



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/l/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Eiropas Savienības Dabaszinātņu olimpiādes 2021. atlases 1. posms

Lūdzu, uzmanīgi iepazīsties ar šo informāciju pirms uzdevumu risināšanas uzsākšanas.

Olimpiādes izpildei **Tev ir dotas 2 stundas.**

Tev tiek piedāvāts viens uzdevums, kas sastāv no piecām daļām. Katra no daļām sastāv no vairākiem jautājumiem. Uzdevuma ietvaros daudzus jautājumus var risināt neatkarīgi vienu no otra. Lai risinātu uzdevumus, drīksti veikt piezīmes uz atsevišķa papīra ar zīmuli/ pildspalvu un veikt aprēķinus ar kalkulatoru. Drīksti izmantot fizikas, matemātikas un ķīmijas formulu lapas kā arī ķīmisko elementu periodisko tabulu un šķīdības lapas.

Aicinām pirms uzdevumu pildīšanas iepazīties ar visiem uzdevumiem un izvērt, kurus pildīsi vispirms. Uzdevumi nav sakārtoti pieaugošā grūtības pakāpē

Uzdevumos tev ir jāveic aprēķini vai jāizvēlas pareizā atbilde no dotajiem. Izvēļu jautājumos varianti ir norādīti kvadrātiekvāš [] un variantus atdala slīpsvītra /. Atbilžu lauki drukātajā versijā norādīti ar pelēku tonējumu.

Izpildot darbu, ņem vērā, ka:

1. Uzmanīgi seko norādēm par prasīto lielumu **mērvienībām**, ierakstot atbildi nepareizās vienībās, tā netiks ieskaitīta;
2. Skaitliskās atbildes ir jāsniedz, ievērojot uzdevumu prasības (noapaļojot līdz vieniem, desmitiem, utml.);
3. Visas atbildes sniedz laukumos, kas norobežoti ar kvadrātiekvāš, apvelkot pareizo atbildi, vai ierakstot pareizo skaitli uz punktētās līnijas. Ja vēlies, labot savu atbildi, norādi to nepārprotami, nosvītrojot nepareizi apvilktu.

FIZISKĀS AKTIVITĀTES

Fiziskās aktivitātes ir nozīmīgas cilvēka fiziskās un arī emocionālās veselības uzturēšanā. Pasaules veselības organizācija iesaka pusaudžiem būt fiziski aktīviem vismaz stundu diennaktī. Tas kļūst īpaši aktuāli pandēmijas laikā, kad daudzas nodarbes notiek attālināti un bieži darbs norisinās pie datora un citām viedierīcēm. Šodienas uzdevumi būs veltīti fiziskajām aktivitātēm un ar tām saistītajiem jautājumiem!

Veiksmīgi un lai izdodas!

1. Muskuļi

Papildini tekstu, ievietojot pareizos vārdus. (2p)

Kustības cilvēkā nodrošina balsta un kustību orgānu sistēma. Cilvēka muskuļus iedala šķērsvītrotajos, sirds un gludajos muskuļos, no kuriem [šķērsvītrotie/sirds/gludie] muskuļi ir pakļauti cilvēka gribai. Šķērsvītrotie muskuļi sastāv no šķiedrām – miofibrillām. Muskuļu darbību nodrošina to saraušanās [šķiedru virzienā/perpendikulāri šķiedru virzienam].

Muskuļu šķiedras mēdz iedalīt sarkanajās un baltajās muskuļu šķiedrās. Sarkanās muskuļu šķiedras lēni saraujas un nenogurst, enerģijas ražošanai izmanto skābekli. Baltās muskuļu šķiedras ātri saraujas, enerģiju ražo no glikozes, neizmantojot skābekli, un ātri nogurst.

Izlasi procesu aprakstus, kas norisinās muskulī, un secini, kuram muskuļu šķiedru tipam tie ir raksturīgi. (6p)

Šūnas ir bagātas ar mioglobīnu – molekulu, kas pēc uzbūves ir līdzīga hemoglobīnam un saista skābekli muskuļa šūnās	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]
Citoplazmā ir daudz glikogēna – glikozes rezerves polisaharīda	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]
Šūnās ir daudz mitohondriju	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]
Slodzes laikā veidojas pienskābe	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]
Slodzes laikā veidojas daudz ogļskābās gāzes	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]
Enerģijas ieguvei var izmantot taukus un aminoskābes	[Baltās muskuļu šķiedras/Sarkanās muskuļu šķiedras]

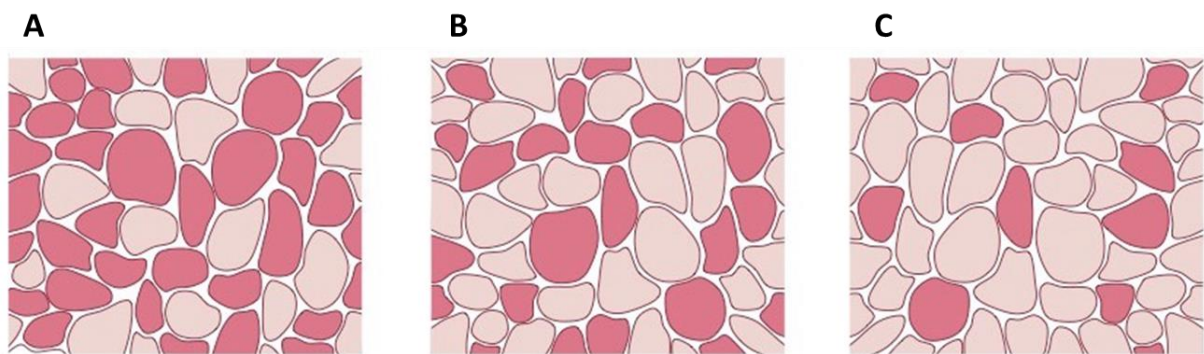
Atbildes secināmas, ja pārzina šūnas uzbūvi un sastāvdaļu funkcijas.

Pēc apraksta secināms, ka sarkanajām muskuļu šķiedrām nepieciešams skābeklis, tātad mioglobīns un daudz mitohondriji ir tām raksturīgās īpašības. Mioglobīns ir molekula, kas piešķir šīm šķiedrām krāsu. Enerģiju iegūstot ar mitohondrijiem, oksidatīvi, veidojas daudz ogļskābās gāzes.

Par baltajām šķiedrām zināms, ka tās enerģijai izmanto glikozi, tad tām būs nepieciešamas glikozes rezerves - glikogēns. Bezskābekļa vidē no glikozes veidojas pienskābe.

Tauki un aminoskābes nav glikoze, tādēļ tās kā enerģijas avotu izmantos sarkanās muskuļu šķiedras

Parasti muskulī ir sastopamas abu tipu muskuļu šķiedras. Tomēr to proporcija var atšķirties, kas padara katru konkrēto cilvēku piemērotāku noteiktiem sporta veidiem. **Aplūko trīs muskuļu šķēsgriezumus shematiskus attēlus un secini, kura sportista muskulim tie atbilst. (4p)**



Maratonista kājas muskulis [A/B/C]

Vidēju distanču skrējēja kājas muskulis [A/B/C]

Svarcēlāja bicepsa muskulis [A/B/C]

Sprinteru kājas muskulis [A/B/C]

Pēc apraksta iepriekšējā jautājumā, var secināt, ka sarkanās muskuļu šķiedras ir ilgstošām slodzēm, bet baltās - ātrām, spēcīgām slodzēm.

Viens no muskuļu noguruma iemesliem ir iekššūnu vides paskābināšanās bioķīmisko reakciju rezultātā. Paskābinoties videi, enzīmi vairs nespēj veikt nepieciešamās reakcijas enerģijas ražošanai, un muskuļi vairs nespēj pilnvērtīgi sarauties. Cilvēka organismā ir vairākas sistēmas (bufersistēmas), kas nodrošina pH nemainību. Viena no tām ir hidrogēnkarbonāta (bikarbonāta) sistēma, kuras darbības pamatā ir vājas skābes īpašībām. Vāja skābe disociē un atbrīvo ūdeņraža jonu tikai pie noteiktas pH vērtības.

Izvēlies pareizos apgalvojumus par vājām skābēm. (3p)

Izvēlies, kura no nosauktajām skābēm ir vāja skābe: [Sērskābe/Sālsskābe/Slāpekļskābe/**Etiķskābe**]

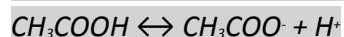
Ja šūnas citoplazmā palielinās protonu daudzums, tās pH vērtība [pieaug/**samazinās**]

Pie augstāka brīvo protonu daudzuma vāja skābe būs lielākā mērā [disociēta/**nedisociēta**]

Etiķskābe CH_3COOH ir vāja skābe, kas vāji disociē jonos. Sērskābe H_2SO_4 , sālsskābe HCl un slāpekļskābe HNO_3 ir stipras skābes, kas labi disociē jonos.

Palielinoties protonu jeb H^+ jonu daudzumam, pH vērtības samazinās.

Piemēram, etiķskābes CH_3COOH gadījumā disociācijas līdzsvars ir šāds:



Palielinoties brīvo protonu (H^+) daudzumam, aktīvāk norisinās pretreakcija un ķīmiskais līdzsvars nobīdās nedisociēto molekulu virzienā. Praktiski - papildus protoni saista brīvos acetātjonus, veidojot nedisociētas CH_3COOH molekulas. Līdzīgi notiek ar visām citām vājajām skābēm.

