

Karpkalade arvukus

Kaks aastat tagasi lasti ühte Lõuna-Eesti tiiki karpkalad. Tiik on mudane, sisse- ja väljavooluta ning varem seal kalu ei olnud. Sellel suvel märkasid karpkalu kolm kalastajat, kes otsustasid neid püüdma hakata ning huvi pärast tegid nad ka mõningaid märkmeid. Tiigist püüti kala vahemikus 12.-18.juuli.

Nädala jooksul kogutud andmete põhjal said kalastajad järgneva tabeli:

Kuupäev	Kes püüdsid	Mitu tundi püüti	Mitu kala saadi	Summaarsed püügitunnid
12.juuli	Kai, Kalle, Kalmer	4	48	12
13.juuli	Kalle	2	6	2
14.juuli	Kai, Kalle	1	6	2
15.juuli	Kai, Kalle, Kalmer	2	17	6
17.juuli	Kalmer	2	5	2
18.juuli	Kai, Kalle, Kalmer	1	7	3

1 p

1) Kai, Kalle ja Kalmer on kogenud ja võrdselt osavad kalapüüdjad. Kalapüügile kulutatud «vaeva» võib arvuliselt väljendada näiteks püügiks kokku kulutatud tundide arvuga. Arvuta iga päeva kohta summaarne püügitundide arv. Tulemused kirjuta ülaltoodud tabeli vastavasse veergu.

2) Nädala möödudes hakkas kalastajaid huvitama, kui palju karpkalu seal tiigis on. Pakuti välja arvukuse hindamisega seotud võimalusi. Missugused neist pakutud mõtetest on tõesed (tähistä T-ga), missugused väärad (tähistä V-ga)?

- Kui kalad tunglevad õngesööda ümber, siis ühe kindla kala kättesaamine ei sõltu teistest kaladest ega teiste kalade arvust. (✓)
- Igapäevane kalasaak sõltub ainult sellest, kui palju kalu tiigis alguses oli. (✓)
- Mida vähem on tiigis kalu, seda kauem tuleb püüda, et teatud kindlat arvu kalu kätte saada. (T)
- Kalade arv tiigis on muutuv, see võib kahaneda või suureneda, sest karpkalad sigivad tiigis, neid ujub sinna juurde ja konnakotkad püüavad neid välja. (✓)

2 p

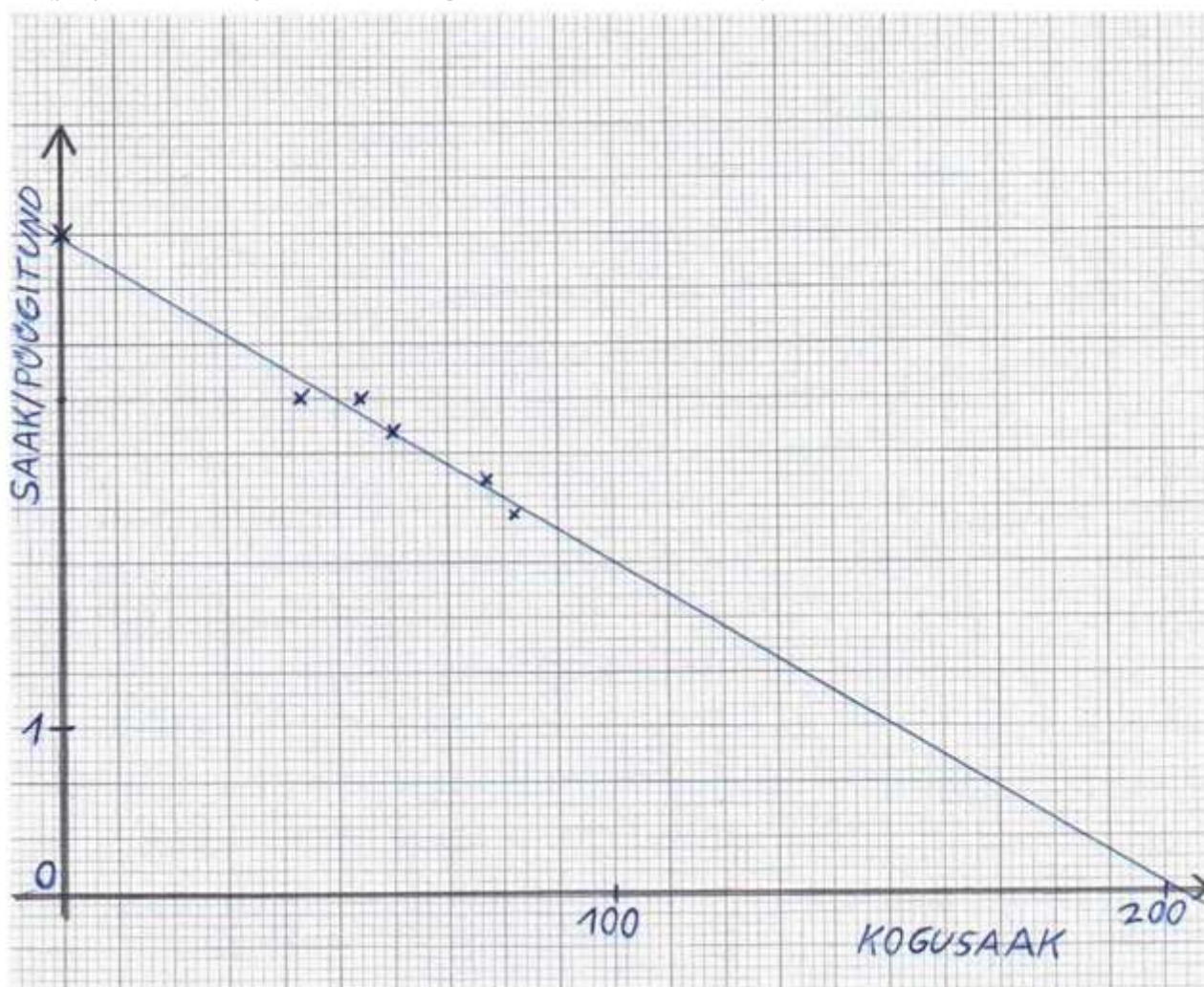
3) Mida rohkem on kalu tiigist juba välja püütud, seda vähem saame kalu sama koguse püügitundide kohta - selle väitega nõustusid kõik kolm kalastajat. Kai arvas, et seda seost saaks kujutada ka graafikul, kus x-teljel on teatud päevaks juba püütud kalade arv kokku (kogusaak päeva alguseks) ja y-teljel on kindlal päeval püütud kalade arvu suhe sellel päeval kulutatud püügitundidesse (Saak/püügitund). Arvuta need suurused ja kirjuta järgnevasse tabelisse!



Kuupäev	Kogusaak päeva alguseks	Saak/püügitud
12.07.	0	4
13.07.	48	3
14.07.	54	3
15.07.	60	2,8
17.07.	77	2,5
18.07.	82	2,3

2 p

Graafik (proportsioone on joonistamise mugavuse mõttes suurendatud)



4 p

4) Joonista millimeeterpaberile eelmises punktis (3) saadud andmete alusel graafik. Selleks kannu eelmises punktis leitud andmed graafikule ja tõmba neist läbi sirge, mis läbiks võimalikult palju punkte. Vali telgede ulatused nii, et oleks näha sirge lõikepunktid mõlema teljega (vihje: Sinu andmepunktid võiksid jääda graafiku vasakpoolsesse ossa).

