

Enamasti on tekstvastustes toodud kuni paar kõige asjakohasemat või tõenäolisemat vastusevarianti, ehkki õigeks loetavatavaid vastuseid võib olla rohkem. Mittetäieliku vastuse eest antakse vähem punkte, vastavalt ebatäpsuse määrale. Žürii jätab endale õiguse anda eriti originaalsete lahenduste eest boonuspunkte.

1. Vee kvaliteet (21.5 p)

Kohalik ettevõtja ehitas küla lähedale sigala, haris üles ümberkaudse maa ja rajas põllud, mida asuti väetama. See tõi ümbruskonna elanikele uusi töökohti, aga ka uusi muresid. Inimeste mure seostus eelkõige joogivee kvaliteediga. Külas saadakse joogivett küla keskel asuvast kaevust. Külaelanikud märkasid, et küla järv, mida kasutati suplemiseks, oli hakanud suve teisel poolel muutuma häguseks ja ebameeldivalt lõhnama.

Elanikud tellisid ekspertiisi, et teha kindlaks mõlema vee kvaliteet. Võeti kaks proovi – üks järve pinnakihist ja teine küla kaevust ning need saadeti Tervisekaitse laborisse uurimiseks.

Esmalt uuriti laboris veeproove mikroskoobi all, et tuvastada, kas probleem võiks olla seotud vee mikroorganismidega. Kaevuvee proov oli selge ja sealt ei leitud midagi kahtlast. Järvevee proovi uurides leiti seevastu palju rohekat värvi mikroorganisme, keda on kujutatud joonisel 1 tähtedega A, B, C ja D.



Joonis 1. Küla järvest leitud mikroorganismid mikroskoobi all vaadelduna. Arvesta, et pildid ei ole täpselt samas mõõtkavas!

1.1. Lähtu joonisest 1 ja oma teadmistest ning täida tabel järves leitud mikroorganismide kohta. Kirjuta iga tähe järele vastava organismi nimi. Leia igast sõnapaarist õige ja jooni see alla! (4 p)

Organism	Nimi	Taksonoomiline kuuluvus	Rakuline koostis
A	<i>amööb</i>	<u>algloom</u> / bakter	<u>Üherakuline</u> / mitmerakuline
B	<i>Sinivetikas</i>	algloom / <u>bakter</u>	<u>Üherakuline</u> / mitmerakuline
C	<i>silmviburlane</i>	<u>algloom</u> / bakter	<u>Üherakuline</u> / mitmerakuline
D	<i>kingloom</i>	<u>algloom</u> / bakter	<u>Üherakuline</u> / mitmerakuline

lk | 2



4 p

1.2. Millist joonisel 1 kujutatud organismi võib kõige tõenäolisemalt seostada järvevee häguseks muutumisega suvel? (1 p)

Vastus: *Sinivetikas.*

1 p

1.3. Selgita, mis võis antud olukorras põhjustada selle organismi vohamise suve teisel poolel küla järves. (1 p)

Vastus:

Sest järve satub vihma- ja põhjaveega ümberkaudsetelt põldudelt väetis, mis tingib vee õitsengu.

1 p

1.4. Otsusta, kas selles vees võib suvel supelda, hoolimata vee hägususest. Põhjenda oma vastust! (1,5 p)

Vastus:

Ei (õige valik 0,5 p), sinivetikate vohamisel kindlasti ei ole soovitatav vees ujuda. Näiteks võib vee allaneelamisel esineda küllalt tugevaid mürgistusi ja nahaga kokkupuutel allergilisi reaktsioone (põhjendus 1 p).

1,5 p

1.5. Pärast vaatlusi mikroskoobiga otsustati kontrollida joogivee bakterisisaldust. Selleks kasutati järgnevalt kirjeldatud protokoll.

1 liiter kaevuvett filtreeriti läbi filtri, millest bakterid läbi ei mahu. Filtrile jäänud bakterid pesti selle pealt maha 1 ml puhta veega. Saadud 1 ml lahust tähistati tähega A. Seejärel hakati lahust A lahjendama, tehes seda järgnevalt: pipetiga võeti 0,1 ml lahust A ja segati see 0,9 ml puhta veega.

Selle lahjenduse tähiseks on lahus A1, mida omakorda võeti 0,1 ml ja segati see taas 0,9 ml puhta veega. Saadi uus lahus A2. Lahusega A2 korrati sama protseduuri ja saadi järgmine lahus A3.

Kui suur võib olla filtri poori maksimaalne läbimõõt, et sellest bakterid läbi ei mahuks? (1 p)

Vastus:

Aktsepteeritakse vahemikku 0,1...1, õige vastus: 1 mikromeeter.

1 p

lk | 3



1.6. Mitu korda vähem baktereid on 0,25 ml lahuses A3 võrreldes sama ruumala lahusega A? (1,5 p)

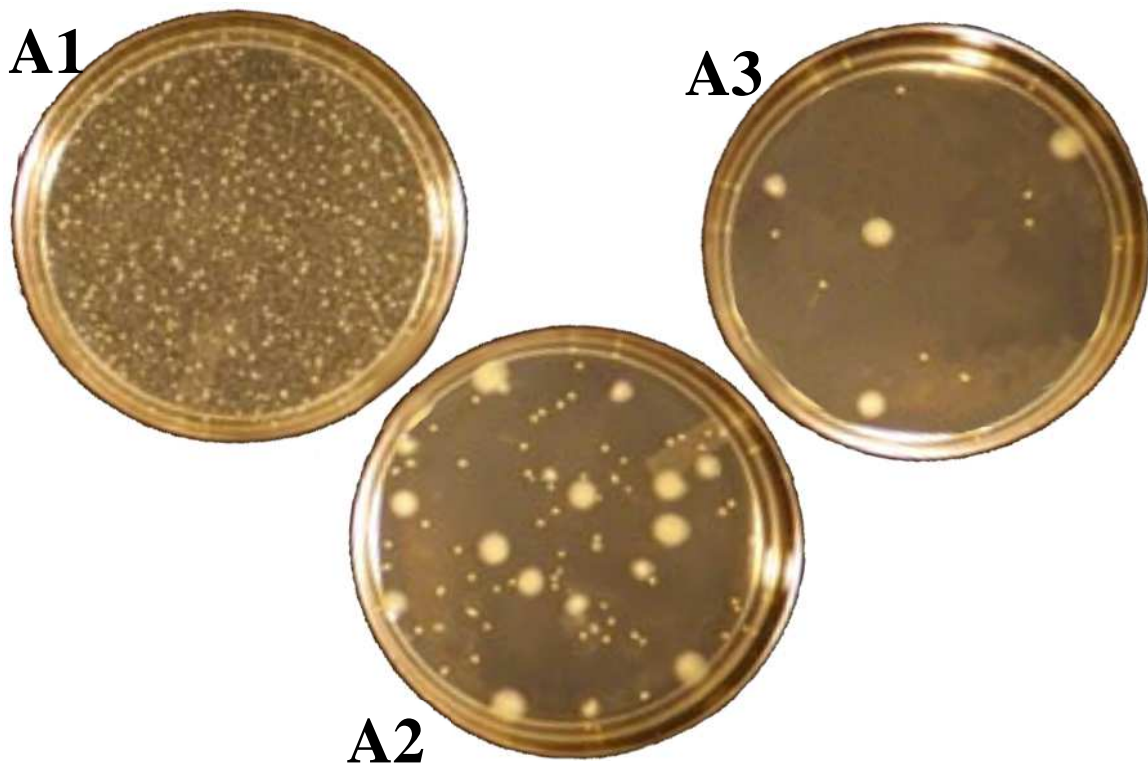
Lahendus:

Siin on tegemist kümnekordsete seerialahjendustega. A1 on 10x lahjem kui A, A2 10x lahjem kui A1, A3 10x lahkem kui A2, seega A3 on $10 \times 10 \times 10 = 1000$ korda lahkem kui A. Seega eeldaks me seal näha 1000x vähem baktereid.

1,5 p

1.7. Baktereid saab kasvatada Petri tassides (ümmargune läbipaistev karbik), mille põhjas on õhuke kiht bakteritele söödavat tarretist. Soodsates tingimustes paljunevad bakterid väga kiiresti, nii et mõne päevaga saab ühestainsast rakust miljardeid. Taolist bakterite hulka on juba silmaga näha kui täpikest läbipaistval tarretisel. Selliseid täpi/laigu moodi bakterikogumikke nimetatakse kolooniateks. Üks bakter paneb aluse ühele kolooniale.

Lahustest A1, A2 ja A3 võeti 0,1 ml proovid, mis hõõruti hoolikalt kolme Petri tassi tarretisepinnale laiali. Seejärel hoiti tasse nädal aega bakterite kasvuks sobival temperatuuril. Nädala möödudes avanes Petri tassidel alltoodud vaatepilt (joonis 2).



Joonis 2. Petri tassid, millel on nädal aega kasvatatud 0,1 ml veeproovist A1 (üleval vasakul), A2 (all keskel) ja A3 (üleval paremal). Üks täpp vastab ühele bakterikolooniale.