Cilvēkam uz eritrocītu virsmas un plaušu audos ir enzīms, kas no ogļskābās gāzes un ūdens veido ogļskābi.



Enzīmi ir bioloģiskie katalizatori, kas paātrina reakciju norises laiku, bet nemaina to līdzsvaru. Ķīmiskais līdzsvars nozīmē, ka tiešās un pretreakcijas [**ātrumi**/izejvielu daudzumi/produktu daudzumi] ir vienādi. **(1p)**

Secini, kā mainīsies aprakstītais ķīmiskais līdzsvars noteiktos apstākļos. (2p)

Ja organisma šūnas ražo ogļskābo gāzi, tad reakcijas līdzsvars [**būs nobīdīts pa labi**]/būs nobīdīts pa kreisi/nemainīsies]

Plaušās, kur notiek gāzu apmaiņa ar ārējo gaisu, reakcijas līdzsvars [būs nobīdīts pa labi/**būs nobīdīts pa kreisi**]/nemainīsies]

Par ķīmisko līdzsvaru sauc tādus procesus, kuros vienādi vai līdzīgi ir tiešās reakcijas un pretreakcijas **ātrumi**. Katalizatori un enzīmi vienlaicīgi palielina gan tiešās, gan pretreakcijas ātrumu, tāpēc tie neietekmē ķīmisko līdzsvaru.

Šūnām ražojot vairāk ogļskābās gāzes CO_2 , veidojas vairāk ogļskābes H_2CO_3 . Ķīmiskais līdzsvars nobīdās pa labi.

Plaušās tiek aizvadīta prom ogļskābā gāze CO_2 . Ķīmiskais līdzsvars un nedisociētās ogļskābes H_2CO_3 molekulas cenšas šo procesu kompensēt. Tā rezultātā dalās papildus ogļskābes H_2CO_3 molekulas un ķīmiskais līdzsvars nobīdās pa kreisi.

Locītavas darbojas pēc sviras principa, kurā darbojas spēka moments M . Spēka moments M ir atkarīgs no pieliktā spēka un spēka pleca:

M – spēka moments [$\text{N}\cdot\text{m}$]

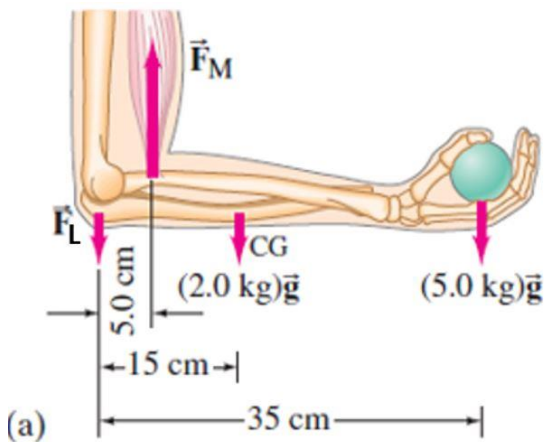
F – spēks [N]

l – spēka plecs [m].

Spēka plecs ir īsākais attālums no spēka darbības taisnes līdz rotācijas asij. Ķermenis atrodas līdzsvarā, ja visu spēka momentu summa attiecībā pret rotācijas asi ir vienāda ar nulli.

Bicepsa pieliktais spēks.

Biceps ir piestiprināts apakšdelmam ar cīpslu 5 cm attālumā no elkoņa locītavas. Pieņem, ka apakšdelma un plaukstas kopējā masa ir 2 kg, un to masas centrs (CG) atrodas 15 cm no elkoņa locītavas FL (attēls a).



Aprēķini spēka momentu, ko rada objekts plaukstā, pieņemot, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$! Pieraksti rezultātu ar diviem cipariem aiz komata! **(1p)**

_____ N·m **(17,15 N·m)**

Aprēķini spēka momentu, ko rada augšdelma un plauksts masa, pieņemot, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$! Pieraksti rezultātu ar diviem cipariem aiz komata! **(1p)**

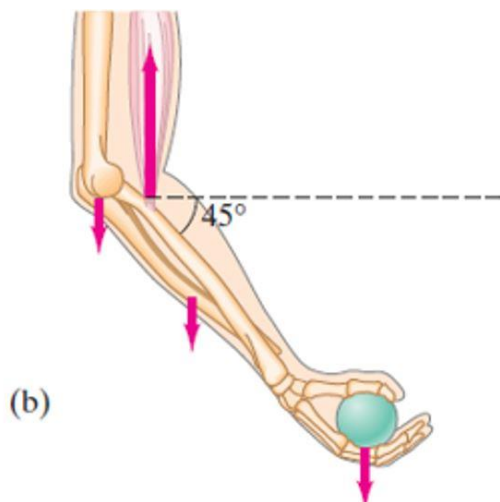
_____ N·m **(2.94 N·m)**

Aprēķini, kāds spēks jāpieliek muskulim, lai noturētu objekta, augšdelma un plauksts svaru! Pieņem, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$! Pieraksti rezultātu ar vienu ciparu aiz komata! **(1p)**

_____ N **(401.8 N)**

Aprēķini, cik daudz spēka jāpieliek bicepsa muskulim, turot 5 kg smagu objektu, ja roka ir novietota par 45 grādiem platākā leņķī kā a) gadījumā (attēls b). Pieraksti rezultātu ar vienu ciparu aiz komata! **(3p)**

_____ N **(401.8 N)**



- Aprēķini spēka momentu, ko rada objekts plaukstā, pieņem, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$!

$$M = F \cdot l = m \cdot g \cdot l = 5 \cdot 9,8 \cdot 0,35 = 17,15 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- Aprēķini spēka momentu, ko rada augšdelma un plaukstas masa, pieņem, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$!

$$M = F \cdot l = m \cdot g \cdot l = 2 \cdot 9,8 \cdot 0,15 = 2,94 \text{ N} \cdot \text{m}$$

- Aprēķini, ar kāds spēks jāpieliek muskulim, lai noturētu objektu un augšdelma, kā arī plaukstas svaru! Pieņem, ka $g=9,8 \text{ m/s}^2$!

Tā kā līdzsvarā spēka momentu summai jābūt 0, tad muskuļa pieliktajam spēka momentam M_m jālīdzsvaro rokas (augšdelma un plaukstas) svara radītais spēka moments M_r , kā arī objekta radītais spēka moments M_o

$$M_m - M_o - M_r = 0$$

$$F_m \cdot l_m - F_o \cdot l_o - F_r \cdot l_r = 0$$

$$F_m = \frac{F_o \cdot l_o + F_r \cdot l_r}{l_m} = \frac{(m_o \cdot l_o + m_r \cdot l_r) \cdot g}{l_m} = \frac{(5 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,15) \cdot 9,8}{0,05} = 401,8 \text{ N}$$

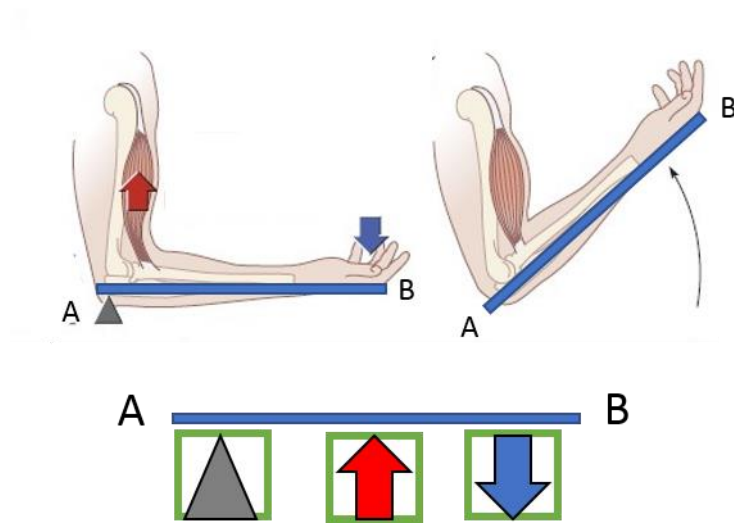
- Cik daudz spēka jāpieliek bicepsa muskulim, turot 5 kg smagu objektu, ja roka ir novietota par 45 grādiem platākā leņķī kā a) gadījumā (attēls b))

Lai iegūtu spēka pleca garumu, kas veido spēka momentu, katrs spēka plecs, kas pielikts locītavai, ir jāaprēķina kā garums no locītavas līdz spēka pielikšanas vietai, reizināts ar kosinusa vērtību 45 grādiem jeb $\frac{\sqrt{2}}{2}$. Tā kā visiem spēka pleciem tiek pierēzināts viena un tā pati vērtība, to iespējams saīsināt un gala rezultāts nemainās.

$$F_m = \frac{F_o \cdot l_o \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + F_r \cdot l_r \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{l_m \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{(m_o \cdot l_o + m_r \cdot l_r) \cdot g}{l_m} = \frac{(5 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,15) \cdot 9,8}{0,05} = 401,8 \text{ N}$$

Muskuļu kustības var aplūkot, salīdzinot tās ar sviras kustību. Izpēti attēlu, kurā redzama bicepsa muskuļa realizēta kustība un tai atbilstošā shematiskā svira.