5) Kuidas võiks saadud graafikult hinnata karpkalade arvukust enne püüki? Põhjenda!

Hinnang karpkalade arvukusele enne püüki on joonestatud sirge lõikekoht x-teljega. See kajutab olukorda, kus saak püügivõrgu kohta langeb nulli, sest enam ei ole kala, mida püüda / maksimaalne kogusaak.

Sõnastus võib muidugi olla ka teistsugune, põhjendada võib ka erinevalt, kui see on mõistlik.

2 p

6) Kasuta saadud graafikut ja leia sellelt, kui palju oli karpkalu tiigis enne püüki.

200

Õigeks loetakse vastus vahemikus 190...210.

0,5 p

7) Kalade arvukuse hindamiseks võib kasutada ka teisi meetodeid. Karpkala otsib toitu pehmest mudast ja seal sonkides vabaneb tiigi põhjast mullikesi, mida on veepinnal näha. Kalmer oli 11. juulil viie minuti jooksul tähele pannud mullitamist viieteistkümnes kohas, 19. juulil märkas ta viie minuti jooksul mullikesi ainult kaheksas kohas. Eeldame, et Kalmeri loetud mullitavate kalade arv sõltub ainult kalade arvust tiigis. Kasutades Kalmeri loendusi ja püügiandmeid, arvuta, kui palju võis tiigis olla karpkalu 11. juulil.

Välja püüti $(15-8)/15 = 0,4667$ osa kaladest, mis on 89 kala, seega alguses võis olla $89/0,4667 = 190$ kala.

1,5 p

Bakterväetised ja lämmastikuringe

Looduslikus lämmastikuringes on väga olulisel kohal õhulämmastikku siduvad mikroobid, nende hulgas liblikõieliste taimedega sümbioosis elavad mügarbakterid. Need mikroorganismid seovad õhust vaba lämmastikku, aidates taimedel seda omastada. Teades ka, et lämmastik on taimede kasvuks oluline element, asuti neid uusi teadmisi rakendama. Esimene mügarbaktereid sisaldav bakterväetis leiutati juba aastal 1896 Saksamaal ja kandis nime nitragiin.

1. Too mõned näited põllumajanduses olulistest kultuurtaimedest, mille kasvatamisel oleks sellistest väetistest kasu.

- a)
- b)
- c)
- d)

Vastuses peab olema kajastatud neli suvalist liblikõielist taimekultuuri

2 p

2. Mügarbakterid on taimedega kooselus võimelised siduma kuni 10,7 kmol (kilomooli) õhulämmastikku (N_2) hektari kohta aastas. Põllumees Jüri on oma alal asjatundja ja kasvatab erinevaid taimekultuure vaheldumisi, et vältida maa väljakurnamist. Jüriil on kokku 0,80 km² põllumaad ja ta otsustas kasvatada vahelduseks vilja, mis ei kasva kooselus mügarbakteritega. Seega oli vilja vaja lisalämmastiku andmiseks mineraalväetisega väetada. Eeldame, et tema poolt kasvatatud taimekultuurid kasutavad võrdset lämmastikku. **Mitu tonni kaaliumnitraat-väetist (KNO_3) on vaja Jüriil varuda, et tasa teha see lämmastiku kogus, mis jääb tema uuel viljal bakterite puudumise tõttu saamata?** Molaarmassid on: K – 39 g/mol; N – 14 g/mol; O – 16 g/mol.

$$0,8 \text{ km}^2 = 800000 \text{ m}^2 = 80 \text{ ha}$$

Lämmastiku kulu 1 ha kohta on

$$10,7 \text{ kmol } N_2 = 2 \cdot 10,7 \text{ kmol } N = 21,4 \text{ kmol } N,$$

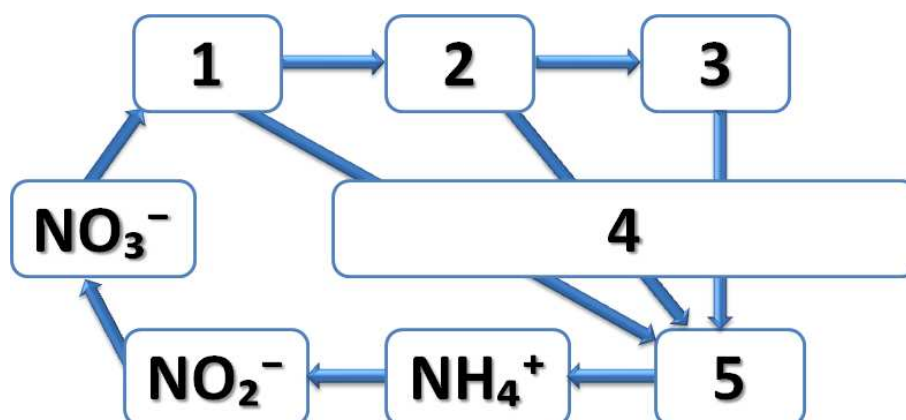
seega lämmastiku kulu 80 ha kohta on $80 \cdot 21,4 \text{ kmol} = 1712 \text{ kmol}$. Kuna 1 mol KNO_3 sisaldab 1 mol N, siis kaaliumnitraati kulub ka 1712 kmol. Ühe mooli KNO_3 mass on

$$39 \text{ g/mol} + 14 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16 \text{ g/mol} = 101 \text{ g/mol} = 101 \text{ kg/kmol}$$

$$\text{Seega } KNO_3 \text{ kulu on } 1712 \text{ kmol} \cdot 101 \text{ kg/kmol} = 172912 \text{ kg} \approx 170 \text{ t}$$

3,5 p

3. Skeemil on lihtsustatud kujutis looduses esinevast lämmastikuringest.



Milliseid organismitüüpe või protsesse on kujutatud numbritega 1...5?

Kirjuta õige variant allolevast loetelust õige numbri järele. Igale numbrile vastab üks variant loetelust:

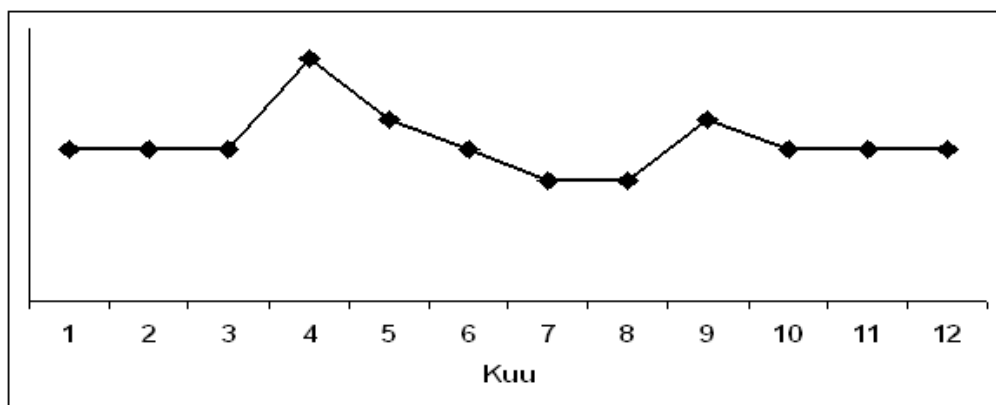
lagundajad, esmased tarbijad, surm ja lämmastiku eritamine, produtsendid, teisesed tarbijad

