisotnost živega srebra v okolju. Sedaj želijo to bakterijo vzgojiti tudi v laboratoriju v drugem obogatenu gojišču. Katera je najverjetneje pravilna trditev? **(0,25)**
- Bakterije, ki bodo zrastle v laboratoriju, bodo izgubile prilagoditev in ne bodo več sposobne rasti v prisotnosti živega srebra.
  - Bakterije, ki bodo zrastle v laboratoriju, bodo ohranile prilagoditev in bile sposobne rasti v prisotnosti živega srebra.
  - Bakterije, ki bodo zrastle v laboratoriju, bodo morda izgubile prilagoditev, a bodo še zmeraj sposobne rasti v prisotnosti živega srebra.
  - Težko je predvideti, ali bodo bakterije, ki bodo zrastle v laboratoriju, sposobne rasti v prisotnosti živega srebra.



vii. V nekem jezeru, ki je onesnažen z živim srebrom, najdemo spodnjo prehranjevalno verigo: **(1,0)**

fitoplankton – zooplankton – majhna riba (vrsta X) – večja riba (vrsta Y) – največja riba (vrsta Z) – morska ptica

Tvoj prijatelj želi kupiti en kilogram svežih rib in želi pomoč pri izbiri vrste ribe, ki je najmanj toksična. Katero vrsto naj izbere?

- a. Vrsto Y
- b. Vrsto Z
- c. Vrsto X
- d. Vse vrste so enako toksične.

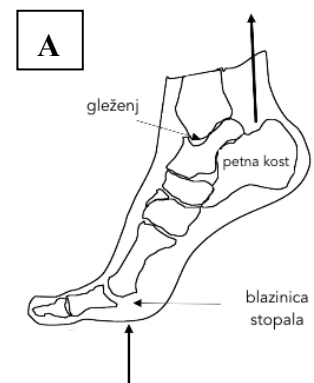
## 4. NALOGA



### 1. DEL

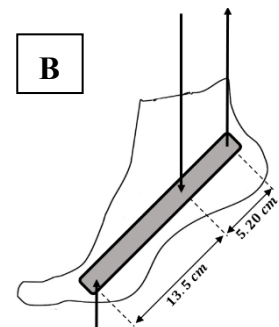
Med pripravami na Svetovno prvenstvo v nogometu leta 2022 je nek katarski nogometni klub opravil raziskavo, pri kateri so računali natezni tlak mišic v mečih (silo, ki napenja mečne mišice, na enoto površine pri prečnem preseku mišice) enega od svojih najboljših nogometašev. Najprej so zapisali nekaj anatomskih podatkov:

- masa nogometaša = 72,0 kg
- povprečni presek mečne mišice =  $23,0 \text{ cm}^2$
- razdalja med blazinico stopala in gležnjem = 13,5 cm
- razdalja med petno kostjo in gležnjem = 5,20 cm



#### i. Natezni tlak:

Nogometaš je stopil na prste in se dvignil tako visoko, kot se je največ lahko, ter lovil ravnotežje na blazinici enega stopala, kot prikazuje slika A.

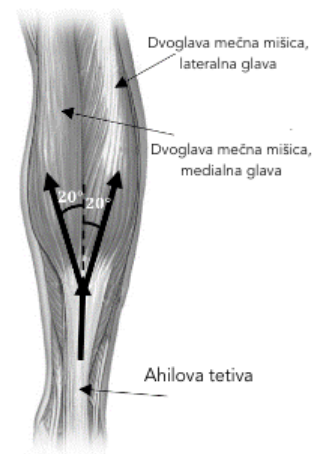


- a. Kolikšna je sila v Ahilovi tetivi nogometaša, ki stoji na blazinici stopala, če stoji samo na eni nogi? Kostni v stopalu obravnavaj kot togo telo, kot prikazuje slika B. Zanemari težo kosti v stopalu. **(1,0)**