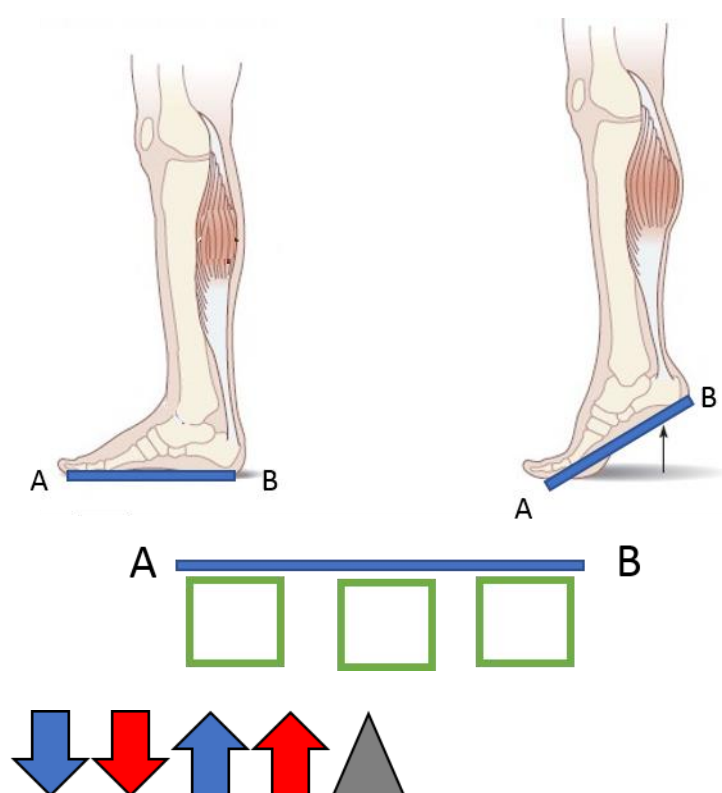
Piemērs:

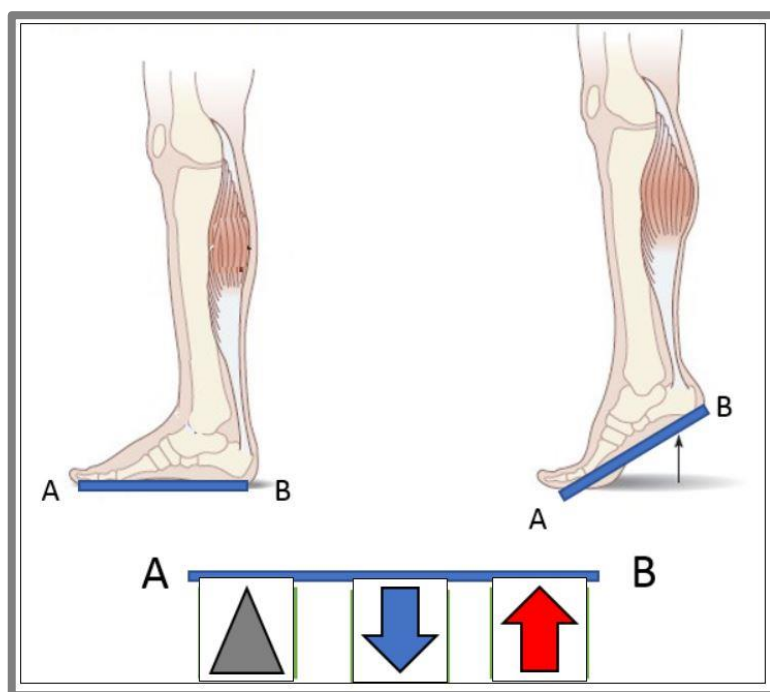


Zemāk redzama kājas veikta kustība, ko izpilda apakšstilba muskulis. Zem kājas ir shematisks sviras attēls ar zaļiem taisnstūriem. Izvietojiet taisnstūros dotos elementus, lai korekti raksturotu šajā kustībā redzamo sviras principu. (3p)

Ar sarkanajām bultiņām parādīts muskuļa spēka virziens, ar zilajām - ķermeņa pretestības virziens, ar trijstūri sviras atbalsta punkts.

A un B burti norāda iedomātās sviras orientāciju.



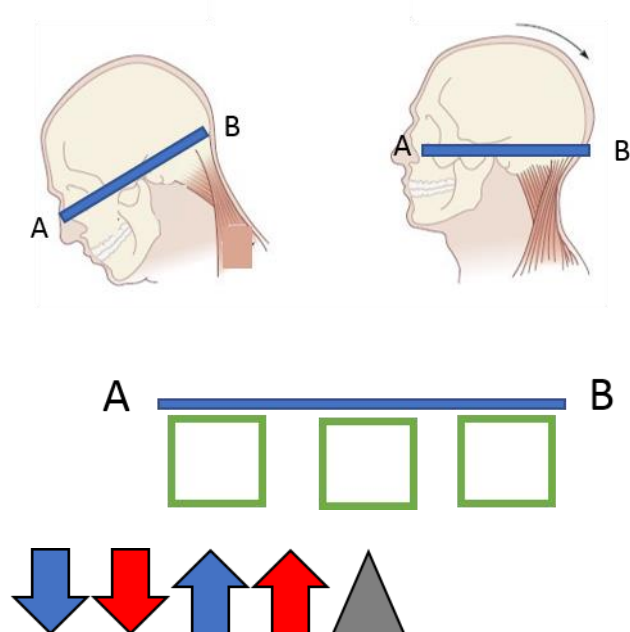


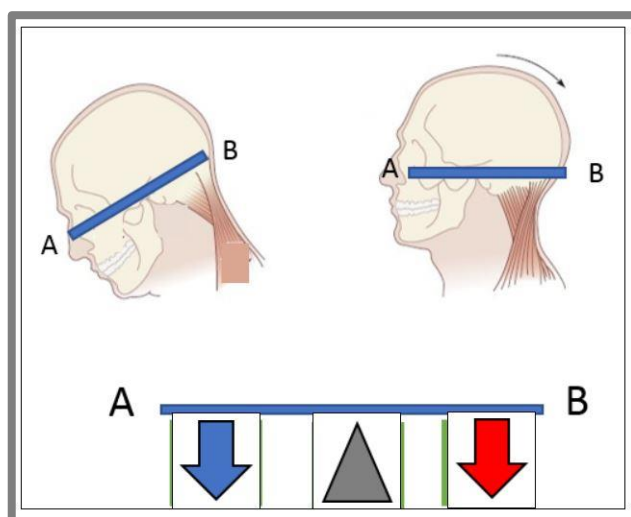
Izpēti attēlu, kurā redzama kakla muskuļa realizēta kustība.

Zemāk redzams shematiskais sviras attēls ar zaļiem taisnstūriem. **Izvietojiet taisnstūros dotos elementus, lai korekti raksturotu šajā kustībā redzamo sviras principu. (3p)**

Ar **sarkanajām** bultiņām parādīts muskuļa **spēka virziens**, ar **zilajām** - ķermeņa **pretestības virziens**, ar **trijstūri** sviras **atbalsta punkts**.

A un B burti norāda iedomātās sviras orientāciju.





Bicepsam, turot objektu, būtu jāpieliek vairāk spēka, ja

- a) muskulis būtu piestiprināts tuvāk elkoņa locītavai
- b) muskulis būtu piestiprināts tālāk no elkoņa locītavas
- c) attālums, kādā muskulis ir piestiprināts, nemaina spēku, kāds tam jāpieliek

Lai biceps noturētu plaukstā esošo objektu, turot roku nekustīgu:

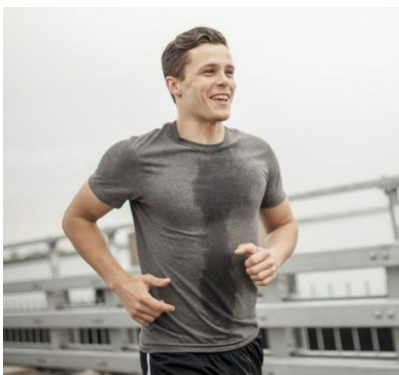
- a) tā radītajam spēkam jābūt vienādam ar turamā objekta smaguma spēku
- b) tā radītajam spēkam jābūt vienādam ar objekta un pašas rokas radīto smaguma spēku
- c) tā radītajam spēkam jābūt lielākam par objekta un pašas rokas radīto smaguma spēku

Zīdaiņu rokas bieži vien šķiet neparasti stipras. Iemesls:

- a) zīdaiņiem ir spēcīgāki muskuļi nekā pieaugušajiem
- b) zīdaiņu rokām ir īsāks spēka plecs
- c) zīdaiņu rokām ir garāks spēka plecs
- d) zīdaiņiem rotācijas punkti izvietoti citās vietās uz kaula kā pieaugušajiem

1. Atbilde "muskulis būtu piestiprināts **tuvāk** elkoņa locītavai" jo $M = F \cdot l \rightarrow F = \frac{M}{l}$. Jo mazāks spēka plecs, jo lielāks spēks ir jāpieliek, lai iegūtu tādu pašu spēka momentu.
2. Atbilde "tā radītajam spēkam jābūt **vienādam** ar ķermeņa un pašas rokas radīto smaguma spēku," jo visu spēka momentu summai attiecībā pret rotācijas asi ir jābūt vienādei ar nulli, lai ķermenis būtu līdzsvarā.
3. Atbilde "zīdaiņu rokām ir **garāks** spēka plecs" jo $M = F \cdot l \rightarrow F = \frac{M}{l}$. Jo lielāks spēka plecs, jo mazāks spēks ir jāpieliek, lai iegūtu tādu pašu spēka momentu, ko var izjust kā "stiprākas" rokas.