- 1 *produtsendid*
- 2 *esmased tarbijad*
- 3 *teisesed tarbijad*
- 4 *surm ja lämmastiku eritamine*
- 5 *lagundajad*

2,5 p

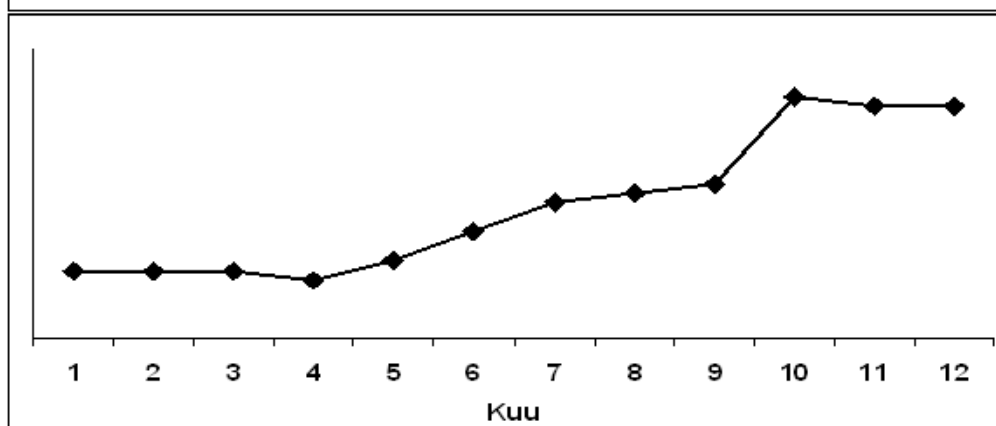
4. Joonistel (vt järgmisel lehel) on kujutatud graafiliselt erinevate elupaikade aastaringset mulla lämmastikusisaldust. Märki graafiku kõrvale alltoodud loetelust elupaik, mis kirjeldab kõige paremini mulla lämmastikusisalduse muutust ühe aasta jooksul selles ökosüsteemis.

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1) sügisel niidetav lutsernipõld | 2) kevadel ja sügisel väetatav põld |
| 3) lamminiit | 4) lepavõsa |



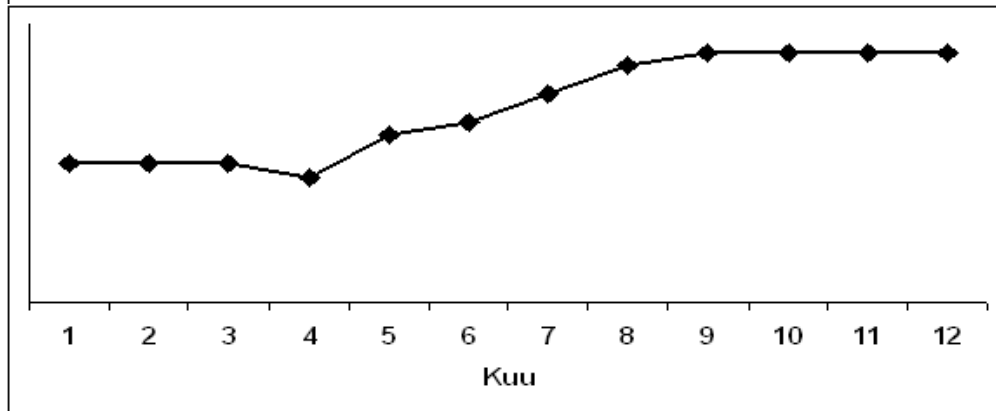
a)

2



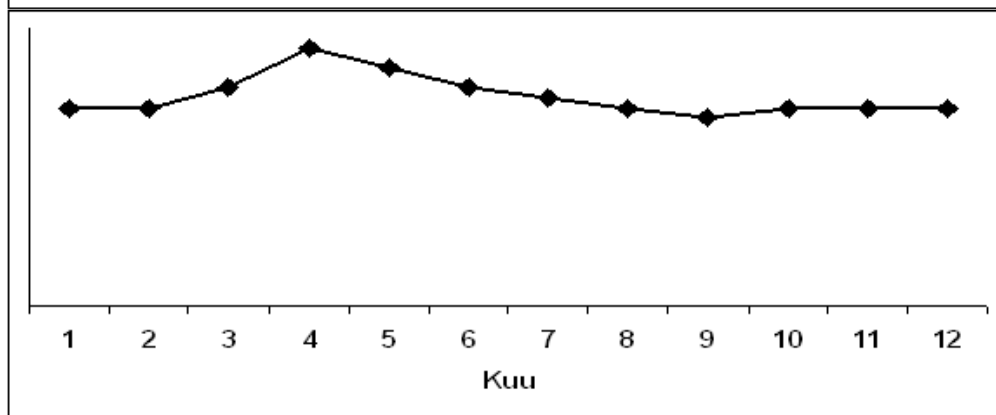
b)

4



c)

1



d)

3

Möödasõit

Sõiduauto sõidab kiirusega 90 km/h. Sõiduauto ees sõidab veoauto kiirusega 80 km/h. Sõiduauto alustab möödasõitu, kui selle esiots on veoautost 10 meetri kaugusel. Möödasõidu kestel on autode kiirused muutumatud. Kui pikk on sõiduauto möödasõidu teepikkus? Möödasõit lugeda lõppenuks, kui sõiduauto tagumine ots on veoauto esiotsast 10 meetri kaugusel. Veoauto pikkus on 20 m, sõiduauto pikkus 4 m.

Lahendus

Antud

$$v_{sm} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{vm} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$L_s = 4 \text{ m}$$