Mitu võimalikku lahendust

Žürii

Tasside A1, A2 ja A3 põhjal on võimalik arvutada bakterite sisaldus kaevuvees. Kirjelda, kuidas sa seda teed ja arvuta, kui palju baktereid oli kaevust toodud 1 ml kaevuvee proovis. (5 p)

Lahendus:

1) Kuna tass A1 on nii tihedalt täis kolooniaid, ei ole mõtet neid sealt lugema hakata. Loeme kokku kolooniad tassidelt A2 ja A3. Arvutame kummagi järgi bakterite sisalduse (teame ju, et iga koloonia on tulnud ühest bakterist, ja tassile on laiali hõõrutud 0,1 ml proovi) ja võtame nende keskmise (kirjeldus 1 p). Arvutus: Tassis A2 on ca 75 kolooniat (loeks õigeks 70...80). Tassis A3 on 11. (bakterite kokkulugemine annab 1 p). 1 ml lahust A sisaldab 1 liitri kaevuvee jagu baktereid. A1 10x vähem – 100 ml jagu (tähelepanek, et lahus A on saadud filtreerimisel = 1 p). Kuna külvasime tassile vaid 0,1 ml lahustest, jagame selle veel 10ga. Saame, et A1 tass sisaldab tegelikult 10 ml kaevuvee jagu baktereid. A2 veel 10x vähem, 1 ml jagu ja A3 veel 10x vähem ehk siis 0,1 ml jagu baktereid. (lahjenduste arvessevõtmine 1p). Saame, et tassis A2 on meil 75 bakterit/1 ml. Tassis A3 oleks meil siis 11 bakterit/0,1ml ehk siis 110 bakterit/1ml. Võtame sealt keskmise: $(75+110)/2 = 92,5 \approx 93$ bakterit milliliitris (katsekirjeldusele vastav lõppvastus 1 p).

lk | 4

2) Sisuliselt samamoodi, aga loeme kokku ainult tassi A2 kolooniad ja arvutame nende põhjal (ei võta mingit keskmist). Antud juhul ei anna keskmistamine palju juurde, sest A3 on saadud 10 korda lahjemast lahusest, bakterite arv võib seal kõikuda palju rohkem kui kangemas lahuses. (5 p)

Läheduses asuva sigala tõttu on tähtis kontrollida ka seda, kas vees esineb väljaheidetest tulenevat ehk fekaalset reostust.

1.8. Mis on nende bakterite loomulik elukeskkond, kelle olemasolu keskkonnas näitab fekaalset reostust? (1 p)

Vastus:

Soolestik 0,5 p, jämesool 1 p.

1 p

1.9. Kas kaevuvesi on nende bakterite jaoks pigem sobiv või ebasobiv keskkond? Miks? (1,5 p)

Vastus:

Ei ole soodne keskkond (õige valik 0,5p), sest kaevuvee keskkonnas pole neil vajalikke toitaineid. Samuti on seal näiteks ebasoodne kasvutemperatuur. (iga mõistlik põhjendus 0,5p, max 1p).

1,5 p

1.10. Fekaalse reostuse hindamiseks määratakse vees bakteriliigi *Escherichia coli* (*E.coli*) arvukust. Kaevuvees bakterit ei tuvastatud. Järvevees määrati *E.coli* arvukuseks 29 rakku 100 ml kohta.

Järgnevas tabelis on toodud erineva otstarbega vee lubatud bakterisisalduse piirväärtused.

1. Joogivee tegemiseks kasutatavale veele esitatavad nõuded (kvaliteediklass I)

Näitaja	Ühik	Suurim lubatud väärtus
1.1. Pinnavee korral		
<i>Escherichia coli</i> arvukus	tk/100 ml	50
1.2. Põhjavee korral		
<i>Escherichia coli</i> arvukus	tk/100 ml	0
Bakterikolooniate üldarvukus	tk/1 ml	100

2. Suplusveele esitatavad nõuded (väga hea kvaliteet)

Näitaja	Ühik	Suurim lubatud väärtus
<i>Escherichia coli</i> arvukus	tk/100 ml	500

Allikas: Riigi Teataja

Eelpool tehtud arvutuste ja tabeli põhjal otsusta, kas kaevuvesi on joogikõlbulik? Põhjenda! (1 p)

Vastus:

Kaevuvee üldine bakterisisaldus on 93 bakterit milliliitris, mis jääb lubatud piiride sisse. Samuti kuna seal ei tuvastatud E. coli esinemist, võib öelda, et kaevuvesi on joodav (õige valik 0,5 p), aga ilmselt mitte täiesti puhas. (põhjendus 0,5 p).

1 p

1.11. Kokkuvõttes anna hinnang, kuidas on lähedalasuv põllumajandus ja seakasvatus mõjutanud külaelanike joogivee ja järvevee kvaliteeti. (3 p)

Vastus:

Seakasvatus ei ole eriti mõjutanud, sest fekaalset reostust järvevees ei ole (1 p), samuti on põhjavesi korras (1 p). Seevastu on põldude väetamine (1 p) omanud ilmselt suurt rolli suvistes veeõitsengutes küla tiigis.

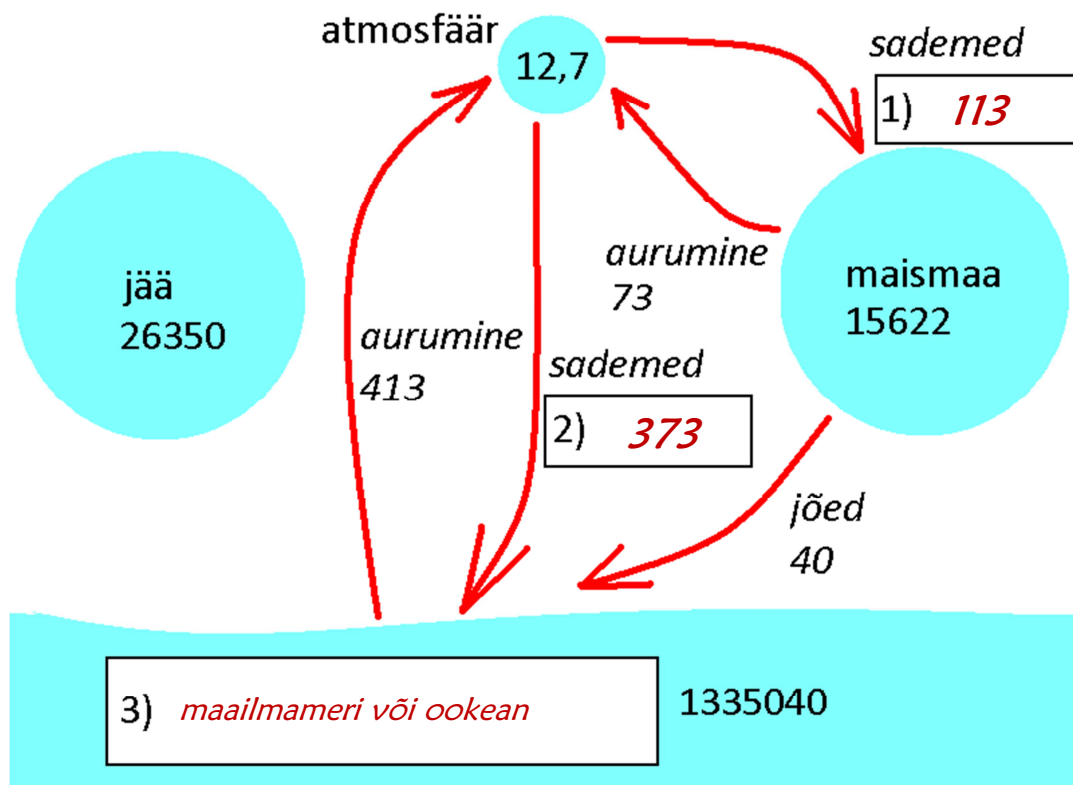
3 p

21,5 p

2. Veeringe (15 p)

Veeringet võib vaadelda kui vee liikumist meie planeedil erinevate voogude kaudu mitmesuguste «reservide» vahel. Alloleval lihtsustatud skeemil on toodud neli peamist reservi ja peamised vood. Reservides sisalduv vee hulk on antud vedela vee tuhandetes kuupkilomeetrites, voogude kiirus on samades mõõtühikutes ühe aasta kohta.

2.1. Kirjuta joonisele lahtritesse 1) ja 2) sademete hulgad (ühik tuhat kuupkilomeetrit aastas) ja lahtrisse 3) reservi nimi. Eelda siin, et reservide mahud on püsivad. (3 p)



3 p

Allikas: K. E. Trenberth, L. Smith, T. Qian, A. Dai, J. Fasullo 2007. «Estimates of the Global Water Budget and Its Annual Cycle Using Observational and Model Data».

2.2. Kust tuleb energia, mis paneb käima veeringe? (1 p)

Vastus:

Energia tuleb Päikeselt.

1 p

2.3. Skeemi alusel anna hinnang, kui palju vett saaksid maismaataimed aasta jooksul maksimaalselt kasutada. Põhjenda! (2 p)

Lahendus:

Mitte oluliselt rohkem kui 73000 kuupkilomeetrit (arvuline hinnang 1 p), sest nii palju vett aurub aasta jooksul maismaa kaudu (põhjendus 1 p).

2 p

2.4. Skeemi alusel arvuta välja, kui kaua aega püsib veemolekul keskmiselt atmosfääris. (3 p)

Lahendus:

Reservi maht on 12700 kuupkilomeetrit, aastas aurub sinna 486000 kuupkilomeetrit vett (andmete lugemine skeemilt 1 p), seega reservi mahu püsivust eeldades aasta jooksul vahetub atmosfääri vesi $486000/12700=38,3$ korda (1 p), seega vesi püsib keskmiselt atmosfääris 1 aasta/ $38,3=9,5$ päev (1 p).

3 p

Lihtsustatult võib öelda, et planeet Maa on kera raadiusega $R = 6400$ km. Maa pinnast 71% katab maailmameri. Kera pindala S ja ruumala V arvutamiseks vajalikud valemid on:

$$S = 4\pi R^2$$

$$V = \frac{4\pi}{3} R^3$$

kus $\pi = 3,14$.