2. Sviedri



Svīšana ir neatņemama jebkuras fiziskas aktivitātes sastāvdaļa. Bez tās neiztiek arī aktīva sportošana, un īpaši profesionāli sportisti intensīvā darba režīmā izskatās tā, it kā tikko būtu izkāpuši no ūdens. Taču svīšanai ir nozīmīga bioloģiska funkcija – tā palīdz regulēt organisma temperatūru un atbrīvo organismu no nevēlamiem vielmaiņas produktiem. Ikdienā svīšanas rezultātā radušos ķermeņa aromātu maskējam ar dažādiem dezodorantiem, taču sportā reizēm notiek tieši pretēji – daži sportisti, īpaši kontakta sporta veidos, reizēm izlaiž kādu dušas apmeklējumu, lai tādējādi “iedarbotos” uz pretinieku. Šajā uzdevuma daļā apskatīsim, kāds ir sviedru sastāvs un kas notiek organismā intensīvu fizisko aktivitāšu un svīšanas laikā.

Attēls - images.askmen.com

Pēc būtības ir divi svīšanas mehānismi – svīšana termoregulācijai un svīšana psiholoģisku faktoru ietekmē. Pirmajā gadījumā svīšanu izraisa paaugstināta ķermeņa temperatūra, kā rezultātā hipotalāms nodod informāciju ekrīnajiem sviedru dziedzeriem, kas atrodas uz visa ķermeņa, ka jāsāk atdzesēt ķermeni ar sviedru palīdzību. Otrajā gadījumā satraukuma ierosinātu bioķīmisku procesu rezultātā tiek ierosināti apokrīnie sviedru dziedzeri, kas pārsvarā atrodas padusēs un starpenē. Šo dziedzeru izdalītie sviedri satur feromonus un citas organiskas vielas, kas, mijiedarbojoties ar baktērijām, veido specifisko nepatīkamo aromātu.

“Parastie” sviedri satur ap 98-99 % ūdens, kā arī minerālvielas, pienskābi un urīnvielu. Vidējais dažu minerālvielu saturs sviedros ir šāds:

Jons	Daudzums
Na ⁺	0,9 g/L
K ⁺	0,2 g/L
Ca ²⁺	0,015 g/L
Mg ²⁺	0,0013 g/L

Interesanti, ka sviedros iespējams atrast arī dažu mikroelementu pēdas:

Jons	Daudzums
Zn ²⁺	0,4 mg/L
Ni ²⁺	0,05 mg/L
Pb ²⁺	0,05 mg/L

Normālos apstākļos cilvēks diennakts laikā saražo aptuveni 0,5-1 L sviedru. Intensīvu fizisku aktivitāšu laikā šis daudzums ievērojami palielinās un vidēji ir 0,8-1,5 L stundā. Sportā, īpaši izturības disciplīnās un sporta veidos ar garāku aktivitāšu ilgumu, ļoti būtisks rādītājs ir svīšanas intensitāte (sweat rate). Aprēķinot šo rādītāju, ņem vērā sportista svaru pirms un pēc aktivitātes, aktivitātes ilgumu un patērēto šķidruma daudzumu. Piemēram, sportistam, kas pirms aktivitātes svēris 70,0 kg, intensīvi darbojies 1 stundu, pēc aktivitātes svēris 69,4 kg un aktivitātes laikā izdzēris 0,5 L ūdens, svīšanas intensitāte būtu 1,1 L/stundā. Zinot vidējo svīšanas intensitāti un plānotās aktivitātes apstākļus (ilgumu, laika apstākļus, vidi u.c.), iespējams sagatavot šķidruma uzņemšanas plānu, lai organisms pārlietri neatūdeņotos.

Interesanti, ka nu jau skandalozi pazīstamais vieglatlētikas treneris Alberto Salazārs no ASV, kā atlēts, gatavojoties 1984. gada olimpiskajām spēlēm Losandželosā, ASV, uzrādīja ārkārtīgi augstas sviedru zuduma vērtības – līdz pat 3 L stundā. Tā rezultātā olimpisko spēļu maratona skrējienā aptuveni 70 kg smagais atlēts 134 minūšu laikā zaudēja 5,43 kg sava svara, izcīnot vien 15. vietu.

Aprēķini, kāds būtu **minimālais ūdens tilpums**, kas jāuzņem maratona skrējējam visas distances laikā, ja vēlams, lai 70,00 kg smagais skrējējs distances beigās nebūtu zaudējis vairāk kā 3,00% sava ķermeņa masas. Skrējējs distanci veic 2h18min laikā ar vidējo svīšanas intensitāti 1,40 L/h. Pieņem, ka ūdens blīvums ir 1,00 g/mL. Visas atbildes norādi ar precizitāti 2 zīmes aiz komata.

Minimālā ķermeņa masa pēc distances veikšanas būs ____ kg. **(67,90 kg) (1 p)**

Sviedru tilpums, kas radies distances laikā, būs ____ L. **(3,22 L) (2 p)**

Minimālais ūdens tilpums, lai ķermeņa masas izmaiņas nebūtu lielākas par 3%, būs ____ L. **(1,12 L) (2 p)**

Aprēķina maksimālo iespējamo ķermeņa masas zudumu - 3,00% no 70,00 kg. Tas ir 2,10 kg. Tas nozīmē, ka minimālā ķermeņa masa pēc distances veikšanas varētu būt 70,00 - 2,10 = **67,90 kg**.

Skrējiena laikā 2h18min jeb 2,3 h kopā izveidojās 2,3 h x 1,40 L/h = 3,22 L sviedru. Šie ir kopējie ķermeņa zudumi skrējiena laikā.

Tā kā maksimāli pieļaujamais masas zudums ir 2,10 kg, bet skrējiena laikā tas ir vismaz 3,22 L, atšķirību kompensē ar vismaz 3,22 - 2,10 = 1,12 L ūdens.

Šķidruma patēriņš un svīšanas intensitāte ir ļoti nozīmīgs rādītājs arī mazāk profesionāliem sportistiem, piemēram, riteņbraukšanā, kur treniņa vai sacensību ilgums var būt vairākas stundas. Vidējā svīšanas intensitāte parasti ir zemāka (ap 0,80 L/h), toties aktivitātes ilgums var sasniegt pat 4-6 stundas.

Riteņbraucējs - amatieris Valters nolēmis aizvadīt vidējas intensitātes riteņbraukšanas treniņus, katru 2,5 h garumā. Viņš zina, ka treniņa laikā ir svarīgi atjaunot gan ūdens daudzumu organismā, gan arī uzturēt minerālvielu līmeni, jo svīšanas laikā no organisma tiek izvadīts arī Na⁺, K⁺, Ca²⁺ un citi ķīmiskie elementi.

Valters nolēmis, ka darīs šādi – vienā treniņā uzņems tik daudz šķidruma, lai nemaz nezaudētu ķermeņa masu, bet otrā tādā pašā treniņā – uzņems tik daudz šķidruma, lai nemaz nezaudētu minerālvielas. Pūlis plāno salīdzināt abu treniņu rezultātus un pašsajūtu, lai labāk izprastu, kas vairāk organismam palīdz treniņa laikā un pēc tā – šķidruma daudzums vai minerālvielu daudzums. Abos gadījumos Valters dzer minerālūdeni ar šādu sastāvu:

Na ⁺	105 mg/L
K ⁺	11 mg/L
Ca ²⁺	75 mg/L
Mg ²⁺	32 mg/L
Cl ⁻	135 mg/L
SO ₄ ²⁻	140 mg/L
HCO ₃ ⁻	300 mg/L

a) Aprēķini, **cik daudz minerālūdens** Valteram jāuzņem treniņa laikā, lai nezaudētu ķermeņa masu! Atbildi norādi ar precizitāti 1 zīme aiz komata.

Treniņa laikā būtu jāuzņem ____ L šķidruma. **(2,0 L) (1 p)**

b) Aprēķini, **cik daudz minerālūdens** Valteram būtu **jāuzņem** treniņa laikā, lai nemainītos nātrija jonu Na^+ daudzums organismā! Pieņem, ka treniņa laikā Na^+ zudumi rodas tikai svīšanas procesā.

Atbildi norādi ar precizitāti 2 zīmes aiz komata.

Treniņa laikā būtu jāuzņem ____ L šķidruma. **(17,14 L) (2 p)**

Iepriekš pieminēts, ka riteņbraukšanas laikā svīšanas intensitāte ir 0,80 L/h un ka Valters plāno veikt 2,5 h garu treniņu. Aprēķina kopējo izdalīto sviedru daudzumu - $0,80 \text{ L/h} \times 2,5 \text{ h} = 2,0 \text{ L}$. Zinot, ka sviedrus veido 98-99% ūdens, pieņem, ka treniņa laikā būtu jāuzņem analogs daudzums ūdens.