$$L_v = 20 \text{ m}$$

$$L_d = 10 \text{ m}$$

Otsitav

$$s = ?$$

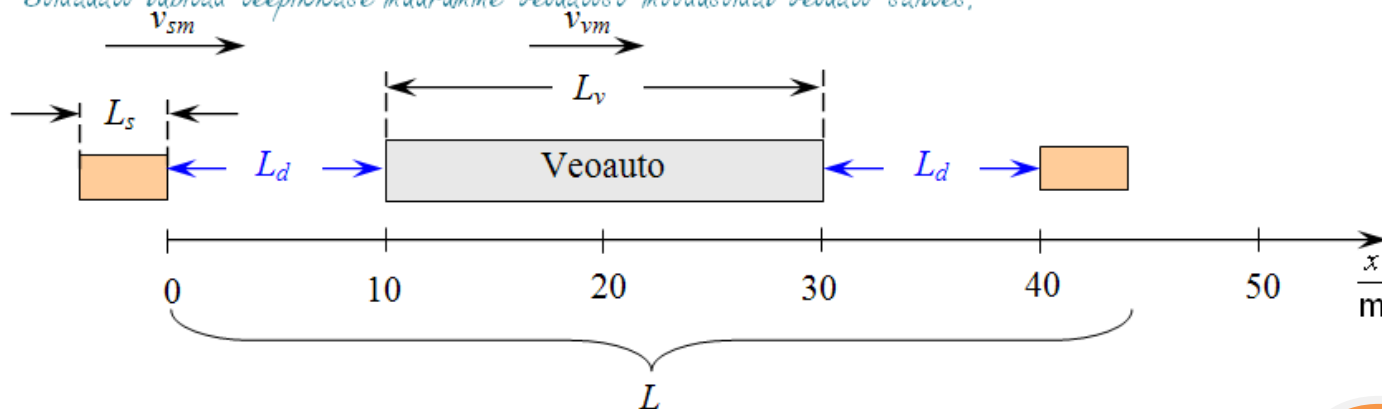
Möödasõidu teepikkuse (s) leidmiseks on vaja teada sõiduauto kiirust maantee suhtes (v_{sm}) ja möödasõidu aega (t). v_{sm} on antud. Möödasõidu aja leidmiseks on otstarbekas lähtuda liikumise suhtelisusest ja vaadelda sõiduauto liikumist veoauto suhtes (v_{sv}).

$$v_{sv} = v_{sm} - v_{vm} \quad v_{sv} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 22,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3 p

Lahenduse mõistmise skeem:

Sõiduauto läbitud teepikkuse määramine veoautost möödasõidul veoauto suhtes.



2 p

Sõidaauto läbib möödasõidal teepikkuse L , mis avaldab:

$$L = 2L_d + L_o + L_j$$

$$L = 20 \text{ m} + 20 \text{ m} + 4 \text{ m} = 44 \text{ m}$$

Möödasõida kestus: $t = \frac{L}{v_{sv}}$;

$$t = \frac{44 \text{ m}}{2,8 \text{ m/s}} \approx 15,7 \text{ s}$$

Möödasõida teepikkus maanteel: $s = v_{sm} t$

$$s = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15,7 \text{ s} \approx 392,5 \text{ m} \approx 400 \text{ m}$$

Vastus 1. Möödasõida pikkus maanteel on ligikaudu 400 m.

3 p

Kui kaugel peaks olema vastutulev auto, mis sõidab kiirusega 100 km/h, kirjeldatud möödasõidu alustamise hetkel, et möödasõit oleks turvaline? (Arvestada, et vähemalt 3 sekundit jääks varuks).

Vastataleva auto kiirus on $100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Eelneva ülesande tingimastest lähtuvalt on kahe sõidaauto kohtamiseks aega $15,7 \text{ s} + 3 \text{ s} = 18,7 \text{ s}$.

Selle aja sõidab vastalev auto $s_1 = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 18,7 \text{ s} \approx 520 \text{ m}$

Möödasõita sooritav auto aga läbib selle 18,7 sekundiga $s = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 18,7 \text{ s} \approx 467,5 \text{ m} \approx 470 \text{ m}$.

Möödasõida alustamise hetkel peab vastatalev auto olema $520 \text{ m} + 470 \text{ m} \approx 1000 \text{ m}$ kaugusel.

Sama tulemus: arvutada autode suhteline kiirus $52,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ja korrutada ajaga 18,7 s.

Vastus 2. Kui sõidaauto alustab möödasõita, siis peab vastatalev auto olema vähemalt 1000 m kaugusel.

2 p

Elektrijaam



Levinuim elektri tootmise viis on soojuselektrijaamad, kus soojus muundatakse auruturbiini abil elektrienergiaks. Enamasti saadakse soojus fossiilsete kütuste põletamisel, kuid juba on ka ehitatud esimesed päikesesoojust kasutavad soojuselektrijaamad. Päikeseenergia kogumiseks võib kasutada silindriliste nõguspeeglite (rennide) massiivi, mis fokuseerib päikesevalguse vedelikku (soojuskandjat) sisaldavale torule. Soojuskandja soojeneb ja juhatakse torude kaudu keskjaama, kus selles salvestunud soojus muundatakse auruturbiini abil elektriks. Päikeseenergia efektiivsemaks talletamiseks kallutatakse renne Päikese suunas. Fotol on näha üks selline kogumissüsteem.

1. Kirjeldatud süsteemi on rakendatud näiteks Mojave kõrbes USA-s, sarnaseid elektrijaamu planeeritakse ka Sahara aladele. Miks on kasulik päikesesoojuse elektrijaama ehitamine just sellistele aladele? Pane kirja vähemalt kaks põhjust!

Kuumakõrbetes on praktiliselt kõik päevad päikesepaistelised, mistõttu süsteem saab töötada aastaringsest

Kuumakõrbetes on palju vaba maad

1 p

Võimalikke vastuseid on veel!

2. Päikesekiirguse intensiivsus (võimsus ruutmeetri kohta) on Mojave kõrbes suvel keskpäeval suurusjärgus $I = 1000 \text{ W/m}^2$. Üks renn kogub valgust pindalalt, mille mõõtmed on $5,7 \text{ m} \times 99 \text{ m}$ (laius D , pikkus L). Kui suur on ühele rennile langeva valguse koguvõimsus keskpäeval, kui renn on suunatud otse Päikese poole?

$$P_{\text{valgus}} = I \cdot D \cdot L = 564,3 \text{ kW} \approx 564 \text{ kW}$$