b. Izračunaj natezni tlak v mečni mišici nogometaša, ko stoji na prstih ene noge. **(0,5)**

c. Dvoglava mečna mišica prispeva 60% k celotni sili, ki napenja Ahilovo tetivo. Vsaka od glav dvoglave mečne mišice (lateralna in medialna, glej sliko) prispevata k tej sili enako. Kolikšna je sila v posamezni glavi dvoglave mečne mišice? **(0,5)**



ii. Trdnost kosti

Pri zdravem nogometašu je mejna sila, ki jo golenica prenese, preden se poškoduje,  $36,0 \text{ N}$  na  $4,90 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$ . Slika prikazuje nogometaša A, ki namesto žoge ponesreči brcne golenico nogometaša B. Predpostavi, da je golenica pred brcno mirovala, takoj po brci pa se giblje s hitrostjo  $4,25 \text{ m/s}$ . Masa noge od kolena navzdol je  $3,20 \text{ kg}$ , čas brcne (kontakta) je  $55,0 \text{ ms}$  in površina kosti, ki je prejela udarec, je  $6,2 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$ .



Ali ostane golenica nogometaša B nepoškodovana? **(0,25)**

Predpostavi, da na golenico nogometaša B ne deluje nobena druga sila.

Na listu za odgovore izberi ( ) Da ali ( ) Ne

Napiši račune, s katerimi utemeljiš svoj odgovor. **(1,0)**

iii. Razvoj ščitnika za golenico

Mnoga športna podjetja razvijajo ščitnike za golenice nogometašev, ki med tekmami prejemajo številne ponesrečene udarce. Pri poskusu so primerjali ščitnike različnih proizvajalcev, s katerimi so zaščitili model golenice. Brce nogometašev je simulirala naprava za brcanje. Med ščitnik in model golenice so namestili detektor, s katerim so merili silo in trajanje udarca. Rezultati meritev so v tabeli.



ščitnik	trajanje udarca (ms)	sila udarca (N)	sila na detektorju (N)
proizvajalec (1)	15	1066	11,5
proizvajalec (2)	15	867	11,2
proizvajalec (3)	17	846	17,8
proizvajalec (4)	20	778	8,8
proizvajalec (5)	13	622	9,0
proizvajalec (6)	13	1096	6,6
proizvajalec (7)	17	550	32,5

Pomagaj nogometašu B izbrati najboljši ščitnik in uredi ščitnike od najboljšega do najslabšega. Boljši je tisti ščitnik, ki v enoti časa bolj zmanjša silo (jo 'absorbira'). **(0,5)**



## 2. DEL

Doping v športu je zloraba prepovedanih učinkovin, ki povečajo sposobnosti športnikov. Seznam teh učinkovin je dolg in vključuje poživila, anabolne steroide, aminokislino in še kaj. Športnike testirajo na prepovedane učinkovine tako, da analizirajo njihov urin ali kri. Za testiranje uporabljajo različne metode.

- i. Ena izmed metod testiranja vključuje uporabo ionsko-selektivnih elektrod (ISE). Kot pove ime metode, so te elektrode selektivno občutljive na določene vrste ionov. Metamfetamin (MA) je poživilo, ki deluje na centralni živčni sistem in je najbolj zlorabljen učinkovina na svetu. Za potencial elektrode, ionsko selektivne na ion  $MA^+$ , velja enačba

$$E = \textit{konstanta} + 0,059 \cdot \log[MA^+]$$

(kjer potencial merimo v Voltih). Ko je elektroda potopljena v 0,100 mM raztopino  $MA^+$ , je potencial elektrode  $-0,430$  V. Kolikšna je koncentracija  $[MA^+]$ , če je potencial  $E = -0,300$  V? **(0,5)**



### 3. DEL

Športniki so navajeni, da lahko med športno aktivnostjo pride do mišične utrujenosti, pri kateri mišica postane oslabela in ni več sposobna zagotavljati potrebne sile. Obstajata dva glavna vzroka za mišično utrujenost:

(1) živčni vzrok – motorični živci niso sposobni proizvajati zadostnega signala za vzdraženje mišice in

(2) metabolični vzrok (pogostejši) – utrujeno mišično vlakno se ni več sposobno krčiti.