Zināms, ka treniņa laikā tiks zaudēti 2,0 L sviedru. Uzdevuma sākumā minēts, ka sviedros vidēji ir 0,9 g/L Na^+ jonu. Tātad viena treniņa laikā tiks aizvadīti $2,0 \text{ L} \times 0,9 \text{ g/L} = 1,8 \text{ g}$ Na^+ jonu.

Minerālūdens sastāvā ir $105 \text{ mg/L} = 0,105 \text{ g/L}$ nātrija Na^+ jonu. Lai kompensētu Na^+ zudumus, Valteram būtu jāizdzer $1,8 \text{ g} / 0,105 \text{ g/L} = 17,14 \text{ L}$ minerālūdens.

Valters, veicot aptuvenos aprēķinus pirms 2. treniņa, saprot, ka tādu minerālūdens daudzumu, lai nemainītos Na^+ daudzums organismā, viena treniņa laikā laikam īsti uzņemt nevarēs. Tāpēc viņš izlemj dzert kādu sportiskām aktivitātēm īpaši paredzētu dzērienu, kura 100 mL satur 0,12 g sāls nātrija hlorīda NaCl. Aprēķini, **cik daudz speciālā dzēriena** Valteram **jāuzņem** 2. treniņa laikā, lai nezaudētu nātrija jonu Na^+ daudzumu organismā!

Atbildi norādi ar precizitāti 1 zīme aiz komata.

Na ķīmiskā elementa masas daļa NaCl būs $w(\text{Na}) = \text{____} \%$ **(39,3 %) (2 p)**

Pieņemot, ka Valtera treniņa laikā Na^+ zudumi rodas tikai svīšanas procesā, **speciālā dzēriena tilpums**, lai nemainītos nātrija jonu Na^+ daudzums organismā, **būs** ____ L. Atbildi norādi ar precizitāti 2 zīmes aiz komata. **(3 p) (3,83 L)**

Speciālā dzēriena tilpums Na^+ daudzuma saglabāšanai organismā treniņa laikā **būs** [lielāks/mazāks] par minerālūdens tilpumu. **(1 p)**

Aprēķini, **cik gramus tīra nātrija hlorīda NaCl** Valteram būtu **jāuzņem** treniņa laikā, lai nemainītos Na^+ jonu daudzums organismā.

Treniņa laikā būtu jāuzņem ____ g NaCl. Atbildi norādi ar precizitāti 2 zīmes aiz komata. **(2 p) (4,58 g)**

Ķīmiskā elementa masas daļu atrod, tā molmasu dalot ar visas vielas molmasu.

$$w(\text{Na}) = M(\text{Na}) : M(\text{NaCl}) = 22,990 \text{ g/mol} : (22,990 + 35,453) \text{ g/mol} = 39,3\%$$

$$\text{Izmantojot noapaļotas molmasas } w(\text{Na}) = 23 \text{ g/mol} : (23+35,5) \text{ g/mol} = 39,3\%$$

Speciālā dzēriena tilpumu var aprēķināt divējādi:

a) No iepriekšējām uzdevuma daļām zinot, ka 2,5 h treniņa laikā organisms zaudēs 1,8 g Na^+ jonu, var aprēķināt zaudētā NaCl masu, izmantojot iepriekš iegūto Na masas daļu.

$m(\text{NaCl}) = 1,8 \text{ g} : 0,393 = 4,58 \text{ g}$. Ja katros 100 mL dzēriena ir 0,12 g NaCl, tad kopā būs nepieciešami 4,58 g : 0,12 g/100 mL = 38,17 x 100 mL = 3817 mL = **3,82 L**

b) Zinot, ka 100 mL dzēriena ir 0,12 g NaCl, aprēķina NaCl masu 1 L dzēriena. Tas būs 1,2 g NaCl. Izmanto Na masas daļu NaCl un aprēķina Na^+ masu uz 1 L dzēriena.

$1,2 \text{ g} \times 0,393 = 0,4716 \text{ g Na}^+ / 1 \text{ L dzēriena}$.

Kopā 2,5 h treniņa laikā organisms zaudēs 1,8 g Na^+ jonu. Attiecīgi $1,8 \text{ g} : 0,4716 \text{ g/L} = \mathbf{3,82 \text{ L}}$

Speciālā dzēriena tilpums būs mazāks par minerālūdens tilpumu, jo šādi dzērieni vienmēr tiek gatavoti, ņemot vērā paaugstinātu minerālvielu zudumu. Tādējādi sāls un citu elektrolītu koncentrācijas tajos prasti ir daudz augstākas, kas, savukārt, palīdz ātrāk atgūt zaudētās minerālvielas.

Tīra NaCl masa jau aprēķināta skaidrojuma a) daļā. Tā ir 4,58 g.

3. Treniņi

Cilvēka evolūcijas pētnieku starpā pastāv teorija, ka cilvēki ir vieni no retajiem dzīvniekiem, kas medīja, izmantojot nogurdināšanas taktiku. Lai gan cilvēks nav ātrākais skrējējs un īsā distancē pārnadži ir ātrāki, tas spēj paveikt garas distances, ilgstoši uzturot vienmērīgu ātrumu, un sekot medījumam pa tā atstātajām pēdām. **Izpēti vairākus apgalvojumus par agrīno cilvēku uzbūvi un uzvedību un novērtē, vai tie atbalsta teoriju, ka agrīnais cilvēks medījis ar nogurdināšanas taktiku.** (4p)

Cilvēkiem ir salīdzinoši nedomājamā daudz apmatojuma, tādēļ tie spēj atdzēsēt sevi svīstot, kamēr pārnadžiem nepieciešams elst un atpūsties.	[Atbalsta nogurdināšanas medību taktiku/Neatbalsta nogurdināšanas medību taktiku]
Cilvēki ir aktīvi dienā.	[Atbalsta nogurdināšanas medību taktiku/Neatbalsta nogurdināšanas medību taktiku]
Agrīnie cilvēki apdzīvoja daļēji mežainus apvidus, kur ir apgrūtināši izsekot medījumu pēc vizuālām pēdām.	[Atbalsta nogurdināšanas medību taktiku/Neatbalsta nogurdināšanas medību taktiku]
Neveiksmīgu nogurdināšanas medību gadījumā cilvēks ir iztērējis daudz vairāk resursu nekā citos medību veidos. Agrīnie cilvēki dzīvoja kopienās, kas dalījās ar ēdienu.	[Atbalsta nogurdināšanas medību taktiku/Neatbalsta nogurdināšanas medību taktiku]

Efektīva dzesēšana ļauj ilgstošāk veikt kustības, kas atbalsta teoriju, ka agrīnie cilvēki medīja ar nogurdināšanas taktiku.

Dienā ir siltāks, kas veicina medijamā dzīvnieka sakaršanu un arī ir vieglāk izsekot medījumu pēc tā pēdām, jo cilvēkam galvenā maņa ir redze. Atbalsta nogurdināšanas medību teoriju.

Mežainā apvidū būtu grūti izsekot medījumu, tas pagūtu aizmukt un paslēpties. Neatbalsta nodārdināšanas medību teoriju.

Ja cilvēki dzīvotu pa vienam, tad nogurdināšanas medības būtu bīstamas. Bet kopiena palīdzēja izdzīvot arī, ja kādas no medībām neizdevās. Atbalsta nogurd. medību teoriju.

Pētnieku grupa Vācijā pētīja, kā treniņi ietekmē cilvēka ķermeņa uzbūvi. Viņi izveidoja trīs grupas – netrenēti vīrieši (N), vīrieši, kas trenējas svaru zālē (S), kā arī vīrieši, kas nodarbojas ar izturības sporta veidiem – maratonu vai triatlonu (M). Katrā grupā bija 13 – 14 vīrieši. Sportisti bija trenējušies vismaz 2 gadus, ne mazāk kā 5 stundas nedēļā. Lai varētu salīdzināt datus, visi vīrieši bija ar līdzīga auguma un vecuma. Tabulā zemāk dotas mērījumu vidējās vērtības katrā grupā. Tā kā visas vērtības nedaudz svārstās, pētnieki veica arī vērtību salīdzināšanu ar statistikas testiem. Tabulā iekļauti arī salīdzinājuma dati. Piemēram N>M nozīmē, ka netrenēto vīriešu mērījuma vērtība bija nozīmīgi lielāka nekā maratonistu, pat ja ņem vērā mērījumu izkliedi.

	Netrenēti (N)	Svarcēlāji (S)	Maratonisti (M)	Statistiski būtiski atšķiras
Gadi	30,2	28,2	29,6	nav
Augums, cm	180,7	183,4	178,4	nav
Ķermeņa masa, kg	83,6	94,1	74	N>M
Rokas apkārtmērs, cm	29,9	37,8	29,1	S>N, S>M
Vidukļa apkārtmērs, cm	87,5	88,3	79,1	N>M, S>M
Gurnu apkārtmērs, cm	96,3	100,9	94,3	S>M
Vēdera tauku krokas biezums, mm	17,6	11,2	9,6	N>M, N>S
Muskuļu masa, kg	29,3	54,6	29,9	
Tauku masa, kg	17,5	14,5	11,4	

Izvērtē apgalvojumus par šo vīriešu ĶMI

Izmantojot mērījumu vērtības, aprēķini vidējo ķermeņa masas indeksu (ĶMI) visām trim vīriešu grupām.