2 p

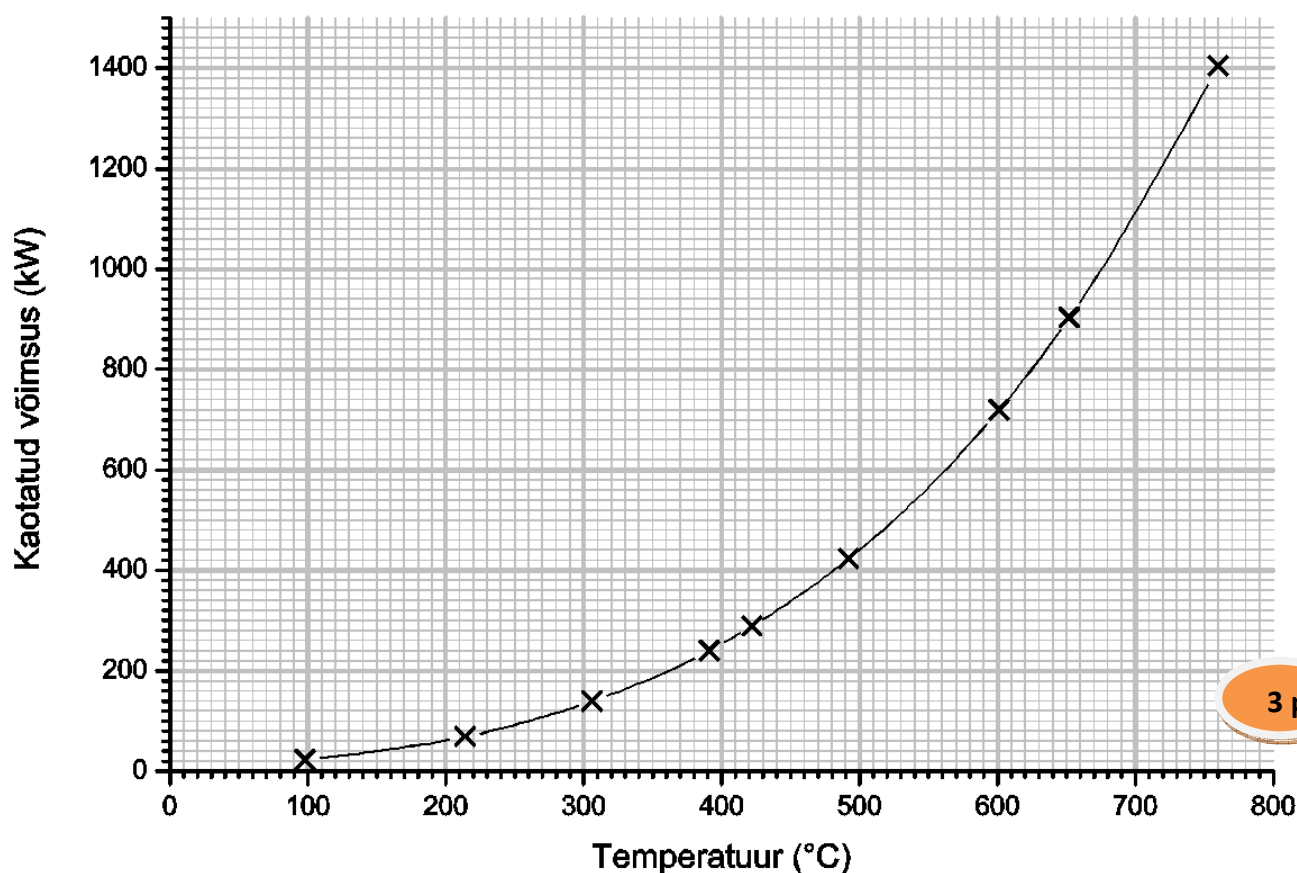
Sellises elektrijaamas peab soojuskandja läbima torudes pikki vahemaid ja seetõttu toimub soojuse kadu vedeliku jahtumise tõttu. Eksperimentaalselt tehti kindlaks, kui palju soojusenergiat torudes liikuv soojuskandja ajaühikus kaotab. Selleks lasti läbi torude voolata erinevate temperatuurideni kuumutatud soojuskandjal ja määrati jahtumisele kaotatud võimsus.

Tulemused on toodud järgnevas tabelis:

t (°C)	98	214	306	391	422	492	601	652	760
Kaotatud võimsus (kW)	23	69	139	240	289	423	719	903	1404

Kuna sama jahtumisprotsess toimub ka päeval, saab nende andmete alusel hinnata, millise temperatuurini saab torudes ringlev soojuskandja maksimaalselt kuumeneda.

3. Koosta temperatuuri ja jahtumisele kaotatud võimsuse graafik.



3 p

4. Leia graafikult maksimaalne temperatuur, milleni saab soojuskandja torudes päeval maksimaalselt soojeneda, lähtudes jahtumisel kaotatud võimsuse ja päikesekiirgusest saadava võimsuse tasakaalust. Mis piirab soojuskandja temperatuuri tõusmist määratud maksimumist kõrgemale?

550 °C

Maksimaalne võimalik soojuskandja temperatuur on _____

kõrgemal temperatuuril oleks

Soojusvaheti temperatuur ei saa sellest kõrgemale tõusta, sest _____

jahtumiskaod suuremad kui päikeselt saadav

2 p

Soojuselektrijaam toodab elektrit, kandes soojust soojemalt kehalt (antud juhul soojuskandja, mis jõuab torusid mööda elektrijaama) külmemale kehale. See protsess pole aga ideaalne, st elektrijaama jõudvast soojusenergiast

suudetakse elektriks muuta ainult teatud osa. Selle kasulikuks energiaks (elektriks) muundatud osa suhet elektrijaama sisenenud soojusenergiasse nimetatakse kasuteguriks.

On teada, et soojusenergia elektrienergiaks muundamise kasutegur sõltub kuuma soojuskandja temperatuurist t_k ning jahuti temperatuurist t_j ning seda saab kirjeldada valemiga

$$\frac{P_{\text{elekter}}}{P_{\text{soojus}}} = \eta = \frac{t_k - t_j}{t_k + 273^{\circ}\text{C}}$$

5. Mis piirab maksimaalset saavutatavat kasutegurit kuumakõrbetes asuvates soojuselektrijaamades (lähtuvalt kasuteguri valemist)?

Kuumakõrbetes on keskkonna temperatuur kõrge, mistõttu on probleeme jahutamise eesk t_j peab suhteliselt kõrge olemaja seetõttu väheneb ka kasutegur.

1 p

Praktikas hoitakse torudes voolavat soojuskandjat (selle temperatuuri võib torudes lugeda ühtlaseks) temperatuuril $t_k = 390^{\circ}\text{C}$ ja samal temperatuuril on see ka elektrijaama jõudes.

6. Miks hoitakse soojuskandja temperatuuri tasemel 390°C , mitte maksimaalsel võimalikul (vt 4) temperatuuril, kuigi vastavalt valemile peaks soojuskandja temperatuuri suurenedes ka kasutegur suurenema? (Põhjenda lähtuvalt graafikust ülesandes 3)

Lähtuvalt graafikust on näha, et mida kõrgem on soojuskandja temperatuur, seda suurem on jahtumisele kaotatav võimsus ja seda väiksem rennidest elektrijaama jõudev kasutatav võimsus.

1 p

7. Leia maksimaalne kasutegur lähtuvalt eelpoolkirjeldatud soojusmasina mudelist ja soojuskandja reaalsest temperatuurist, kui elektrijaamas kasutatakse soojuskandja jahutamiseks vee keetmist atmosfäärirõhul ($t_j = 100^{\circ}\text{C}$).

$$t_k = 390^{\circ}\text{C} \quad t_j = 100^{\circ}\text{C}$$

$$\eta = (t_k - t_j) / (t_k + 273^{\circ}\text{C}) = (390 - 100) / (390 + 273) \approx 0,4374 \approx 0,44$$

1 p

8. Arvestades, kui suur on rennile langenud päikesekiirguse võimsus (vt 2) ja kui suured on jahtumisest põhjustatud kaod (vt 3) süsteemi reaalsel töötemperatuuril, leia a) võimsus, mida on soojuselektrijaamas elektrienergia

tootmiseks realselt võimalik kasutada, ja b) kui palju elektrienergiat on sellest võimalik toota, kui kasutegur on võrdne punktis 7 arvutatuga.

a)

Võimsus 2.2: $P_{\text{valgus}} = 564 \text{ kW}$ Kaad graafiku (2.3) järgi: $P_{\text{jahutamine}} = 239 \text{ kW}$
 Elektriijaama jõuab: $P_{\text{jaam}} = P_{\text{valgus}} - P_{\text{jahutamine}} = 324,3 \text{ kW}$

b)

Kasuteguri järgi saab sellest toota $P_{\text{elekter}} = P_{\text{jaam}} \cdot \eta = 324,3 \text{ kW} \cdot 0,4374 \approx 0,4374 \text{ kW} \approx 141,9 \text{ kW}$ elektrit.