2.5. Skeemi alusel arvuta, mitu meetrit tõuseks maailmamere tase, kui kogu jää ära sulaks. (6 p)

Lahendus:

*Lahendamiseks on mitmeid võimalusi. Üks lihtsamaid on selline:**Maakera pindala on $S=4*3,14*6400*6400=514457600$ km², (valemi järgi arvutamine 1 p),**sellest 71% ehk (protsendi teisendus 0,5 p) $0,71*514457600$ km² = 365000000 km² moodustab maailmameri (protsenti kasutav tehe 1 p).**Jääs oleva vee maht on 26350000 km³ (skeemilt andmete lugemine 0,5 p). Kui see laotada laiali eeltoodud pindala peale, tuleb veesamba kõrguseks 26350000 km³/ 365000000 km² = 0,0722 km = 72 m.**(Ratsionaliseeriva idee peale tulek 2p, tehe 1p)*

6 p

15 p

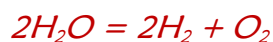
Niipalju tõusekski ookeanivee tase. Kera ruumala valemit ei läinudki vaja!

3. Vesi, vesinik ja kütused (31,5 p)

Seoses odavate fossiilsete kütuste piiratud hulga ja kliimasoojenemisega otsitakse võimalusi alternatiivsete energiaallikate laialdasemaks rakendamiseks. Alternatiivid on aga paraku sageli kallid ja ei ole lihtsalt kättesaadavad. Energia salvestamise probleemi üheks võimalikuks lahenduseks on toota vesinikku, mida saadakse vee elektrolüüsil. Selleks lisatakse vette sobivat ioonilist ainet ehk elektrolüüti, mis annab vees lahustumisel ioone. Seejärel lagundatakse vesi elektrivoolu toimet vesinikuks ja hapnikuks. Nõnda salvestatakse elektrienergia keemilise energiana. Vesiniku oksüdeerimisel on võimalik saada elektrienergiat.

**3.1. Kirjuta tasakaalustatud reaktsioonivõrrand vee elektrolüüsile!** (2 p)

Vastus:



2 p

3.2. Arvuta, kui suur on 3,2 l vee elektrolüüsile saadav vesiniku mass. Vee tihedus on 998 kg/m³. (4 p)

Vastus:

$$m = 3,2 \text{ l} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \cdot \frac{998 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18,0 \text{ g}} \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{2,02 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 358,3 \dots \text{ g} \approx 360 \text{ g}$$

4 p

*2 teisendust = 2*0,5 p, vee mass 1 p, vee ja vesiniku moolide leidmine 1 p, vesiniku massi leidmine 1 p*

3.3. Kui kaugele saab eelmises alapunktis mainitud kogusest veest valmistatud vesiniku abil liikuda vesinikuauto (Honda FCX Clarity), mis sõidab ühe kilogrammi vesinikuga 116 km? (1 p)

Lahendus:

$$d = 0,358 \text{ kg} \cdot \frac{116 \text{ km}}{1 \text{ kg}} \approx 42 \text{ km}$$

1 p

Sõltuvalt pakkumisest võidakse õigeks lugeda ka teisi vastuseid.

3.4. Elektrolüüs tarvitab elektrienergiat. Loetle kolm energiaallikat, mis ei ole fossiilset päritolu ja millest saadavat elektrienergiat on otstarbekas rakendada vesiniku tootmiseks elektrolüüsile. (1,5 p)

Vastus:

1) Päikeseenergia

2) Tuuleenergia

3) Voolava vee energia

1,5 p

3.5. Tänapäeval toodetakse vesinikku peamiselt veeauru reaktsioonil maagaasist saadud metaaniga (CH₄). Miks ei ole selline vesiniku tootmisviis loodussõbralik? (1 p)

Vastus:

Lõpp-produktina eraldub fossiilset päritolu süsinikdioksiid.

1 p

3.6. Arvatakse, et Maa algne atmosfäär koosnes peamiselt vesinikust, sarnanedes hiidplaneetide (nt Jupiteri) atmosfääriga. Käesoleval ajal leidub vesinikku lihtainena Maa atmosfääris ja meie planeedil tervikuna väga vähe.

3.6.1. Milline vesiniku füüsikaline omadus aitas kaasa vesiniku kadumisele Maa atmosfäärist? (1 p)

1 p

Vastus: Väike tihedus.

lk | 8



3.6.2. Kas aeroobne (hapnikul põhinev) elu selle tänapäevasel kujul oleks võimalik, kui Maa atmosfäär koosneks peamiselt vesinikust? Põhjenda vastust! (2 p)

Vastus:

Ei oleks. Elusorganismide jaoks vajaliku hapniku kontsentratsiooni juures atmosfääris reageeriks vesinik hapnikuga kergesti energiliselt (plahvatuslikult) ja selline atmosfääri koostis oleks väga ebapüsiv.

2 p

3.7. Vedela vesiniku tihedus keemistemperatuuri juures on $0,071 \text{ g/cm}^3$ ja ühe kilogrammi vesiniku põlemisel saadakse 142 MJ energiat. Bensiini tihedus on $0,74 \text{ g/cm}^3$ ja ühe kilogrammi bensiini põlemisel saadakse 47 MJ energiat. Näita arvutustega, kumma kütuse ruumalaühikust saab rohkem energiat. Mitu korda rohkem? (3 p)

Vastus:

Bensiini ruumalaühikust saab $\frac{0,74 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 47 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}}{0,071 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 142 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} \approx 3,4$ korda rohkem energiat.

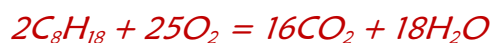
vesiniku energia ruumalaühiku kohta 1 p, bensiini energia ruumalaühiku kohta 1 p, suhte leidmine = 1 p

3 p

3.8. Bensiin on põhiliselt süsinikust ja vesinikust koosnevate ühendite (süsivesinike) segu, mille täielikul põlemisel eralduvad süsinikdioksiid ja vesi. Üheks põhiliseks bensiini komponendiks on oktaan molekulivalemiga C_8H_{18} .

3.8.1. Kirjuta C_8H_{18} põlemise tasakaalustatud reaktsioonivõrrand! (3 p)

Vastus:



3 p

3.8.2. Arvuta 1,5 kg C_8H_{18} põlemisel tekkiva vee mass. (4,5 p)

Lahendus:

$$m = 1,5 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{114,2 \text{ g}} \cdot \frac{18}{2} \cdot \frac{18,02 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \approx 2100 \text{ g}$$

oktaani massi teisendamine 0,5 p, oktaani moolide arvu leidmine 1 p, õige moolisuhe 1 p, vee moolide leidmine 1 p, vee massi leidmine 1 p.

4,5 p

3.9. Miks on vesinikku kütusena ebamugavam käsitseda kui bensiini?

Tõmba õigetele vastustele ring ümber! (4 p)

- a) Vesiniku keemistemperatuur on $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b) Mõnedes vesinikumolekulides leidub radioaktiivset triitiumit.
- c) Vesinikumolekuli mõõtmed on väga väikesed.
- d) Vesinikumolekulis leidub kaks aatomit.
- e) Vesinik lahustub paljudes metallides ja muudab need hapramaks.
- f) Vesiniku põlemisel eraldub palju vett.
- g) Vesiniku põlemisel ei teki süsinikdioksiidi.
- h) Vesiniku ja õhu segu süttib bensiinaurude ja õhu seguga võrreldes väga laias koostiste vahemikus.

4 p

lk | 9



3.10. Mille poolest on vesinik kütusena parem ja mille poolest halvem kui bensiin? Märki iga väite juures olevasse kastikesse vastav märk: vesiniku kasutamise eelis võrreldes bensiiniga antud nimekirjas plussiga (+), puudus miinusega (-) ja ebaoluline väide nulliga (0). (4,5 p)

- Vesiniku tootmiseks elektrolüüsil kulub rohkem energiat kui on võimalik saada vesiniku oksüdatsioonil.
- + Vesiniku oksüdeerimisel tekib ainult vesi.
- 0 Vesiniku aatomite vahel on molekulis üksikside.
- + Vett leidub Maal rohkelt ja laialdaselt.
- 0 Elektrolüüsil saadud vesiniku põlemisel kulub kütuse massiühiku kohta rohkem hapnikku kui bensiini põlemisel, ent atmosfääri hapnikusisaldus on piiratud ressurs.
- 0 Vesiniku põlemisel tekivad vesi on tugevam kasvahoonegaas kui süsinikdioksiid.

4,5 p

31,5 p

4. Nitraadid vees (24 p)

Nitraadid on soolad, mis koosnevad kahte liiki ionidest – positiivse laenguga metalliioonidest ja negatiivse laenguga nitraatioonidest (NO_3^-). Nitraadid kui lämmastikku sisaldavad ühendid on looduses väga vajalikud, sest lämmastik on tähtis toitaine eeskätt taimedele, aga ka teistele organismidele. Samas osutuvad paljud väikeses koguses hädavajalikud toitained liigsel tarbimisel mürgisteks – nii on ka nitraatidega. Seetõttu räägitakse vee nitraadireostusest. Nitraatide liiga suur kontsentratsioon keskkonnas, eriti joogivees, muutub ohtlikuks nii inimestele kui ka paljudele teistele elusorganismidele.