ĶMI aprēķina kā
$$\text{ĶMI} = \frac{m}{l^2},$$

kur m - ķermeņa masa, kg un l - augums, m

Ieraksti netrenēto vīriešu vidējo ĶMI. Rezultātu noapaļo līdz vienam skaitlim aiz komata

ĶMI (N) = _____ (1p) (25.6)

Kurai vīriešu grupai ir visaugstākais ĶMI? [N/S/M] (1p)

ĶMI novērtēšanai izmanto PVO 1995. gada klasifikāciju četrās kategorijās:

ĶMI (kg/m ²)	
Nepietiekama ķermeņa masa	ĶMI < 18,5
Normāla ķermeņa masa	ĶMI = 18,5 – 24,99
Lieka ķermeņa masa	ĶMI = 25 – 29,99
Aptaukošanās	ĶMI > 30

Vai pēc šīs klasifikācijas visas trīs vīriešu grupas iekļaujas normālā ķermeņa masā? [Jā/Nē] (1p)

Vai, balstoties uz šī pētījuma datiem, iespējams veikt secinājumu, ka ĶMI iespējams izmantot, lai novērtētu trenētības pakāpi? (1p)

- a) Jā, jo augstāks ĶMI, jo netrenētāks cilvēks
- b) Jā, jo sports samazina masu, bet nemaina augumu
- c) Nē, jo trenējoties var pieaugt ķermeņa masa

Veicot aprēķinus iegūst šādus rezultātus

	Netrenēti (N)	Svarcēlāji (S)	Maratonisti (M)
ĶMI	25,6	28,0	23,3

Gan netrenētajiem, gan svarcēlājiem pēc PVO klasifikācijas būtu lieka ķermeņa masa.

Tas parāda, ka ĶMI nav izmantojams, lai novērtētu trenētības pakāpi, jo redzams, ka no divu sportistu grupām, pretestības sporta veicējiem arī ir paaugstināta ķermeņa masa, visticamāk paaugstinātas muskuļu masas dēļ.

Source <https://link.springer.com/article/10.1007/s004210000369>

Aprēķini, cik % no kopējās ķermeņa masas veidoja tauki un muskuļi katrai vīriešu grupai.

Izvērtē, vai kādu no šī pētījuma mērījumiem var izmantot, lai netieši novērtētu tauku vai muskuļu masas īpatsvaru.

Tauku īpatsvars (1p)

- a) Ķermeņa masa, kg
- b) Rokas apkārtmērs, cm
- c) Vidukļa apkārtmērs, cm
- d) Gurnu apkārtmērs, cm
- e) Vēdera tauku krokas biezums, mm
- f) Neviens no minētajiem

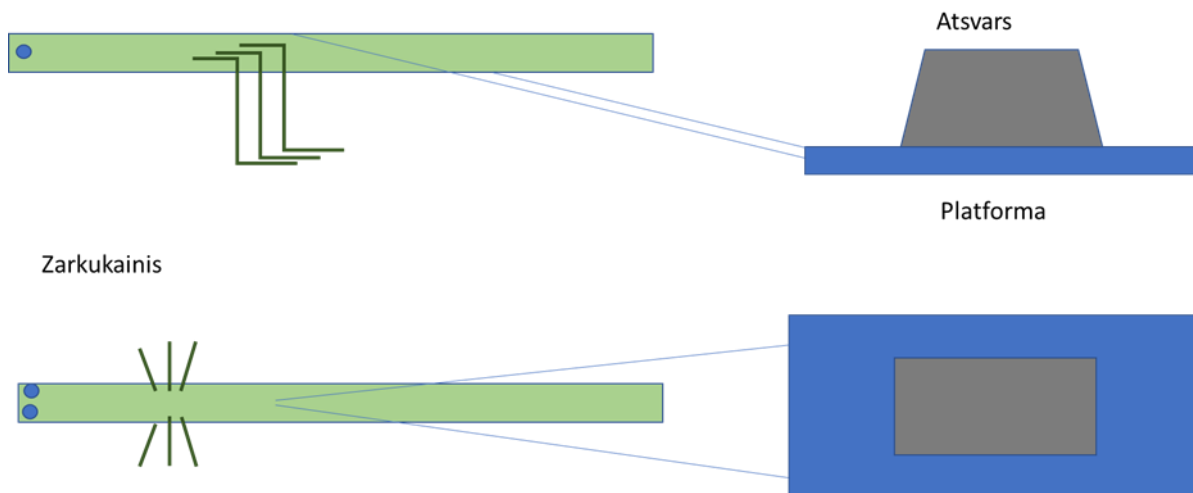
Muskuļu īpatsvars (1p)

- a) Ķermeņa masa, kg
- b) Rokas apkārtmērs, cm
- c) Vidukļa apkārtmērs, cm
- d) Gurnu apkārtmērs, cm
- e) Vēdera tauku krokas biezums, mm
- f) **Neviens no minētajiem**

	Netrennēti (N)	Svarcēlāji (S)	Maratonisti (M)
Muskuļu masa %	35%	58%	40%
Tauku masa %	21%	15%	15%

Salīdzinot iegūtos skaitļus ar augstāk tabulā esošajiem mērījumiem, var redzēt, ka tauku krokas biezums kļūst lielāks, ja palielinās tauku īpatsvars ķermenī, bet muskuļu īpatsvaram neviens mērījums īsti neatbilst, jo dažādu treniņu rezultātā dažādi mainās muskuļu masa un lielums.

Jānītim mājās bija zarkukaiņu kolonija. Viņš nolēma veikt pētījumu, kurā vēlējās noskaidrot, **kā kukaiņiem pieaug muskuļu spēks treniņu rezultātā**. Lai trenētu zarkukaiņus, viņš nolēma tiem piesiet nelielu platformu, uz kuras izvietotu atsvarus no fizikas kabinetā palūgtā atsvaru komplekta. Aplūko shematisku izveidotās treniņa sistēmas uzstādījumu.



Lai veiktu mērījumus, Jānītis nolēma izņemt zarkukaini no terārija, novietot zarkukainim garšjošu lapu noteiktā attālumā no zarkukaiņa un veikt mērījumus. Jānītis nolēma mērīt ātrumu, ar kādu zarkukainis sasniedz lapu. Jānītis izvirzīja hipotēzi, ka ar laiku, atkārtotot "treniņus" zarkukaiņu ātrums pieaugs. Kā mērierīces Jānītis izvēlējās lineālu attāluma mērīšanai un hronometru laika uzņemšanai.

Secini, kāda sakarība būs starp mērītajiem lielumiem! Pieņem, ka lapa atrodas pietiekoši tuvu un zarkukainis nenogurst pa ceļam uz to. Zarkukainis, lai atrastu lapu, galvenokārt izmanto smaržu, un tās izplatība telpā neietekmē eksperimentu.

Samazinot attālumu līdz lapai, zarkukaiņa ātrums [pieaugs/nemainīsies/samazināsies] **(1 p)**

Palielinot atsvara masu, zarkukaiņa ātrums [pieaugs/nemainīsies/samazināsies] **(1 p)**

Jānītim kolonijā bija aptuveni 50 zarkukaiņu. Viņš nolēma izveidot trīs pētījumu grupas, katrā iekļaujot aptuveni 10 zarkukaiņus.

Jānītis pirms tam nosvēra platformu un konstatēja, ka tā sver 200 mg. Jānītis nolēma vienai grupai likt vilkt tukšu platformu, bet otrai - platformu ar 2 g atsvaru. **Kādi apstākļi būtu jāizveido trešajai grupai? (1 p)**

- a) Zarkukaiņiem tiek piedāvātas lapas, bet nav jāvelk platforma
- b) Zarkukaiņi ar tukšu platformu staigā pa galdu, bet lapa tiem netiek piedāvāta
- c) Zarkukaiņi netiek izņemti no terārija
- d) Zarkukaiņiem jāvelk platforma ar 5 g atsvaru.

Kā jāizvēlas zarkukaiņus pētījuma grupām, ja vēlas pēc iespējas izslēgt papildus faktoru ietekmi? **(1 p)**

- a) Tā, lai vienā grupā būtu mazi, otrā vidēji un trešajā lieli zarkukaiņi
- b) Tā, lai visās grupas būtu gan jauni, gan veci zarkukaiņi
- c) Tā, lai visās grupās būtu vienādi, pieauguši zarkukaiņi
- d) Zarkukaiņu lielumam nav nozīmes

Ātrums nemainās atkarībā no veicamā attāluma, bet pievienojot platformai atsvaru, zarkukainim gūs grūtāk pārvietoties, jo jāpārvieto arī atsvars.