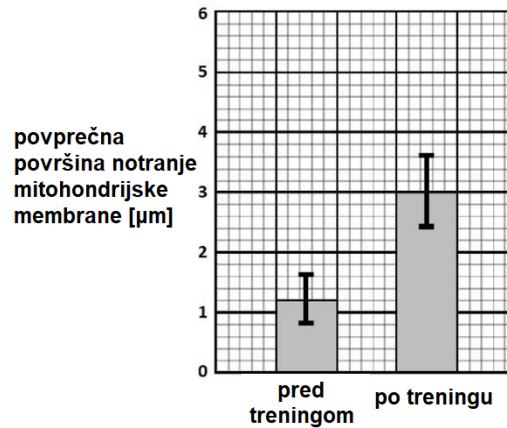
i. Kateri je/so najpomembnejši vzrok(i) za metabolično mišično utrujenost? Izberi enega izmed spodnjih odgovorov. **(0,25)**

- a. Zaradi pogostega krčenja mišici zmanjka kisika, zato prične z anaerobnim dihanjem.
- b. Zmanjša se dotok krvi v mišico.
- c. Ekstremni vremenski pogoji.
- d. Pravilna sta odgovora a. in b.

ii. Histološki pregled mišičnega tkiva lahko pove, ali je oseba maratonec. Lastnost tkiva ali celic, ki se pri maratoncu najbolj razlikuje od nešportne osebe, je: **(0,25)**

- a. barva mišičnih celic
- b. število mitohondrijev v mišični celici
- c. število zrnatega endoplazemskega retikuluma v mišični celici
- d. velikost mišične celice

- iii. Spodnji graf prikazuje rezultate eksperimenta, s katerim so izmerili povprečno površino notranje mitohondrijske membrane v več vzorcih mišičnih celic pri nogometaših. Meritev so izvedli pred treningom in po njem. Pozorno si oglej graf in odgovori na vprašanje.



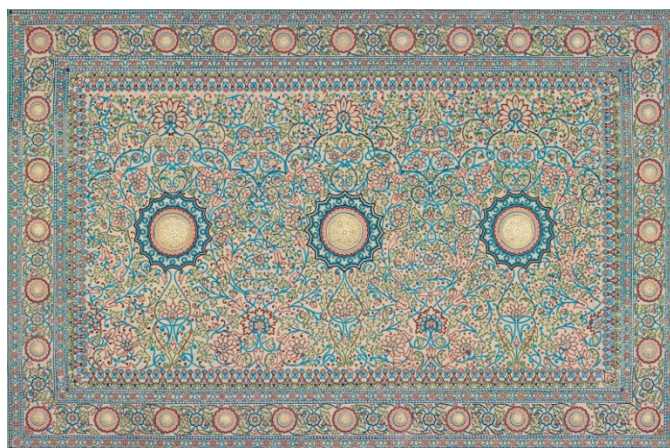
Katera od spodnjih trditev najboljše razloži dogajanje po treningu? **(0,5)**

- Količina nastalega ATP se bo povečala, ker se je povečala površina notranje membrane mitohondrijev.
- Količina nastalega ATP se bo zmanjšala, ker se je povečala površina notranje membrane mitohondrijev.
- Količina nastalega ATP bo ostala enaka in nima nobene zveze s povprečno površino notranje membrane mitohondrijev.
- Količina nastalega ATP nima nobene zveze z zgornjimi rezultati.