2 p

9. Leia päikeseenergiast saadud elektri võimsus renni pindala kohta (W/m^2) ja kui suure osa see moodustab rennila langenud päikesekiirguse algsest intensiivsusest ehk kui suur on kirjeldatud süsteemi summaarne kasutegur.

Elektrienergia kogus renni pindala kohta: $B = P_{\text{elekter}} / (L \cdot D) = 141,9 \text{ kW} / (99 \text{ m} \cdot 5,7 \text{ m}) = 251,5 \text{ W}/\text{m}^2 \approx 250 \text{ W}/\text{m}^2$

Summaarne kasutegur: $B/I = 251,5 \text{ W} / 1000 \text{ W} \approx 0,2515 = 25\%$

2 p

Valikvastuselistele ülesannete puhul antakse valede valikute eest miinuspunkte!
 (sarnaselt plusspunktide arvestusele)

Vedelsõnnik ja õhusaaste

Ühe Lõuna-Eesti linna elanikud peavad suviti sageli taluma ebameeldivat haisu, mida põhjustab mõni kilomeeter linnast kagus, keset avarat põllumajandusmaastikku asuv suur seakasvatustettevõtte AS Ugandi Siga. Seakasvatuse üheks kõrvalproduktiks on läga ehk vedelsõnnik, mida ettevõtte müüb lähiumbruse põldude väetamiseks, tegeledes ka ise selle põldudele laotamisega. Sageli jääb lägakiht päevadeks põldudele, kuni talunikud leiavad võimaluse see maasse künda. Firma hiiglaslikud põhukihiga kaetud lägamahutid paistavad üle lagedate heinamaade ja põldude igas suunas kaugele. Ettevõtte esindaja väitel tekib haisu paratamatult lägamahutite sisu läbisegamisel enne laadimist, samuti läga paakautodele laadimisel, kui mahutitesse kogunenud «haisumolekule» sisaldav biogaas õhku paiskub.

1. Nimeta kolm looduslikku tegurit, mis võivad mõjutada haisutaset linnas läga laotamise ajal.

- 1) • tuule suund (määrab, kuhu halvatõhinalised gaasid kantakse) ja tugevus (tugeva tuule korral hajuvad gaasid kiiremini);
- 2) • õhutemperatuur (soojema ilmaga on läga lagunemine intensiivsem ja eraldab rohkem lagugaase);
 • õhurõhk (madal rõhk soodustab lagugaaside eraldumist);
- 3) • lägatööde kaugus linnast (mida lähemal, seda intensiivsem hais – difusiooni hajutav mõju väiksem);
 • ümberkaudne pinnamood (kas on looduslikke või tehislikke haisutõkkeid).

3 p

Võimalikke vastuseid on veel!

2. Haisu põhjustavad järgmised vedelsõnnikust eralduvad ained (tõmba ring ümber kõikidele korrektsetele vastustele):

- a) ammoniaak (NH_3)
- b) metaan (CH_4)
- c) süsinikdioksiid (süsihappegaas, CO_2)
- d) lämmastik (N_2)
- e) divesiniksulfiid (väävelvesinik, H_2S)
- f) kloor (Cl_2).

2 p

3. Milliseid abinõusid soovitaksid ettevõttel rakendada, et oma tulusid säilitades ja teenuse pakkumist jätkates edaspidi linna haisuprobleemist säästa?

1) • valida lägaga seotud töödeks jahedam, sobiva tuulega, kõrge õhurõhuga aeg;

• rajada läga käärivar biogaasijaam (vähendab haisu, toob lisatulusid);

• kasutada mahutites tõhusamaid filtreid (seovad gaasid);

• muuta laadimisprotsess kiiremaks (väheneb gaaside õhkupaiskamise aeg;

2) • jahutada mahutite sisu (aeglustab lagunemist ja gaaside difusiooni);

• istutada metsa või rajada barjäärid ümber lägamahutite (tõkestab haisu levikut);

• koostööstada töid talunikega, et läga saaks kiiresti maasse küntud.

3)

3 p

Võimalikke vastuseid on veel!

4. Lähimate linnamajade kaugus mahutitest on 4,5 km. Mitme minutiga jõuab lägahais pärast laadimistöde alustamist mahutitest linna kaguserva majadeni, kui piirkonnas puhub kagutuul 3 m/s? (Arvesta vaid molekulide edasikandumist tuule abil.)

$$v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{4500 \text{ m}}{3 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1500 \text{ s} = 25 \text{ min}$$

2 p

Probleemid lume ja jääga

1. Viimaste aastate külmad talved on Eestis kaasa toonud uisutamise populaarsuse kiire kasvu. Lisaks aastaringsetele jäähallidele on talviti uisuplatse ja -radasid rajatud nii linnadesse kui ka looduslikele veekogudele. Järvedele uisuradade rajajad on aga kahel viimasel talvel olnud hädas suurte lumesadudega. Esita kolm teaduslikult põhjendatud selgitust, miks suured allasadavad lumekogused uisuradade rajamist ja käigushoidmist takistavad.

Vihje: sarnane mõju on tugevatel lumesadudel ka jääteede (nt mandri ja saarte vahelised talvised ühendused) avamisele ja käigushoidmisele!

- 1) • *lumi blokeerib uisurajad mehaaniliselt;*
• *lume eemaldamine raskete masinatega võib jääd kahjustada;*
- 2) • *varakult allasadanud lumi takistab halva soojusjuhina jää paksenemist vajaliku paksuseni;*
• *lumi rõhub jääd oma raskusjõuga, mistõttu see võib kaldast lahti murduda ja vesi tungida jää pinnale;*
- 3) • *lume surve võib põhjustada jääpragude teket ebaühtlase jäästruktuuriga või suurema lumekogusega kohtades.*

Võimalikke vastuseid on veel!

3 p

2. Käesoleval talvel on Lätis ja Venemaa pealinna Moskva ümbruses suuri probleeme põhjustanud ilmastikunähtus, mille tagajärgi on kujutatud fotol. Ka Eestis esines sarnane nähtus kergemal kujul näiteks 17. jaanuaril 2011.



2.1. Fotol kujutatud nähtust nimetatakse _____ *jäiteks* _____ ja selle on põhjustanud _____ *jäävihm / jäätuv vihm* _____ (ilmastikunähtus).

2 p

2.2. Fotol nähtava olukorra põhjustanud ilmastikunähtust esineb peamiselt:

- a) sooja frondi üleminekul (kui külm õhumass asendub soojaga);
- b) külma frondi üleminekul (kui soe õhumass asendub külmaga);
- c) siis, kui pilvede all on temperatuur $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja maapinna lähedal $>0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) siis, kui pilvede all on temperatuur $>0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja maapinna lähedal $<0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- e) inversiooni korral;
- f) tiheda udu ja tugeva pakase korral.

3 p

2.3. Too välja (koos selgitusega) selle nähtuse kaks probleemset tagajärge inimestele ja kaks kahjulikku mõju elusloodusele.