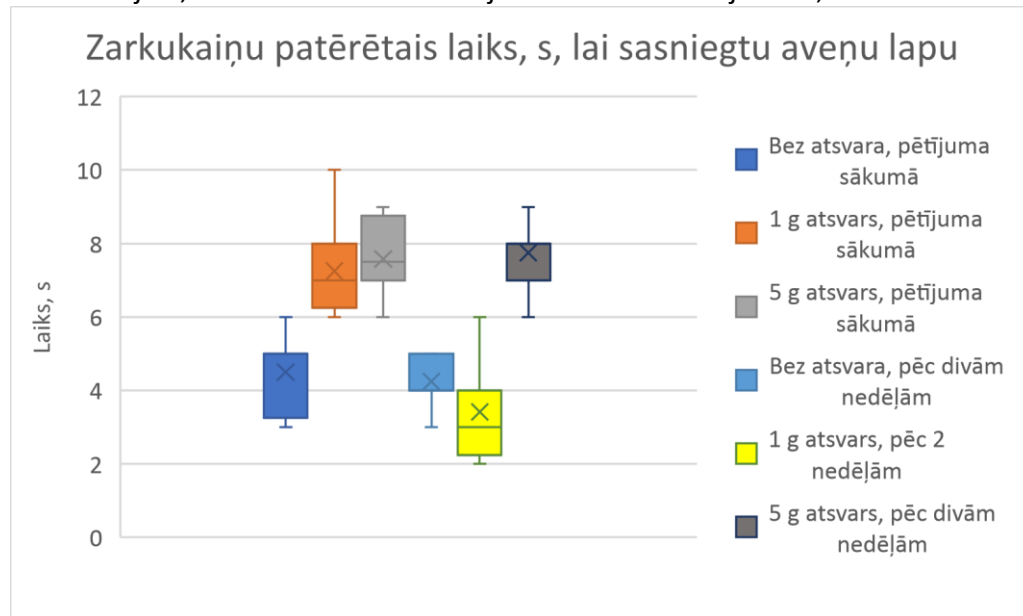
Tā kā nav zināms, kā platformas piestiprināšana ietekmē zarkukaini, pat ja tā ir nosacīti viegla, vispareizāk būtu izveidot kontroles grupu, kurai nav platformas.

Zarkukaiņa izmērs vai vecums var ietekmēt platformas vilkšanas ātrumu, tādēļ pētījumam jāizvēlas pēc iespējas līdzīgāki īpatņi.

Jānītim kaimiņos dzīvoja Anna, kas arī nolēma veikt līdzīgu eksperimentu. Viņa savus zarkukaiņus iedalīja trīs grupās – ar platformu, bez atsvara; ar 1g atsvaru uz platformas un ar 5 g atsvaru uz platformas. Viņa savus rezultātus apkopoja diagrammā, kas redzama zemāk.

Anna izmantoja programmas piedāvāto iespēju uzzīmēt kastīšu un nogriežņu diagrammu. Nogriežņi parāda, kā izretinās visi mērījumi. Kastītes - kur atrodas 50% no visu mērījumu vērtībām. Ar x apzīmēta vidējā mērījumu vērtība.

Piemēram, koši zilā mērījumu sērijā visas mērījumu vērtības bija no 3 līdz 6. Šo mērījumu vidējā vērtība bija 4,5. Pusei no visiem mērījumiem vērtības bija no 3,25 līdz 5.



Anna apgalvo, ka viņas eksperimenta rezultāti parāda, ka treniņu rezultātā pieaug zarkukaiņu muskuļu spēks.

Vai šādu secinājumu var veikt no Annas mērījumiem? [Jā, visās grupās redzams efekts/Nē, nevienā grupā nav redzams efekts/Daļēji] **(1 p)**

Kurā grupā ir redzamas vizuāli izteiktākās izmaiņas eksperimenta gaitā? [Tikai ar platformu/Ar 1 g atsvaru/Ar 5g atsvaru] **(1p)**

Vai, aplūkojot Annas eksperimenta rezultātus, var secināt, ka tukša platforma traucē zarkukaiņiem pārvietoties? [Jā, traucē/Nē, netraucē/Nav iespējams pateikt] **(1p)**

Salīdzinot rezultātus pa grupām, redzams, ka tukšas platformas grupā zarkukaiņu patērētais laiks praktiski nemainās. Ar 1g atsvaru zarkukaiņi pēc divām nedēļām ir sākuši pārvietoties gandrīz 2x ātrāk, bet 5g atsvara rezultāti praktiski nemainās.

Zarkukaiņi ar vidēju slodzi ir uzlabojuši rezultātu.

Tā kā Anna nav veikusi mērījumus zarkukaiņu ātrumam bez platformas, mēs nevaram secināt vai platforma zarkukaiņiem traucē.

4. Blīvums

Pabeidz tekstu, ievietojot vārdus (3 p)

Lai aprēķinātu cilvēka blīvumu, nepieciešams zināt cilvēka [masu/augumu/tilpumu/svaru/molekulmasu], ko var uzzināt, lūdzot cilvēkam uzkāpt uz svariem. Otrs lielums ir cilvēka [tilpums]/ķermeņa laukums/masa/tauku saturs]. To visērtāk uzzināt, lūdzot cilvēkam pilnībā iegremdēties līdz malām pilnā vannā un [izmērīt ūdens līmeņa celšanos/nosvērt ūdeni, ko cilvēks izspiedis/izmērīt cilvēka celbspēju/nosvērt vannu kopā ar cilvēku].

Izvērstākiem aprēķiniem cilvēka ķermeni sadala četrās nosacītās komponentēs – ūdens, minerāli, tauki un olbaltumvielas. Šeit ūdens blīvums ņemts 1 kg/L

Pabeidz cilvēka ķermeņa blīvuma izvērsumu, ievelkot pareizās formulas daļas zaļajos taisnstūros esošajos kvadrātiņos. Visas formulas daļas vari izmantot vairāk kā vienu reizi, bet ne visas tev ir jāizmanto. (7p)

Formulā = B_k - cilvēka ķermeņa blīvums kg/l, B_m = minerālu blīvums kg/l, B_t = tauku blīvums kg/l, B_o – olbaltumvielu blīvums kg/l, $\bar{u}$ – ūdens daļa cilvēka ķermenī, m – minerālu daļa cilvēka ķermenī, t – tauku daļa cilvēka ķermenī, o – olbaltumvielu daļa cilvēka ķermenī

$$\frac{\boxed{}}{B_k} = \frac{\boxed{}}{1} \boxed{} \frac{m}{B_m} \boxed{} \frac{\boxed{}}{\boxed{}} + \frac{o}{\boxed{}}$$

1	2	3	+	-	*	B_k	B_m	B_t	B_m	$\bar{u}$	t	m	o	B_o
---	---	---	---	---	---	-------	-------	-------	-------	-----------	-----	-----	-----	-------

Šeit visērtāk sākt no m/B_m , kur redzama pilns dalījums, kā arī ievērot, ka vienādojuma sākumā ir dalījums ar ķermeņa blīvumu. Pirms tam zināms, ka visu ķermeni sadala četrās daļās - visu daļu summai jābūt viens.

Kuras komponentes cilvēka organismā ir visvairāk? [ūdens/olbaltumvielas/minerāli/tauki] **(1p)**

Pieņem, ka muskuļu audu blīvums ir 1,06 kg/L, savukārt taukaudu blīvums 0,92 kg/L. Visu pārējo audu blīvums vidēji ir 1,10 kg/L

Par cik % blīvāki ir muskuļi, salīdzinot ar taukiem? Atbildi sniedz veselos skaitļos. _____ % **(1p)**

(15 %)

Aprēķini blīvumu netrenētam cilvēkam, kuram ir 21,0% taukaudu un 31,0% muskuļu, kā arī svarcēlājam, kuram ir 15,0% tauku un 60,0% muskuļu! Rezultātu izsaki ar četriem zīmīgiem cipariem.

Netrenētais _____ kg/L **(1p)** **(1,050 kg/L)**

Svarcēlājs _____ kg/L **(1p)** **(1,049 kg/L)**

Cilvēkā visvairāk ir ūdens, tādēļ visu audu blīvumi ir tuvi 1.

Netr. cilvēka blīvums = $0.21 \cdot 0.92 + 0.31 \cdot 1.06 + (1 - 0.21 - 0.31) \cdot 1.10 = 1.0498$

Svarcēlājam = $0.15 \cdot 0.92 + 0.6 \cdot 1.06 + (1 - 0.15 - 0.6) \cdot 1.10 = 1.049$

Lai gan cilvēka ķermeņa uzbūvē var mainīties tauku un muskuļu īpatsvars, kopējo blīvumu tas ietekmē ļoti nedaudz.

5. Ledus



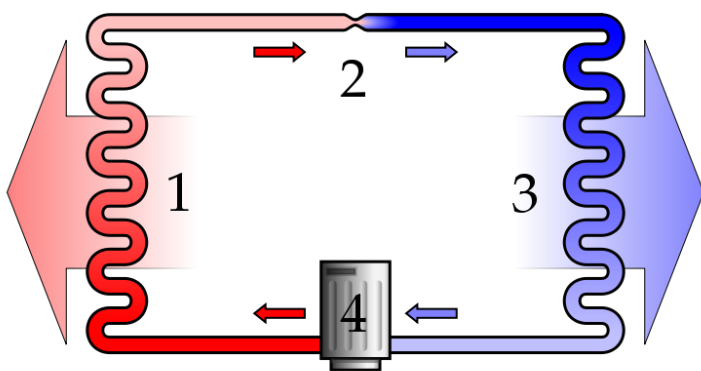
Jau daudzus gadus populārākie ziemas sporta veidi Latvijā ir bobslejs, skeletons, kamaniņas un hokejs. Visus tos vieno segums – ledus! Ja piemājas hokeja spēli var aizvadīt arī uz dīķa virsmas, tad profesionālajā sportā nepieciešama maksimāli gluda ledus virsma. Hokejā ledus kvalitāte lielā mērā ietekmē ripas kustību, bet renes sporta veidos – ātrumu un labāko trajektoriju izvēli. Ledus sagatavošana ir vienkāršs, bet vienlaikus komplicēts process.