## 5. NALOGA

### 1. DEL

V Narodnem muzeju Katarja hranijo biserno preprogo, ki jo je leta 1865 naročil Maharaja iz Barode in predstavlja dragoceni spomin na obdobje katarskega trgovanja z biseri. Preproga je narejena iz več kot 1,5 milijona biserov, rubinov, smaragdov, safirov in diamantov.

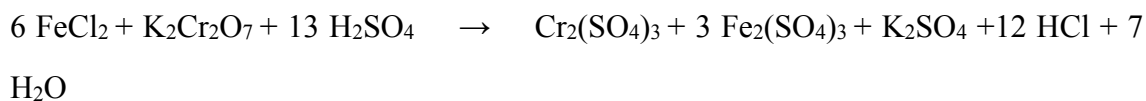


*Biserna preproga iz Barode*

- i. Med postopkom restavriranja preproge so našli posebni mineral smitsonit ( $\text{ZnCO}_3$ ), ki ga pred tem še nikoli niso videli v zmesi z biseri. Če trdno zmes smitsonita in biserov, ki vsebujejo le  $\text{CaCO}_3$ , močno segrejemo, nastaneta ogljikov dioksid ter trdna zmes  $\text{ZnO}$  in  $\text{CaO}$ . Iz 30,00 g vzorca zmesi  $\text{ZnCO}_3$  in  $\text{CaCO}_3$  nastane 12,00 g  $\text{CO}_2$ .  
Kolikšen je masni delež smitsonita v originalni zmesi? Pazi na primerno število pomembnih števk v rezultatu. Zapiši tudi pripadajočo urejeno reakcijo. **(2,0)**
  
- ii. V neposredni bližini katarskega Narodnega muzeja je lepa 7-kilometrsko razgledna pot ob morju. Onesnaženost morja narašča z različnimi onesnaževalci, kot so težke kovine, ki so škodljive za življenje v vodi. Ena izmed takšnih težkih kovin je tudi krom. V naravi se krom nahaja v obliki štirih stabilnih izotopov:  $^{50}\text{Cr}$ ,  $^{52}\text{Cr}$ ,  $^{53}\text{Cr}$  in  $^{54}\text{Cr}$ . Izotop  $^{52}\text{Cr}$  je najpogostejši (83,789 %).

Glavni izotopi kroma		
izotop	množinski delež v naravi	razpolovni čas ( $t_{1/2}$ )
$^{50}\text{Cr}$	4,345 %	stabilen
$^{51}\text{Cr}$	umetni izotop	27,7025 dni
$^{52}\text{Cr}$	83,789 %	stabilen
$^{53}\text{Cr}$	9,501 %	stabilen
$^{54}\text{Cr}$	2,365 %	stabilen

- a. Upoštevaj podatke o zastopanosti kromovih stabilnih izotopov v naravi, zbrane v zgornji tabeli in izračunaj relativno atomsko maso kroma. **(0,25)**
- b. Koliko gramov kroma  $^{53}\text{Cr}$  je v 250 kg železovega kromata ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ )? **(0,25)**
- iii. Koncentracijo železa(II) lahko izmerimo z dikromatom, raztopljenim v žveplovi kislini, in uporabo primerne indikatorja glede na spodnjo reakcijo:



- a. Zapiši urejeno delno reakcijo oksidacije. **(0,25)**
- b. Zapiši urejeno delno reakcijo redukcije. **(0,25)**
- iv. Krom se uporablja tudi za izdelavo zlitin s cinkom in bakrom. Postopek se imenuje galvanizacija in je pomembna metoda v medicini in industriji. Katerega od spodnjih elementov lahko uporabimo za izdelavo galvanskega člana, v katerem je krom anoda, če vemo, da je redukcijski potencial kroma ( $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ ) enak  $-0,74 \text{ V}$ ? Izračunaj tudi napetost galvanskega člana  $E_{\text{cell}}$  v obeh primerih. **(0,5)**
- a. Baker (redukcijski potencial =  $+0,34 \text{ V}$ )
- b. Cink (redukcijski potencial =  $-0,76 \text{ V}$ )



## 2. DEL

Katar je polotok na vzhodni obali Arabskega polotoka. V sredini zahodne obale Arabskega zaliva so Katarci nekoč nabirali in prodajali bisere iz Arabskega zaliva. Biseri nastanejo v slanovodnih ali sladkovodnih mehkužcih, kot so ostrige, školjke in polži. Če majhen delček prsti ali košček lupine vstopi v notranjost mehkužca, bo prevlečen z več plastmi in na koncu se oblikuje biser.