4.1. Nitraatide koostises olevale nitraatioonile vastab üks kindel hape. Kirjuta selle happe valem ja nimetus! (1 p)

Vastus:

Lämmastikhape – HNO_3

1 p

4.2. Nitraatide koostises on lisaks nitraatioonidele ka positiivse laenguga metalliioonid. Koosta valemid ja anna nimetused järgmisi metalle sisaldavatele nitraatidele! (5 p)

Metall	Nitraadi valem	Nitraadi nimetus
Kaalium	KNO_3	kaaliumnitraat
Alumiinium	$Al(NO_3)_3$	alumiiniumnitraat
Kaltsium	$Ca(NO_3)_2$	kaltriumnitraat
Liitium	$LiNO_3$	liitiumnitraat
Hõbe	$AgNO_3$	Hõbe(I)nitraat (á 0,5 p)

lk | 10



5 p

4.3. Missuguse tegevuse või eluvaldkonna tõttu satub loodusesse ohtralt nitraate, mis võivad põhjustada nitraadireostuse? (1 p)

Vastus: Õigeks loetakse: a) põllumajandus, b) väetamine, c) taimekasvatus, d) ja teised põllumajandusega seotud ning sobivad pakkumised

1 p

4.4. Milliseid pinnaveekogusid mõjutab nitraadireostus kõige tugevamini?

Tõmba õigele vastusele ring ümber! (1 p)

- a) aeglase vooluga jõed
- b) madalad järved ning tiigid
- c) kiire vooluga jõed
- d) sügavad järved

1 p

4.5. Kirjelda, mis juhtub veekogus nitraadireostuse tagajärjel! (2 p)

Vastus: Õigeks loetakse: a) veeõitseng, vetikate vohamine, b) veekogu eutrofeerumine ehk kinnikasvamine, c) kalade ja teiste veeorganismide suremine, d) hapnikupuuduse teke, e) vee läbipaistvuse vähenemine, f) vee pinnakihtide väga tugev soojenemine, g) jt variandid, mis eelpool nimetatutega sobivad

2 p

4.6. Salapärasest **veekogu X** iseloomustab väga suur bioloogiline mitmekesisus: üle saja liigi suurtaimi, 9 liiki kahepaikseid ja 37 liiki kalu. Nii on veekogus välja kujunenud ka rikkalik ja keerukas ökovõrgustik.

Enamik kalaliike toitub maimudena zooplanktonist. Noorjärku jõudes võib vastavalt liigile toimuda toiduobjekti muutus. Tindid jäävad toituma zooplanktonist, kohad kui röövkalad aga asuvad umbes kuu pärast ilmaletulekut jahtima endast väiksemaid kalu. Särjed ja kiisadki eelistavad noorjärgus süüa väiksemaid kalu, kuid vajadusel suudavad toituda ka põhjaloomadest ning taimestikust. Selline keerukas süsteem on veekogus X toimunud juba aastasadu.

Viimase aja kuumade suvede ja kasvava nitraadireostuse tagajärjel on olukord aga muutunud. Juba rohkem kui viie aasta eest vähenes tugevasti varem veekogu X arvukaima kala, jahedat ja puhtamat vett eelistava tindi arvukus. Tähtsale püügikalale kohale seevastu toitaineterikkad olud ja soojem vesi sobivad. Nii leidub vanemaid, püügias kohasid veekogus praegu küllaltki palju. Aga viimaste aastate sügisesed mõõtmised on andnud murettekitavaid tulemusi: sama aasta noorkohade keskmine pikkus on ligi poole võrra langenud. Särgedel ja kiiskadel ei ole sellist nähtust avastatud.

Kujutle, et satud selle veekogu kalda ääres vestlema kalameestega, kes asuvad kurtma noorte kohade kasvu kängujäämist. Nad pakuvad, et küllap on süüdi happevihmad või kiiritus. Sinul kui nutikal noorteadlasel on võimalus meestele tekkinud olukorra põhjusi selgitada.



4.6.1. Sõnasta eelpooltoodud teksti põhjal **hüpotees** (teaduslik oletus) noorkohade kasvu vähenemise peamise põhjuse kohta. (2 p)

Vastus: *Õigeks loetakse teksti baasil tehtud arukad hüpoteesid, mis ei lähe vastuollu tekstis antud infoga.*

2 p

Näiteks: Koha noorjärgus isendite pikkus on vähenenud, kuna nende toiduobjekti – tindi – arvukus on tugevalt vähenenud nitraadireostuse tagajärjel.

4.6.2. Selgita, kuidas sellise teooriani jõudsid! (3 p)

Vastus: *Õigeks loetakse eelmises punktis kirjutatud hüpoteesi toetav arutluskäik, kui selgitamiseks on kasutatud kas viiteid tekstile või korrektset loogilist tuletamist.*

Näiteks: Noorjärgus kohad muudavad toiduobjekti planktonilt teistele väiksematele kaladele, näiteks tindile. Kuna tekstis on öeldud, et kohale endale elamiseks uued olud sobivad, siis peab olema probleem toiduga. Kui tindi arvukus on vähenenud ning koha ei suuda taimedest ega põhjaloomadest toituda, siis toiduobjekti muutus noorjärgus ei toimu õigeaegselt ning noor koha jääb toituma planktonist. Plankton võrreldes väiksemate kaladega on aga toitainevaesem ning seetõttu on noorte kohade keskmine pikkus ka väiksem.

3 p

4.7. Millisest Eesti veekogust on tõenäoliselt eelnevas ülesandes juttu?

Tõmba õigele vastusele ring ümber! (1 p)

- a) Valgejõgi
- b) Emajõgi
- c) Heipsi järv
- d) Rõuge Suurjärv

1 p

4.8.1. Joogivee kaudu võib nitraadireostus muutuda ohtlikuks ka inimeste, eriti väikelaste tervisele. Millised pinnavormid suurendavad põhjavee nitraadireostuse ohtu? (1 p)

Vastus: *Karstivormid (õigeks loetakse ka lõhelise lubjakiviga aluspõhja vastamist)*

1 p

4.8.2. Nimeta piirkond Eestis, kus see oht on kõige suurem! (1 p)

Vastus: *Pandivere kõrgustik (lõhelise lubjakivi korral loetakse õigeks ka Lääne- ja Põhja-Eesti)*

1 p

maksimaalne lubatud kogus joogiveses 50 mg/l. votame katseks 1,3 grammi punast NaNO_3 ning lahustame selle puhta veega täidetud ämbris, kus on 20 liitrit vett. Kas saadud vesi on Euroopa Liidus kehtivate normide kohaselt joogikõlbulik? Tee arvutused ja sõnasta järeldus! (6 p)

Vastus: 1) NaNO_3 molaarmassi leidmine: 1 p
 2) NO_3^- ioonide molaarmassi leidmine: 1 p (võib ka kahepeale kokku 1 p, sest need on seotud)
 3) NO_3^- ioonide massiosa leidmine NaNO_3 -st: 1 p
 4) NO_3^- ioonide massi leidmine 1 p
 5) grammid milligrammideks – 0,5 p
 6) NO_3^- ioonide kontsentratsiooni leidmine 1 p
 7) mg/l suhte leidmine – 1 tehe, 1 p
 Normiga võrdlemine ja järelduse tegemine – 0,5 p

$$M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NO}_3^-) = 62 \text{ g/mol}$$

Kui NaNO_3 ehk 85 g/mol on 100%, siis NO_3^- ehk 62 g/mol moodustab sellest X protsenti:

$$x = \frac{62 \text{ g/mol} * 100 \%}{85 \text{ g/mol}} = 72,94\%$$

6 p

24 p

NO_3^- mass on seega:

$$m = \frac{72,94\% * 1,3 \text{ g}}{100} = 0,9482 \text{ g ehk } 948,2 \text{ mg}$$

Lahustades selle 20 liitris vees saame:

$$c(\text{NO}_3^-) = \frac{948,2 \text{ mg}}{20 \text{ l}} = 47,41 \text{ mg/l}$$

Kui norm on 50 mg/l ning saadud vees on nitraatiooni sisaldus 47,41 mg/l, siis see tähendab, et Euroopa Liidus kehtestatud piirväärtuse järgi on see vesi joogikõlbulik.

5. Jää tihedus ja meie (10 p)

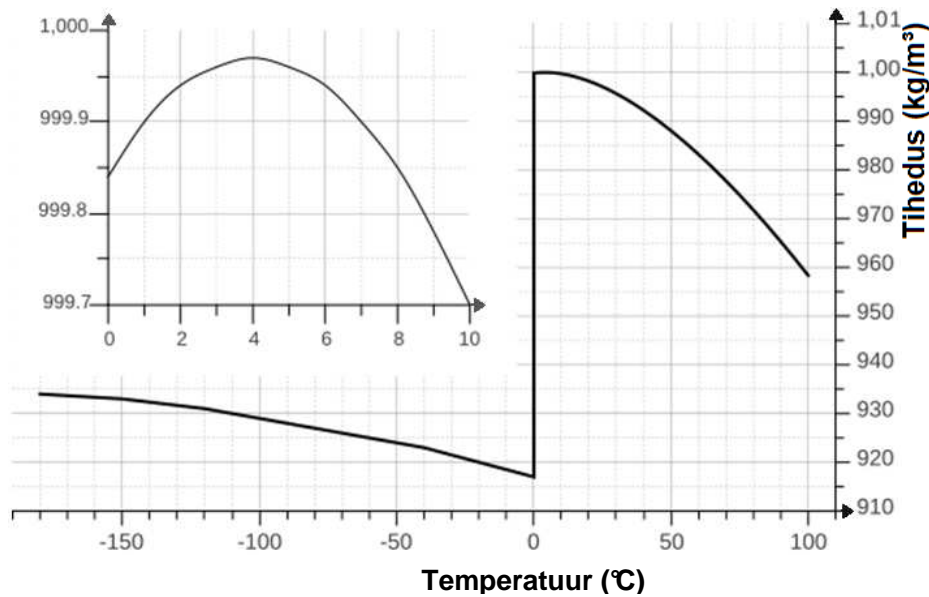
5.1. Veel on palju huvitavaid füüsikalisi ja keemilisi omadusi, mis eristavad seda enamikust ülejäänud ainetest. Näiteks üldise seaduspära kohaselt ained soojenedes paisuvad, aga veega on asi pisut teisiti. Teatud temperatuurist alates toob jahutamine kaasa vedela vee paisumise ja külmudes ehk jäätudes lisandub vee ruumalale ligikaudu kümnendik! Miks see nii on? Tõmba õigele vastusele ring ümber!