Probleemsed tagajärjed inimestele:

- 1) • *kiilaskääd/ libedus sõidu- ja kõnniteedel ohustab jalakäijaid (kukkumistraumad) ja autojunkte (suur avariioht);*
 • *ühistranspordi häired libedusest tingitud aeglase sõidu tõttu; kiilaskääd tõttu teedel ja tänavatel suured*

2) *Kahjutused libedusetõrjele; sõidukite jäätumine - täiendavad probleemid transpordiga;*

- *elektriliinide purunemine neile kogunenud jää raskusjõu toimel, elektrikatkestused;*
- *jalakäijatele ja sõidukitele ohtliku jää kogunemine katustele*

Võimalikke vastuseid on veel!

2 p

Kahjulikud mõjud elusloodusele:

- 1) • *puaokste mardumine jää raskuse all;*
 • *kõva jääkooriku tekkimine lumele, mis raskendab metsloomade liikumist;*
- 2) • *puudele, põõsastele ja maapinnale tekkinud jääkoorik takistab imetajate ja lindude toitumist.*

Võimalikke vastuseid on veel!

2 p

Happesademed

Värveldioksiidi ja lämmastiku oksiidide õhku sattumine põhjustab sademete happelisuse suurenemist. Värveldioksiidi peamine allikas on värvlit sisaldavate fossiilsete kütuste põletamine, kuid oluliselt eraldub seda gaasi ka metsatulekahjude, vulkaanipursete ning mõnede bioloogiliste protsesside käigus. Lämmastiku oksiidide õhusattumist põhjustab samuti inimtegevus, kuid oma osa annavad ka looduslikud allikad. Näiteks tekib lämmastikmonooksiidi atmosfääris välgu toimel lämmastikust ja hapnikust.

1. Kirjuta järgnevatele happesademetega seotud ühendite nimetustele vastavad valemid:

värveldioksiid



lämmastikmonooksiid



värvlishape



värvelhape



4 p

2. Kirjuta ja tasakaalusta järgnevad reaktsioonivõrrandid.

a) Vääveldioksiid reageerib veega, andes väävlishape.



b) Väävlishape oksüdeerub väävelhappeks.



c) Välgu toimetel tekib lämmastikmonooksiid.



d) Lämmastikmonooksiid oksüdeerub lämmastikdioksiidiks.



8 p

3. Millised väidetest on tõesed ja millised väärad? Tähista tõene väide tähega T ja väär väide tähega V.

- Happevihma pH on madalam kui tavalisel vihmal. (T)
- Happevihmas on vesinikioonide sisaldus (ioonide hulk ruumala- või massiühiku kohta) väiksem kui tavalises vihmast. (V)
- Happevihmas on kõrgem hüdroksiidionide sisaldus kui tavalises vihmast. (V)
- Happevihmas on vesinik- ja hüdroksiidionide sisaldus võrdne. (V)
- Happevihm võib muuta lakmuspaberi värvust. (T)

5 p

4. Happesademed kahjustavad nii loodust kui ka ehitisi. Põhja-Eesti mullad on happesademetest tingitud hapestumisele vähem vastuvõtlikud kui Lõuna-Eesti mullad. Miks? Täida lüngad tekstis!

Mulla vastuvõtlikkus happesademetele sõltub mulla keemilisest koostisest. Põhja-Eestis levinud mullad sisaldavad hapetega reageerivat ainet kaltsiumkarbonaat, mille tõttu suudavad need neutraliseerida happesademetes kahjulikku mõju. See aine on ühtlasi Põhja-Eesti aluspõhjas väga levinud settekivimi – lubjakivi – põhiliseks koostisosaks. Happesademetes neutraliseerumist Põhja-Eesti mullas kirjeldab järgmine tasakaalustatud reaktsioonivõrrand, milles üheks saaduseks on gaasiline aine:



Märkus: H⁺ asemel võib kirjutada reaktsiooni mõne konkreetse happesademetes esineva happega.

5 p

5. Milliseid järgmistest abinõudest on otstarbekas rakendada happesademete probleemi lahendamisel? Tõmba õigetele vastustele ringid ümber!

- a) Vähendada elektrienergia tarbimist.
- b) Ehitada fossiilseid kütuseid kasutavatele elektrijaamadele laiemad korstnad.
- c) Paisata õhku vähem freoone.
- d) Eelistada põletamiseks senisest väiksema väävlisisaldusega kütuseid
- e) Eemaldada vääveldioksiid kütuste põlemise jääkgaasidest vahetu keemilise reaktsiooni abil.
- f) Pihustada lennukitelt pilvedesse aluselisi lahuseid.
- g) Vähendada tahkete fossiilkütuste kasutamist elektri ja soojuste tootmisel.

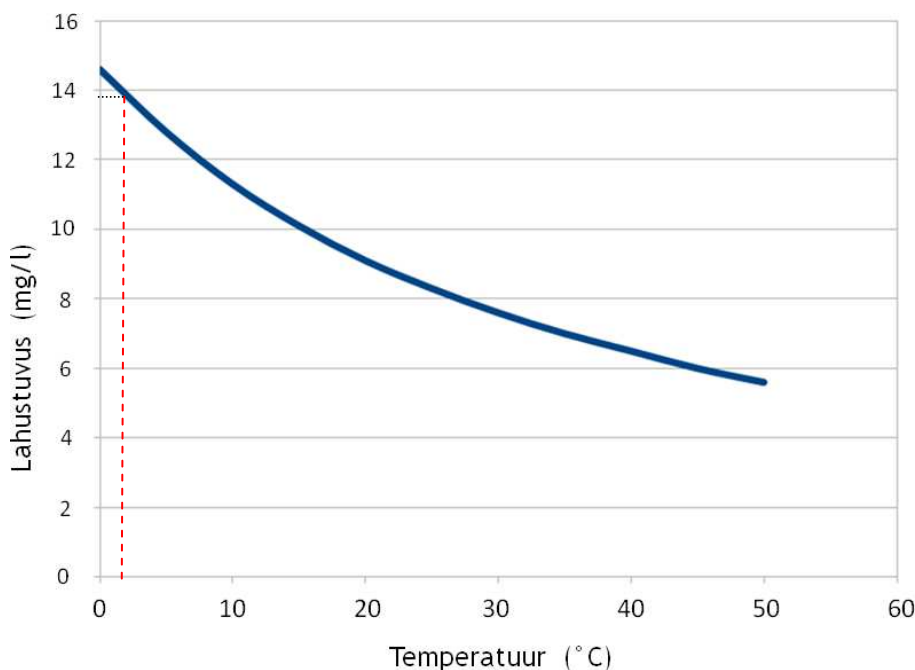
4 p

Kalad talvises järves

Maksimaalse võimaliku hapnikusisalduse vees määrab hapniku lahustuvus vastaval temperatuuril.

1. Hinda graafiku abil, kui suur on maksimaalne hapnikusisaldus järves, kui eeldada, et järvevee keskmine temperatuur on 2 °C.