Attēls - skaties.lv/

Normālā atmosfēras spiedienā ledus var veidoties pie 0 °C temperatūras. Taču, saprotams, ka dabā ūdens ar dažādiem piemaisījumiem sasilst zemākās temperatūrās, un labu, pietiekami biezu ledu varam atrast, kad temperatūra kādu laiku ir bijusi vismaz -5 °C vai zemāka. Liela ietekme ir arī laikapstākļiem – saulainums, nokrišņi, temperatūras svārstības. Lai visu šo faktoru ietekmi mazinātu, kā arī iegūtu ledu iekštelpās, izmanto speciālas dzesēšanas ierīces, kas palīdz veidot un uzturēt ledu pie dažādiem apkārtējās vides apstākļiem. Mājsaimniecībās ledusskapjos kā siltuma pārneses materiālu izmanto freonus un citas organiskas vielas, bet lielāka apjoma saldēšanas iekārtās bieži arī bezūdens amonjaka NH_3 .

Amonjaks ir dabā sastopama, samērā viegli un lēti iegūstama viela. Tas, pretēji freoniem, neietekmē ozona slāni un nerada siltumnīcas gāzu efektu. Drošības ziņā gan amonjaks ievērojami atpaliek – tā ir kairinoša, smacējoša gāze, kas augstās koncentrācijās var veicināt degšanu. Amonjaks viegli saistās ar ūdeni, veidojot amonjaka ūdens šķīdumu ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, daļa – NH_4OH).

Saldēšanas efekta būtība gan bobsleja trasē, gan hokeja hallē, gan ledusskapī ir līdzīga – amonjaks kā siltumnesējs virzās pa caurulēm trases sienās vai zem hokeja laukuma. Nonākot vietā, kur jāveido ledus (siltākā sistēmas daļa), siltumnesējs uzņem daļu no apkārtējās vides enerģijas un iztvaiko, pazeminot apkārtējās vides temperatūru. Nosacīti karstais siltumnesējs caur kompresoru tālāk virzās uz kondensatoru, kur atdod savu “lieko” enerģiju apkārtējai videi, sašķidrinās un atkārtējo ciklu no jauna.



Dzesēšanas sistēmas darbības shēma

1 – kondensators; 2 – sistēmas spiediena maiņa; 3 – iztvaikotājs; 4 - kompresors

Neliela izmēra ledus halles dzesēšanas sistēmā izmanto ap 200-300 kg bezūdens amonjaka NH_3 . Dzesēšanas sistēma darbojas, izmantojot enerģiju amonjaka iztvaikošanas un kondensācijas procesiem. Amonjaka iztvaikošanas siltums viršanas punktā ir 23,4 kJ/mol.

Aprēķini amonjaka iztvaikošanas siltumu kJ/kg! (1p) Atbilde norādiet ar precizitāti līdz veseliem skaitļiem!
Amonjaka iztvaikošanas siltums ir _____ kJ/kg. (1374 kJ/kg)

Aprēķini, cik lielu enerģijas daudzumu teorētiski spētu uzņemt viss vienas ledus halles izmantošanai paredzētais amonjaks, ja hallē ir 270,0 kg bezūdens amonjaka. (2p)
Atbilde norādiet ar precizitāti līdz veseliem skaitļiem!

Kopējais teorētiski uzņemtais enerģijas daudzums iztvaikošanas procesā būtu _____ MJ (371 MJ)

Interesanti! Siguldas bobsleja un kamaniņu trase izmanto aptuveni 40 tonnas amonjaka trases ledus uzturēšanai!

Aprēķinam izmanto amonjaka NH_3 molmasu $M(\text{NH}_3) = 17,031 \text{ g/mol}$; noapaļojot $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$.
Ja iztvaikošanas siltumu vispārīgi var izteikt kā $H = E/n$, kur E - enerģijas daudzums kJ, bet n - vielas daudzums, mol tad, lai iegūtu vērtību kJ/kg, vielas daudzumu n jāpārveido attiecīgas vielas masā m.
No ķīmijas pamataprēķiniem zināms, ka $m = n \times M$. Attiecīgi $23,4 \text{ kJ/mol} : 17,031 \text{ g/mol} = 1,374 \text{ kJ/g}$ jeb 1374 kJ/kg .

Kopējo uzņemto enerģijas daudzumu var aprēķināt divos veidos:

a) Izmanto aprēķināto pārveidoto iztvaikošanas siltuma vērtību 1374 kJ/kg .

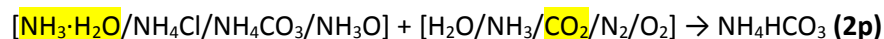
$$270,00 \text{ kg} \times 1374 \text{ kJ/kg} = 370980 \text{ kJ} = 370,980 \text{ MJ} \approx 371 \text{ MJ}$$

b) Pārrēķina amonjaka masu vielas daudzumā $n(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) : M(\text{NH}_3) = 270,00 \text{ kg} : 17,031 \text{ g/mol} = 15,853 \text{ kmol}$

$$\text{Izmanto iepriekš doto iztvaikošanas siltuma vērtību } 23,4 \text{ kJ/mol } 15,853 \cdot 10^3 \text{ mol} \times 23,4 \text{ kJ/mol} = 370960 \text{ kJ} \approx 371 \text{ MJ}$$

Nelielas amonjaka noplūdes ir viegli pamanāmas, jo gāzei ir izteikta, raksturīga smarža. Nelieli amonjaka daudzumi gaisā saistās ar gaisā esošo mitrumu un ogļskābo gāzi CO_2 , rezultātā veidojot nekaitīgu amonija hidroģēnkarbonātu.

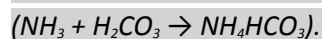
Pabeidz aprakstīto ķīmisko pārvērtību reakciju vienādojumus:



Attiecīgie reakcijas vienādojumi ir šādi:

Vispirms amonjaks saistās ar ūdeni $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, veidojot amonjaka ūdens šķīdumu. Daļa no maisījumā esošās vielas veidojas par amonija hidroksīdu NH_4OH .

Amonjaka ūdens šķīdums $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ reaģē ar ogļskābo gāzi CO_2 . Nosacīti var pieņemt, ka sākumā ūdens reaģē ar CO_2 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$) un radusies skābe uzreiz reaģē ar amonjaku NH_3 attiecībā 1:1



Taču lielāka apjoma noplūdes ir bīstamas cilvēkiem un apkārtējai videi. Lielākas noplūdes gadījumā viena no pirmajām darbībām, ko veic – veido ūdens “sienu”, lai ierobežotu amonjaka izplatīšanos. Ūdeni izmanto, jo amonjaks: **(1p)**

- a) labi šķīst ūdenī.
- b) praktiski nešķīst ūdenī.
- c) reaģē ar ūdeni, veidojot amonija sāļus.
- d) sasalst, mijiedarbojoties ar ūdeni.

Amonjaks labi šķīst ūdenī un daļēji ar to saistās. Amonjaka ūdens šķīdumu ir daudz vieglāk savākt, kontrolēt un vēlāk neitralizēt. Savukārt brīva amonjaka gāze ir grūti kontrolējama, bīstama un var apdraudēt apkārtējos daudz lielākā teritorijā. Amonjaka ūdens šķīdumam ir vāji bāziskas īpašības, turpretī amonjaka gāzei - izteikti kairinošas un smacējošas īpašības.

Amonjaks NH_3 un amonija hidroksīds NH_4OH ir vielas ar [bāzes/skābes] īpašībām. Tās darbojas kā [stipra skābe/stipra bāze/vāja skābe/vāja bāze]. **(2p)**

0,127 mol/L amonjaka ūdens šķīduma pH pie disociācijas pakāpes $\alpha = 1,19\%$ un $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5}$ būs _____.
Atbildi norādi ar precizitāti 2 zīmes aiz komata. **(2p)**

(pH = 11,18)

Amonjaks NH_3 un amonija hidroksīds NH_4OH ir vielas ar bāzes īpašībām. Amonjaka NH_3 molekulā uz slāpekļa N ir brīvais elektronu pāris, kas ar protoniem H^+ var veidot kovalento donora-akceptora saiti. Turpretī amonija hidroksīds NH_4OH ir vājš elektrolīts, kas daļēji disociē amonija NH_4^+ jonos un hidroksīdjonos OH^- .

Zinot vielas kopējo molāro koncentrāciju (0,127 mol/L) un disociācijas pakāpi $\alpha = 1,19\%$, kas parāda, cik liels daudzums vielas disociē jonos, iespējams aprēķināt OH^- jonu koncentrāciju šķīdumā.

$$[\text{OH}^-] = \alpha \times c_M = 0,0119 \times 0,127 \text{ mol/L} = 0,001511 \text{ mol/L}$$

$$\text{Tālāk aprēķina } p\text{OH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg(0,001511) = 2,82$$

$$\text{Tad aprēķina pH no } \text{pH} + p\text{OH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - p\text{OH} = 14 - 2,82 = \mathbf{11,18}$$

Līdzīgi aprēķinus iespējams veikt arī izmantojot bāzes līdzsvara konstanti K_b .