(1 p)

- Jääs on vee molekulide vahel tugevam tõukumine.
- Jää tekkimisel lagunevad vee molekulid üksikaatomiteks, mis on halvemini «pakitud».
- Vee jäätumisel katkevad vesiniksidemed, mis vedelas vees molekulidele kokku tõmbavad.
- Jääs seotakse vee molekulid uute vesiniksidemete abil korrapärasesse, hõredamasse kristallstruktuuri.

1 p

5.2. Järgnev suurendatud väljavõttega graafik pärineb *Wikipediast* ja kirjeldab vee tiheduse sõltuvust temperatuurist. Uuri seda, vajadusel arvuta ja tõmba pärast graafikut toodud **tõestele** väidetele ring ümber! (5 p)



Joonis 3. Vee tiheduse sõltuvus temperatuurist

- a) Mida kõrgem on temperatuur, seda väiksem on vedela vee tihedus.
- b) Vesi temperatuuril 1 °C on tihedam kui vesi, mille temperatuur on 8 °C.
- c) 1 teeklaasitäis kuuma vett kaalub rohkem kui 1 sama suur teeklaasitäis leiget vett.
- d) Kujutatud graafik hõlmab 250-kraadist temperatuurivahemikku.
- e) Jää tihedus temperatuuri tõustes suureneb.
- f) Juhul kui suure graafiku skaalat pikendada paremale, jätkuks graafiku sujuv langus.
- g) Kõige tihedam on vesi temperatuuriga 4 °C.
- h) Normaalarhul saab vedela vee tihedust soojendamise teel vähendada kuni 4%.
- i) Ääreni vett täis teeklaasi jahutamisel voolab vesi üle ääre.
- j) Talisupleja peab tegema pinnal püsimiseks vähem lihastööd kui suvine supleja samas järves.

5 p

5.3. Mõttele oma igapäeva elu kogemustele ja esita üks põhjendus, miks oleks inimeste või eluslooduse jaoks kasulikum, kui jää oleks veest tihedam. (2 p)

Vastus: *Veetorud ja -anumad ei külmuks talvel lõhki, teekate laguneks vähem. Külumumine kahjustaks organisme vähem. Sügavkülmutatud toidul säiliks pärast sulatamist parem struktuur ja välimus (rakukestad ja -seinad saaksid vähem kahjustada). Väheneksid sadamate kulud jäämurdmisele.*

2 p



5.4. Too välja ka üks kahjulik asjaolu, mis sellest võiks meile või elusloodusele tuleneda. Põhjenda. (2 p)

Vastus: *Tekkiv jää vajuks paksu kihina veekogude põhja ja sealne elustik häviks. Suur talvise läbikülmumise oht. Kogu sügaval paiknev jääkiht ei sulaks ka suvel, mis muudaks veekogud peaaegu elutuks. Lisaks oleks vesi suplemiseks liiga külm. Väheneks O₂ tootmine. Talvel ei saaks rajada jääteid.*

Vihjed olid piltidel eelmise lehe allservas!

2 p

lk | 14



10 p

6. Teede soolamine (8 p)

Kas tead, miks tekivad pärast talvistel tänavatel käimist sageli kingadele ja saabastele inetud valged vöödid? Ehk oled kuulnud autoomanikke kurtmas, et talvised teed ja tänavad panevad auto kere roostetama? Mõlemal juhul on süüdi libeduse tõrjumiseks teedale ja tänavatele puistatud ja sulavees lahustunud sool, mis niiskunud saapa kuivades selle pinnale sadestub ja vesilahusena metallisulamist valmistatud autokere korrosiooni kiirendab.

6.1. Teede ja tänavate soolamine on siiski vajalik, kuna aitab ära hoida liiklusõnnetusi. See on üks peamisi viise libedusetõrjeks. Kõige tavalisem teede ja tänavate soolamiseks kasutatav ühend on

naatriumkloriid ehk keedusool,
keemilise valemiga NaCl. (1,5 p)

1,5 p

6.2. Teede soolamise peamine libedusevastane toime on järgmine (tõmba õigele vastusele ring ümber). (1 p)

- Soolaterad muudavad jää pinna karedamaks, vähendades libedust.
- Sool reageerib jääga ja eralduvad gaasid muudavad jää kohevaks, vähendades selle libedust.
- Kristallhüdraadi tekkimisel soola ja jää ühinedes vabaneb palju soojust, mis sulatab jääd ja lund.
- Soola toimel sulab jää teekatte küljest lahti, sest soolalahuse külmumistemperatuur on madalam kui puhta vee oma.

1 p

6.3. Tänavate soolamisel leidub veelgi kahjulikke mõjusid. Näiteks kannatab liigse soola tõttu linnahaljastus. Selle põhjus on järgmine (tõmba õigele vastusele ring ümber). (1 p)

- Rohke sool hoogustab taimede pikkuskasvu, põhjustades nende väljavenimise.
- Ülemäärane sool sadestub taime pinnale, takistades fotosünteesi.
- Sooldunud pinnas takistab vee omastamist mullast ja põhjustab taimede kuivamise.
- Sool reageerib taimerakkudes klorofülliga, mis värvub kollaseks ja kaotab toime.

1 p

6.4. Samas kui ülejäanud taimeliigid sooldunud teeservadest taanduvad, on üks rohttaim (ladinakeelse nimetusega *Cochlearia danica*) Suurbritannias leidnud uue soodsa kasvukoha just nendes soolatud teeservades, laiendades suure kiirusega oma levilat. Liiki leidus varem vaid (tõmba õigele vastusele ring ümber!): (1 p)

- a) mererannikul;
 b) raudteetammidel;
 c) rabades;
 d) paekarjäärides.



1 p

lk | 15



6.5. Talve jooksul kulub Eestis teede ja tänavate jäätõrjeks umbes 50 000 tonni soola. Teed moodustavad Eesti pindalast, mis on 45 227 km² ligikaudu 1,4 %. Mitu grammi soola puistatakse talvel keskmiselt ühele ruutmeetrile teepinnale? (3,5 p)

Lahendus:

- 1) Soola kogus: 50 000 tonni = 50 000 000 000 g
 2) Eesti pindala ruutmeetrites: 45 227 km² = 45 227 000 000 m²
 3) Teede pindala: 1,4% * 45 227 000 000 m² / 100% = 633 178 000 m²
 4) Soola kogus 1 m² teepinna kohta: 50 000 000 000 g / 633 178 000 m² = 78,9 g

3,5 p

8 p

7. Vesi inimkehas

Ühe Aasia rikka naftariigi palavalt armastatud sultan otsustas asuda arendama teadust ja asutas Riiklikult Tähtsate Uuringute Instituudi. Eialgu tuli palgata kesk- ja põhiharidusega uurijad, kuna riigis puudusid ülikoolid ja internetiühendus, mis hõlbustanuks välisteadlaste otsimist. Kust siis leida tippspetsialist, kes personali välja koolitaks? Aga kus häda kõige suurem, seal abi kõige lähem! Nii värvati teadusdirektori ametisse seni valitseja õukonnale uuenduslikku astraalse ninamassaaži teraapiat pakkunud noor väljapaistev eesti soost õpetlane, dr Sander Vesilik. Tema kasuks rääkisid Eestis omandatud ärijuhi diplom ja aasta hiljem Hiina Xiuchau Rahvameditsiini Ülikoolist kaugõppe teel hangitud doktorikraad.

Esimese projektina kavandas uus teadusdirektor uurimuse kõrbetingimustes tähtsa probleemi – inimkeha veebilansi tundmaõppimiseks. Katseisik paigutati nädalaks hermeetiliselt suletud ruumi, kus andurid mõõtsid pidevalt veeauru sisaldust õhus. Samuti määrati veekogused katsealuse tarbitud toidus ja joogis, aga ka uriinis ja väljaheites. Tulemused olid rabavad! Nimelt eritas katsealune, kellele dr Vesilik igaks juhuks eksperimendi eel astraalse ninamassaaži seansi oli sooritanud, ööpäevas keskmiselt 300 g rohkem vett, kui ta seda toidu ja joogiga manustas! Pärast põhjalikku analüüsi ja korduskatseid veel mitme sarnaselt ettevalmistatud isikuga jõudis dr Vesiliku tööühm järeldusele, et tegu peab olema astraalse ninamassaaži imelise, teadusele tundmatu kõrvaltoimega, mis soodustab inimese toimetulekut väga kuiva õhuga kõrbetingimustes. Seoses sellega tehti sultanile ettepanek algatada riiklik programm kogu elanikkonda hõlmava astraalse ninamassaaži kliinikute võrgustiku rajamiseks, mida pidi koordineerima asuma dr Vesilik isiklikult.

Aga sultan oli ettevaatlik mees ja otsustas palgata uuringut hindama parajasti riiki külasthanud prof Waterstone'i, maineka füsioloogi USAst, Harvardi ülikoolist. Viie minutiga oli professoril käes mõistatuse vastus, mis sai dr Vesilikule saatuslikuks!

7.1. Millest oli tegelikult tingitud eritatava vee salapärase lisandumine? (2 p)

Vastus:

Vesi on põhitoitainete (süsivesinike, valkude ja rasvade) rakusisese lõhustamise üks peamisi saadusi. See asjaolu võimaldab organismi veevajadust teatud määral katta nn endogeense ehk organismi siseselt ainevahetuse käigus moodustuva vee arvel (eriti oluline on see kaamelile).