**i. Zakaj te živali proizvajajo bisere? (0,25)**

- a. Da odganjajo plenilce.
- b. Da se zaščitijo, ko vanje vstopi dražeči delček.
- c. Da so lepše.
- d. Da z odbojem svetlobe omogočajo nočno gibanje živali.

**ii. Proces nastajanja biserov v školjkah se nanaša na način prehranjevanja teh živali, ki je:**

**(0,25)**

- a. hranjenje s celimi organizmi.
- b. filtriranje.
- c. hranjenje s tekočinami drugih organizmov.
- d. hranjenje z nektarjem.

**iii. Proces nastajanja biserov lahko opišemo kot interakcijo med ... (0,25)**

- a. živimi in neživimi dejavniki.
- b. lupino in delčki prsti.
- c. neživimi dejavniki in delčki prsti.
- d. neživimi dejavniki in lupino mehkužcev.

**iv. Kot vodni nevretenčarji morske živali in školjke izmenjujejo pline ... (0,25)**

- a. s pljuči.
- b. s kožo.





c. s škrkami.

d. z usti.

v. Upoštevaj spodnjo prehranjevalno verigo: **(0,25)**

**fitoplankton – školjke – morske zvezde – morske vidre – delfini**

Delfini so se običajno prehranjevali z večjimi ribami, zaradi intenzivnega ribolova pa so se začeli prehranjevati z morskimi vidrami. Kaj se bo najverjetneje zgodilo, če se bo lovljenje večjih rib še naprej povečevalo?

- a. Populacija školjk se bo povečala.
- b. Populacija školjk se bo zmanjšala.
- c. Ne bo vpliva na populacijo školjk.
- d. Delfini se bodo začeli prehranjevati s školjkami.

vi. Mnogo vrst mehkužcev je hrana za mnoge vretenčarje, kot so ribe in ptiče. Kakšen je odnos med mehkužci in galebi? **(0,25)**

- a. Sožitje.
- b. Plenilstvo.
- c. Priskledništvo.
- d. Zajedalstvo.



### 3. DEL

Kromirano jeklo je zlitina kroma in jekla, iz katere izdelujejo jeklenice in žice, ki se uporabljajo na mnogih področjih, na primer v gradbeništvu, v dvigalih in v športu.

- i. Ko na 2,0 m dolgo žico iz kromiranega jekla s presekom  $2,0 \text{ mm}^2$  obesimo utež, se žica podaljša za 0,50 mm. Kolikšna je teža uteži? Youngov modul (elastična konstanta) kromiranega jekla je 220 GPa. **(0,5)**
- ii. Dve žici iz kromiranega jekla imata dolžini v razmerju 1:3, premera pa v razmerju 3:1. Na žici obesimo enaki uteži. Kolikšno je razmerje njunih raztezkov? **(0,5)**
- iii. Palica iz kromiranega jekla ima Youngov modul  $Y$  in koeficient linearnega temperaturnega raztezka  $\alpha$ . Palico vpnemo med dva toga stebra, ki sta v stalni oddaljenosti  $L$ . Palica ima dolžino  $L$  in presek  $A$ . Palico segrejemo za  $\Delta T$ . Silo, s katero stebra stiskata palico, izrazi s količinami  $Y, A, L, \alpha, \Delta T$ . Spremembo preseka palice zanemari. **(0,5)**