2 p

7.2. Mida oleks dr Vesiliku töörühm võinud teha teisiti, et jõuda targemale järeldusele? (4 p)

Vastus: 1) Oleks tasunud end teoreetiliselt kurssi viia inimese ainevahetuse toimimisega.

Oleks tulnud mõõta ära ka teiste ainete, mitte vaid vee kogused. Siis oleks ilmnenud, et vee lisandumine toimub teiste omastatud toitainete arvelt, st teatav osa neist muundatakse veeks.

2) Oleks tulnud kasutada ka samadele katsetingimustele allutatud kontrollgruppi, kes astraalset ninamassaaži ei oleks saanud. Siis oleks ilmnenud, et astraalset ninamassaažil pole vee eritumisele mingit mõju, st need kaks tegurit pole omavahel põhjuslikus seoses.

lk | 16



4 p

7.3. Toitumisoostaja Vello Vesipapp korraldas Eesti linnades tasuta loengusarja, et tutvustada õpetust, mille kohaselt tuleks organismi puhastamiseks mürgistest jääkidest tarbida vähemalt 3 liitrit puhast destilleeritud vett ööpäevas. Kas soovitaksid oma kõhklevale sõbral toitumisoostaja soovitus järgida? Tõmba õigele vastusele ring ümber! (1 p)

- a) Jah, destilleeritud vees saab lahustuda rohkem mürgiseid jääkaineid, mistõttu see on tõhusam kui tavaline vesi.
- b) Jah, destilleeritud vees puuduvad soolad ja muud lisaained, mis on organismile kahjulikud.
- c) Ei, destilleeritud vesi viiks organismist välja olulised mineraalained ja tekiks liigne koormus neerudele.
- d) Ei, pigem tasuks juua sama kogus tavalist vett, kuna destilleeritud vesi on liiga kallis, aga sama füsioloogilise toimega.

1 p

7.4. Tõmba järgnevas loetelus õigetele vastustele ring ümber. (4 p)

- a) Vesi moodustab täiskasvanud inimese kehamassist keskmiselt 80%.
- b) Vesi on kehas nii tähtis, kuna selles lahustuvad kõik ainevahetuses osalevad ained.
- c) 30. laiuskraadi elanik peaks jooma aastas rohkem vett kui tartlane.
- d) Inimkehas leiduv vesilahus on valdavalt veidi happeline.
- e) Tugevasti rasvunud inimesel on ujudes lihtsam veepinnal püsida.
- f) Higinäärmete ülesandeks on abistada neere liigse vee eemaldamisel organismist.
- g) Merehädalist ähvardab ookeanil eeskätt organismi kuivamine.
- h) Vanuse kasvades inimkeha tihedus suureneb ja veesisaldus väheneb.

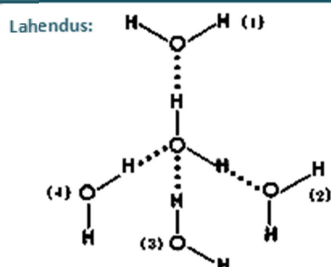
4 p

11 p

8. Vee olekud ja talvine tiik (24,5 p)

Vesi on üks väheseid aineid, mida tunneme tavaelus kolmes olekus. Üheks põhjuseks on vesiniksidemete esinemine vee molekulide vahel. Vesinikside on nõrk keemiline side, mis esineb tavaliselt ühe molekuli elektronegatiivse elemendi (fluor, hapnik või lämmastik) aatomi ja teise molekuli vesinikuaatomi vahel.

8.1. Joonista kaks vee molekuli ja tähista punktiiriga nendevaheline vesinikside. (1 p)



Kommentaari: Joonisel on toodud 4 võimalikku näidist vesiniksideme kujutamiseks vee molekulide vahel. Mistahes õige variandi eest saab maksimumpunktid.

1 p

8.2. Vesiniksidemete olemasolu mõjutab vee füüsikalisi omadusi.

Märgi, kas vee sulamis- ja keemistemperatuur on tänu vesiniksidemete esinemisele kõrgemad või madalamad. (0,5 p)



kõrgemad



madalamad

0,5 p

Põhjenda oma vastust! (2 p)

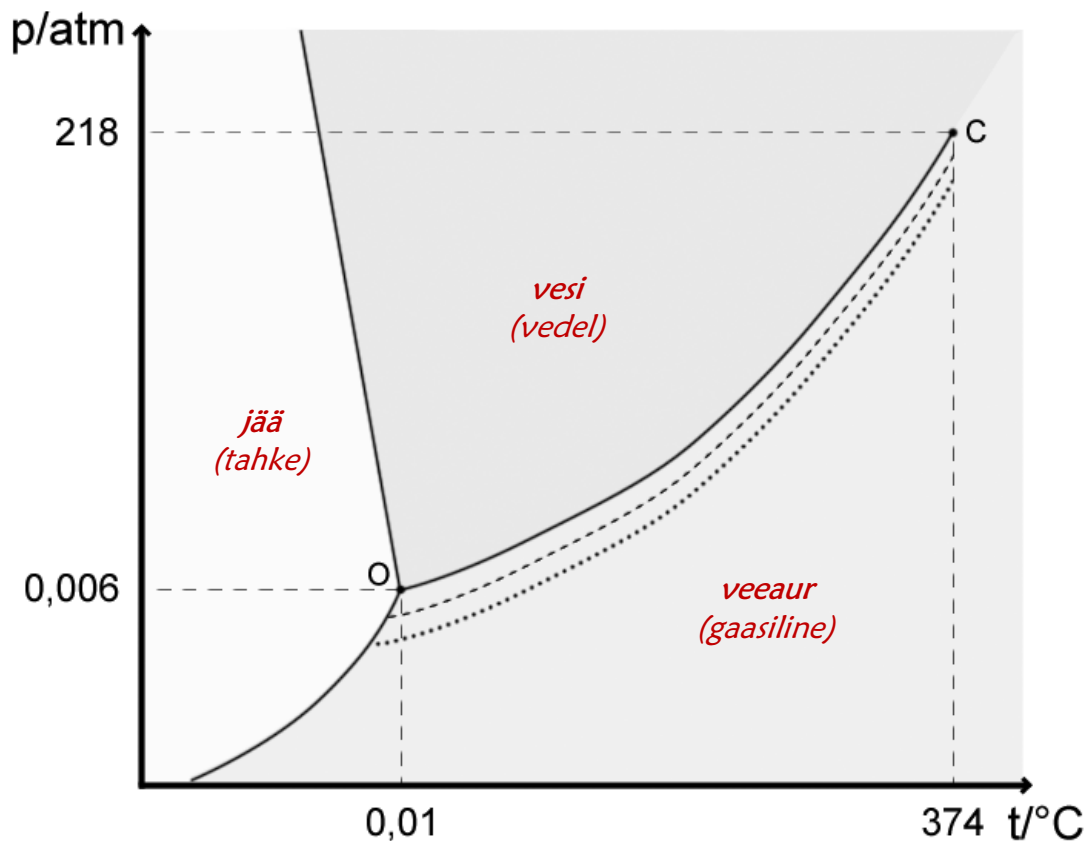
Vastus:

Vesinikside on täiendav keemiline side vee molekulide vahel, seega vesiniksidemete lõhkumiseks on vaja täiendavat energiat, mis tõstab nii vee sulamis- kui ka keemistemperatuuri. (Võrdle ka H_2O ja hapnikuga samas perioodis olevate elementide (S, Se, Te) ühendite H_2S , H_2Se , H_2Te keemis- ja sulamistemperatuure.)

lk | 17



2 p



1,5 p

Joonis 4. Vee olekudiagramm

8.3. Joonisel 4 on kujutatud vee olekudiagramm. See on graafik, mis näitab, millises olekus on vesi antud rõhu ja temperatuuri juures. Kirjuta diagrammile vee 3 agregaatolekut! (1,5 p)

8.4. Graafikul on O-ga tähistatud vee kolmikpunkt ja C-ga kriitiline punkt.

- Millises olekus on vesi kolmikpunktile O vastava rõhu ja temperatuuri juures? Märki sobivasse lahtrisse täht **O**!
- Millises olekus on vesi, kui rõhk ja temperatuur tõusevad üle kriitilise punkti C väärtuste? Märki sobivasse lahtrisse täht **C**! (4 p)

- tahkes
- vedelas
- gaasilises
- tasakaalus jää ja veeauru vahel
- tasakaalus tahke ja vedela oleku vahel
- tasakaalus jää, veeauru ja vee vahel
- vesi on vaheldumisi vedel, tahke ja gaasiline
- olek on määratlematu



4 p

8.5. Kas jää võib otse üle minna gaasilisse olekusse?



JAH



(0,5 p)

0,5 p

8.5.1. Põhjenda graafiku abil. (2 p)

Vastus:

Graafikult on näha, et kui rõhk on alla kolmikpunktile vastava 0,006 atm ja jää temperatuuri tõsta, siis läheb jää otse üle gaasilisse olekusse ehk sublimeerub.

2 p

8.5.2. Too vähemalt üks näide igapäevaelust. (1 p)

Vastus:

Talvel välja kuivama riputatud pesu kõigepealt jäätub, seejärel jää sublimeerub ja pesu kuivab, kuigi temperatuur on alla 0°C. Samal põhjusel võib kahaneda lume hulk hangedes, kuigi temperatuur on püsivalt 0°C. Jää sublimeerumist kasutatakse ka toiduainete kiirkuivatamiseks.

1 p

8.6.1. Mis juhtub jääga, kui selle temperatuur on püsivalt 0°C, aga rõhku tõstetakse? (1 p)

Vastus:

Jää sulab ehk läheb üle vedelasse olekusse.

1 p

8.6.2. Miks nii juhtub? (1 p)

Vastus:

Vesi on kõige tihedam 4°C juures. Rõhu tõstmisel peaks jää tihedus suurenema, aga kuna vedel vesi on jääst tihedam, siis jää sulab.

1 p

Sügisel ja talve alguses vee temperatuur tiigis langeb, sest vett jahutab külm õhk tiigi kohal. Madalama temperatuuriga vesi on tihedam ja langeb tiigi põhja. Pinnale kerkinud soojem vesi omakorda jahtub ja ringlus jätkub.

Žürii

8.6.3. Selgita selle põhjal, miks tiigid talvel tavaliselt põhjani ei külmu. (2 p)

Vastus: Kõige tihedam on aga vesi 4°C juures, seega selle temperatuuri juures ringlus lakkab ja vesi tiigis kihistub, nii et pinnal langeb temperatuur 0 kraadini ja toimub jäätumine. Kuna jää tihedus on väiksem kui veel, siis püsib jääkiht tiigi pinnal ja kasvab aeglaselt allapoole.

2 p

(Väga madala veetaseme ning karmi pakasega võib siiski külmuda kogu vesi tiigi põhjani välja.)

8.7. Graafikul on tähistatud punktiiri ja katkendjoonega temperatuuri ja rõhu mõju tiigi- ning merevee olekutele. Missugune järgnevatest väidetest on tõene? Tee ring ümber õigele vastusevariandile! (2 p)

- Punktiirjoon tähistab tiigivett ning katkendjoon merevett, sest suurema lisandite kontsentratsiooniga lahus jäätub madalamal temperatuuril.
- Punktiirjoon tähistab merevett ning katkendjoon tiigivett, sest suurema lisandite kontsentratsiooniga lahus jäätub madalamal temperatuuril.
- Punktiirjoon tähistab merevett ning katkendjoon tiigivett, sest suurema lisandite kontsentratsiooniga lahus jäätub kõrgemal temperatuuril.
- Punktiirjoon tähistab tiigivett ning katkendjoon merevett, sest suurema lisandite kontsentratsiooniga lahus jäätub kõrgemal temperatuuril.

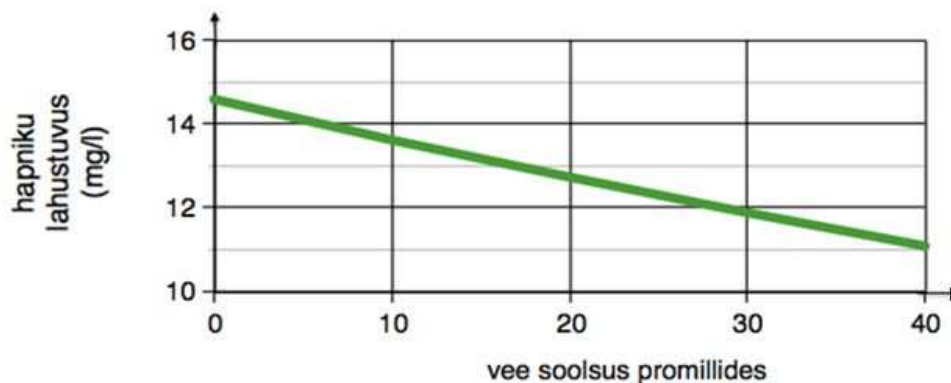
2 p

8.8. Eesti talv on vee-elustikule raske katsumus, kuid kalad elavad tiigivees reeglina talve üle. Missugused kohastumused neil selleks on? (2 p)

Vastus:

- Paljude kalade ainevahetus aeglustub oluliselt, nii et nad saavad piiratud toidu- ja hapnikukogusega talve üle elada.
- Kalad võivad ka varuda talveks rasvakihi, mis aitab (koos aeglase ainevahetusega) talve üle elada.
- Mõned kalad kaevuvad tiigi põhjasetetesse ja jäävad n.ö. talveunne (s.t. ainevahetuse peaaegu seiskumist).
- Kalad võivad koguneda tiigisiselset piirkonda, kus tingimused on paremad, nt kui tiigil on olemas sissevool (allikad või oja), siis on selle ala lähedal hapnikurikkam vesi.

2 p



Joonis 5. Hapniku lahustuvus vees 0°C juures sõltuvalt vee soolsusest

8.9. Selgita jooniste 4 ja 5 abil, missugused eelised ja puudused on soolase veega tiigil (mageda veega tiigi suhtes) kalakasvatuse seisukohast Eesti talve tingimustes. (2 p)

Eelised: Soolase veega tiik jäätub madalamal temperatuuril kui mageveeline (joonis 4), seega on pehme talve korral jääkate all oleku aeg lühem (tiik ei pruugigi jäätuda) ning jääkate õhem.

Kaladel on seetõttu väiksem võimalus lämbuda.

Puudused:

Soolases vees lahustub vähem hapnikku (vt joonis 5: maailmamere keskmine soolsus on umbes 35 promilli). Seega kui talv on karm ja tiik pikalt jääkatte all, peavad kalad hakkama saama väiksema hapnikukogusega kui mageda veega tiigis ja võivad lämbuda.

2 p

23,5 p

9. Kõrbelinna veevarustus (39 p)

Maakera elanikkond kasvab ja inimestele rajatakse uusi linnu. Meile juba tuttavas rikkas naftariigis leiti uue linna rajamiseks väga sobiv koht mereäärsest kõrbest. Tulevase linna kõrvalt mööduvad tähtsad laevateed ja läheduses on mäeahelik, kus leidub suures koguses metallimaake ja kuhu oleks kasulik rajada kaevandusi. Allpool on toodud piirkonna kaart, kus plaanitav linn on tähistatud ringiga.

On prognoositud, et linna elanikkond hakkab kiiresti kasvama, kuid samas pole läheduses ühtegi mageveekogu, millest saaks linna veega varustada. Et vältida katastroofilist veepuudust, on vaja sellele probleemile aegsasti lahendus leida, sest selline linn võib hakata tarbima üle 1 gigaliitri (GL) vett päevas. Hea loodusteaduste tundjana palgati Sind sultani nõunikuks linna veevarustuse rajamise küsimuses. Enne sultanile lõpliku soovitusel tuleb Sul leida vastused järgmistele veevärgi rajamisega seotud küsimustele.

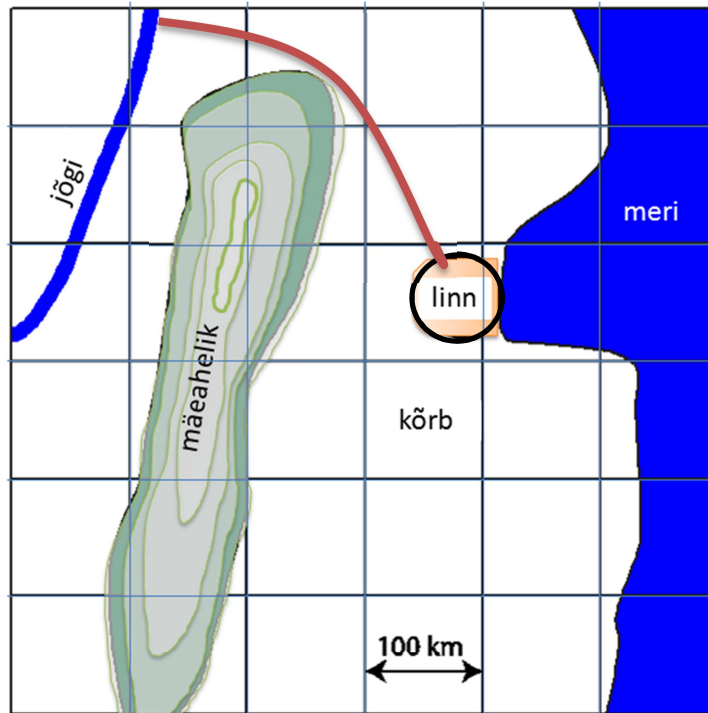
Rajatava linna reaalse veevajaduse prognoosimiseks küsiti naaberrigi sarnase suurusega linna veeametist andmed ühe keskmise päeva veevajaduse kohta ööpäeva lõikes. Saadud andmed on esitatud allolevas tabelis. Linna veetarvet on mõõdetud veearvestiga, mis näitab vee kogust (megaliitrites – ML) päevas. Tabelis on toodud veetarbe mõõtmistulemused kindlatel ajahetkedel (aeg tundides, mis on mõõdetud alates südaööst) ja neile ajahetkedele vastavad veearvesti näidud.

NB! Kahe esimese ülesande mahukuse tõttu on lubatud lahendamist alustada 3. osast, kasutades hinnangulist veetarvet 1 GL päevas.

Kas vaatasisid ELO kodulehelt või YouTubest videoklippi «Kuidas joonistada graafikuid?»

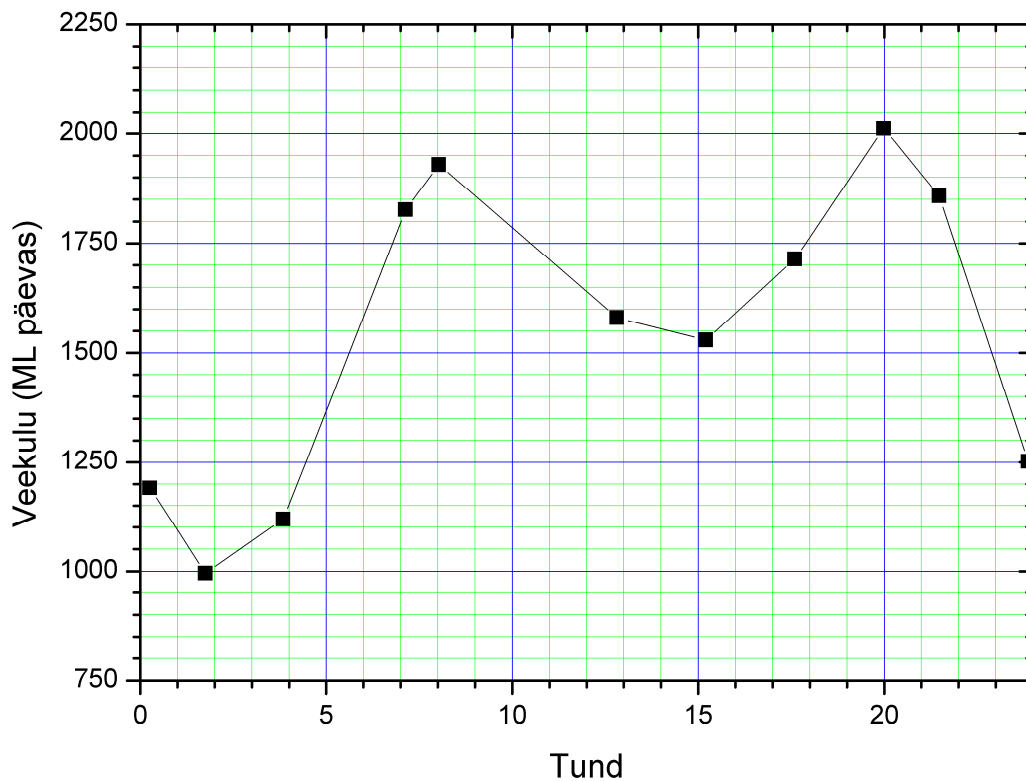
JAH

EI



Aeg südaööst (tundides)	0,26	1,75	3,84	7,13	8,03	12,81	15,20	17,59	19,99	21,48	23,87
Veetarve (ML päevas)	1191	996	1119	1827	1930	1581	1529	1714	2012	1858	1252

9.1. Koosta antud andmete põhjal järgnevale ruudustikule **korrektselt vormistatud** graafik. (9,5 p)



9.2. Määra graafikult linna päevane veetarve, kirjelda meetodit selle määramiseks. (6 p)

Vastus: *Vastus tuleb ligikaudu 1,6 GL, kõige täpsem lahendus on lugeda ära graafiku alla jäävate ruutude arv ja jagada tundide arvuga ning korrutada 50 ML/päevas (antud graafiku korral, sõltub graafikust) + otsa 750 ML/päevas (6p). Kui graafikule panna joonlaud ja leida koht, kus hälbed mõlemale poole on ligikaudu samad ja leida tulemus, siis 3p.*

lk | 22



6 p

9.3. Vesi voolab linna läbi silindrilise toru, mille läbimõõt on 5 m. Kui suur on vee voolu keskmine kiirus (meetrit sekundis) torus? (3 p)

Lahendus: *Lahendamiseks on vaja teisendada 1,6 GL/päevas kuupmeetriteks sekundis (1 p) ja jagada ristlõikepindalaga $\pi d^2/4$ (1 p), vastus tuleb ≈ 0.94 m/s (1 p).*

3 p

Linna jaoks lähim mageda vee allikas on suur jõgi linnast loodes, kuid linn on plaanitud rajada mere kaldale. Üheks võimaluseks on transportida vesi jõest ümber mäeaheliku torujuhtme abil. Teine võimalus on magestada merest võetavat merevett.

Vaatleme kõigepealt juhtu, kus vesi transporditakse rajatavasse linna jõest.

9.4. Vesi transporditakse jõest linna torujuhtme kaudu. Kui pikk peab see toru olema? Tähista torujuhe kaardil! (2 p)

Lahendus: *Torujuhtme tähistamine (vt kaart lk 21) (1p)
Pikkuse leidmine, ligikaudu 370 km (1p).*

1 p

9.5. Vee transport jõest torujuhtmega vajab vahepeal pumpamist ja see kulutab energiat. Keskmiselt kulub vee transpordiks energiat 24,4 J liitri ja kilomeetri kohta. Kui palju energiat (džaulides) on vaja kulutada vee transpordiks linna ühe liitri transporditava vee kohta? (1 p)

Lahendus: *Vastuse leidmine: torujuhtme pikkuse korrutamine 24,4 J-ga liitri ja kilomeetri kohta, tuleb ligikaudu 9 kJ/l, sõltuvalt torujuhtme pikkuse leidmise täpsusest (1p).*

1 p

9.6. Mitme päeva veevaru on selles torustikus, kui silindrilise toru läbimõõt on kogu torujuhtme pikkuses ühtlaselt 5 m? (3 p)

- Lahendus:**
- 1) *Algandmete ühikute korrektsed teisendused: 0,5 p*
 - 2) *toru ruumala leidmine kuupmeetrites (teadaolev ristlõikepindala * pikkus): 1 p*
 - 3) *kuupmeetrite teisendamine liitriteks: 0,5 p*
 - 4) *läbijagamine päevase kogusega: tulemuseks 4,5 päeva: 1 p.*

3 p

9.7. Jöest tulevat vett peab kindlasti enne veevõrku suunamist puhastama. Vee puhastamiseks kulub lisaks keskmiselt 950 J / L energiat. Arvuta, kui palju energiat on kokku vaja, et tagada jõevee abil linna veevajadus üheks ööpäevaks! (2 p)

Lahendus: *6. ülesande tulemuse ja 950 J/l liitmine: 1 p*
Päevaks vajaliku veekogusega korrutamine: ≈16 TJ: 1 p.

lk | 23



2 p

Vaatleme nüüd merevee magestamise võimalust. Kõige tõhusam moodus selleks on pöördosmoos. Selle käigus surutakse soolane vesi läbi poolläbilaskva membraani (membraan, millest mahuvad läbi ainult vee molekulid) ja tulemuseks on joogikõlbulik magevesi. Pöördosmoosil töötava veepuhastusjaama saab ehitada linna lähedale, mistõttu on vee transpordikulud tühised. Samuti puudub vajadus magestatud merevee järelpuhastamiseks. Seega võib arvestada vee hinna kalkuleerimisel ainult merevee magestamisele tehtud kuludega.

9.8. Pöördosmoosil vee magestamisele kulub energiat 11 kJ / L. Kui palju energiat on vaja linna päevase veevajaduse katmiseks pöördosmoosi meetodil? (1 p)

Lahendus: *Korrutamine veevajadusega, tulemus ≈ 17 TJ.*

1 p

9.9. Kumba meetodit soovitad kasutada ainult energiakulu silmas pidades? (0,5 p)

- a) Vee transport jõest ja selle puhastamine
 b) Merevee magestamine pöördosmoosi teel

0,5 p

Õige vastus sõltub eelnevatest tulemustest, antud juhul a.

9.10. Eelnevaid arvutusi tellides on rajatava linna veesüsteemi planeerijatel ununenud arvesse võtmata üks täiendav veemajandusalane võimalus, mis aitaks vett ja energiat kasutada säästlikumal, keskkonnasõbralikumal viisil. Milline? (2 p)

Vastus: *Reovett on võimalik puhastada ja pärast seda linna veevarustuses uuesti kasutusele võtta.*

2 p

9.11. Nüüd on Sul aeg esitada etteantud info, oma teadmiste ja arvutuste põhjal sultanile igakülgset läbimõeldud ettepanek, kuidas tuleks korraldada uue linna veevarustus. Millise lahenduse ja miks valiksid? (3 p)

Vastus: *Punktide arv sõltub põhjendustest. Tuleks tähele panna, et energiatarve on mõlemal meetodil sarnane, kuid pöördosmoos kasutab märksa stabiilsemat veeallikat – ookeani – ja seetõttu oleks see märksa stabiilsem pikemas perspektiivis.*

3 p

Linna plaanitakse ehitada kuni 200 m kõrguseid pilvelõhkujaid. Pilvelõhkuja veega varustamiseks pumbatakse tavaliselt vesi selle katusel olevatesse paakidesse, kust see siis raskusjõu mõjul alla voolab. Vaatleme ühte pilvelõhkujat, mille veevarustus sellisel moel töötab.

9.12. Kui suur on täiendav energiakulu 1 liitri vee tarbimiseks sellises 200 m kõrguses pilvelõhkujas, kui vett hoitakse enne tarbimist hoone katusel?

(Massi m liigutamiseks kõrgusele h gravitatsiooniväljas on vaja teha tööd $A = mgh$, vee tihedus on $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, gravitatsioonikiirendus $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.) (2 p)

Lahendus:

$$A = \rho gh \cdot 11 = 1,96 \text{ kJ} \approx 2 \text{ kJ}$$

Tehte tabamine: 1 p

Korrektset arvutused ja teisendused: 1p.

lk | 24



2 p

9.13. Mitu atmosfääri oleks rõhk torudes maja alumistel korrustel, kui rõhku vähendavaid ventiile poleks? (Rõhk on jõud jagatud pindalaga, millele see mõjub, gravitatsioonijõud on $F = mg$, 1 atmosfäär on $101 \text{ kPa} = 101 \text{ N/m}^2$) (4 p)

Lahendus:

$$F = mg = \rho Vg = \rho hSg \Rightarrow p = \frac{F}{S} = \frac{\rho hSg}{S} = \rho gh \quad (2 p)$$

Arvutamine (1 p)

Atmosfääridesse teisendamine: ≈ 19 atmosfääri (1 p).

4 p

39 p

Täname olümpiaadil osalemast!

Palume, et annaksid oma hinnangu piirkonnavoorele meie veebilehel ebo.ee.

Siis oskame olümpiaadi paremaks teha. Vastajate vahel loosime välja auhindu!

NB! Samast leiad ka kõigi ülesannete eeldatud lahendused!