Hapniku maksimaalne sisaldus magevees



1 p

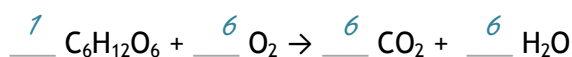
Maksimaalne hapnikusisaldus vees temperatuuril 2 °C on 13,9 (13,5 . . . 14,3) mg/l.

2. Veekogud, mis talvel kattuvad jääga, jäävad karmide talvede ajal sageli hapnikuvaegusesse ehk ummuksisse, mis põhjustab paljude kalade surma. Hapnikusisalduse vähenemise kiirus järvevees võib talvisel ajal, sõltuvalt tingimustest, olla 100 kuni 600 mg hapnikku 1 m² järve pindala kohta ööpäevas. Enamik kalu vajavad ellujäämiseks, et vee hapnikutase ei langeks alla 2 mg/l. Vaatleme järve, mis on kaetud jääga ja mille keskmine sügavus on 1,2 m. Arvuta, kui palju aega kulub selles järves vee hapnikutaseme langemiseks alla 2 mg/l. Eelda, et vahetult enne jääkatte tekkimist oli vee hapnikusisaldus maksimaalne ja vee keskmine temperatuur järves on 2 °C. Tee arvutused suurima võimaliku hapnikusisalduse vähenemiskiirusega.

1 m^2 järvepinna allane ruumala on $V = 1 \text{ m}^2 \cdot 1,2 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^3 = 1200 \text{ dm}^3$. Kui hapnikutase on $13,9 \text{ mg/l}$, siis sisaldub selles ruumalas hapnikku $m = \frac{1200 \text{ dm}^3 \cdot 13,9 \text{ mg}}{1 \text{ dm}^3} = 16680 \text{ mg}$ ja 2 mg/l puhul $m = \frac{1200 \text{ dm}^3 \cdot 2 \text{ mg}}{1 \text{ dm}^3} = 2400 \text{ mg}$. Kui tähistada ööpäevade arvu x -iga, siis saab kirjutada võrrandi $16680 \text{ mg} - 600 \text{ mg} \cdot x = 2400 \text{ mg}$. Võrrandi lahendamisel $x = 23,8$ päeva ≈ 24 päeva.

8 p

3. Kalade hapnikutarve sõltub mitmetest teguritest. Mõned kalaliigid vajavad rohkem hapnikku kui teised. Kiirel ujumisel võib kala hapnikutarve olla isegi kuni 10 korda suurem kui puhkeolekus. Kalad tarbivad rohkem hapnikku ka intensiivsema toitumise korral. Hapnik on organismidele vajalik, sest tagab ainevahetuse toimimise, osaledes ainevahetuse olulistes keemilistes reaktsioonides. Summaarset ainevahetust kirjeldavat reaktsiooni, milles osaleb hapnik, saab esitada järgnevalt:



2 p

Tasakaalusta esitatud reaktsioonivõrrand!

4. Millised väidetest on tõesed ja millised väärad? Tähistä tõe väide tähega T ja väär väide tähega V.

- Hapnik on esitatud reaktsioonis oksüdeerija. (T)
- Esitatud reaktsioon ei ole redoksreaktsioon. (V)
- Esitatud reaktsiooni käigus vabaneb energiat. (T)
- Esitatud reaktsiooni energeetiline efekt ei ole organismi seisukohalt oluline. (V)
- Kui esitatud reaktsioonis osaleb 6 hapniku molekuli, siis reaktsioonil tasakaalustatud võrrandi kohaselt eraldub 12 molekuli süsinikdioksiidi. (V)
- 12 vee molekuli tekkeks tasakaalustatud võrrandi kohaselt kulub 12 hapniku molekuli. (T)
- 10°C temperatuuriga vees on kaladel lihtsam kätte saada elutegevuseks vajalikku hapnikku kui vees temperatuuriga 25°C . (T)

7 p

5. Talvel suhteliselt väheaktiivsete kalade hapnikutarve võib olla 60 mg kala kehamassi kilogrammi kohta tunnis. Kõikide kalade keskmine mass veekogu pindalaühiku kohta on järves 200 kg/ha (1 ha = 10 000 m²).

Kui palju hapnikku tarbivad kalad järve pindalaühiku kohta 1 ööpäeva jooksul? Vastuses kasuta mõõtühikut mg/m².

$$200 \text{ kg/ha} = \frac{200 \text{ kg}}{10000 \text{ m}^2} = 0,02 \text{ kg/m}^2$$

Ööpäeva jooksul tarbitakse hapnikku

$$m = \frac{60 \text{ mg}}{1 \text{ kg} \cdot \text{h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ ööpäev}} \cdot \frac{0,02 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2} = 28,8 \text{ mg/m}^2 \approx 30 \text{ mg/m}^2$$

6 p

6. Hinda eelnevate arvutuste ja antud info põhjal, kas kalade hingamine on oluline järve ummuksisse jäämist põhjustav tegur. Põhjenda vastust!

Ei ole. Ummuksisse jääb järv siis, kui hapnikusisalduse kahanemise kiirus järves on suur. Kui võrrelda hapnikusisalduse kahanemise maksimaalset kiirust kalade hapnikutarbega, on näha, et kalade hingamise osatähtsus järve ummuksisse jäämisel ei saa olla eriti suur.

2 p

7. Millised tegurid järgnevast nimekirjast soodustavad talvel hapnikupuudust järves? Tõmba õigetele vastustele ringid ümber!

- a) Keskmisest kõrgem talvine õhutemperatuur.
- b) Vähene sademete hulk talvele eelneval suvel ja sügisel.
- c) Järve keskmine sügavus on suurem kui 3 m.
- d) Talvel on veevahetus järves aeglane.
- e) Järve vee läbipaistvus on väike.

3 p

8. Järve jääkate puhastamine lumest on üks võimalus, mis võib aidata vältida jäätunud järve hapnikupuudusesse jäämist. Millised järgnevatest väidetest on tõesed ja millised väärad? Tähistä tõe väide tähega T ja väär väide tähega V.

- a) Valgus läbib lund halvasti, mistõttu aitab järve jää lumest puhastamine valgusel jõuda järveveeni, mis võib soodustada hapnikusisalduse suurenemist vees. (T)
- b) Järve lumikattest puhastamine aitab hapnikul jõuda oluliselt suuremal hulgal läbi järvejää vette, mis välistab hapnikupuuduse tekke kaladel. (V)
- c) Järve jää puhastamine lumest vähendab hapniku tarbimise kiirust järves. (V)
- d) Järve jää puhastamine lumest suurendab fotosünteesi toimumise kiirust järves. (T)
- e) Järve jää puhastamine lumest võimaldab toota mikrovetikatel rohkem hapnikku. (T)

5 p

Tulekahjude kustutamine

1. Põlemine on keemiline reaktsioon, mille käigus redutseerija ja oksüdeerija reageerivad omavahel ning eraldub soojust ja valgust. Põlemise toimumiseks on vajalik sobiliku redutseerija ja oksüdeerija kokkupuutumine piisavalt kõrgel temperatuuril.

Milline õhu komponent on harilikult põlemiseks vajalik? Kirjuta selle lihtaine valem ja nimetus!

O_2 - hapnik.

2 p

2. Tule kustutamiseks kasutatakse mitmeid erinevaid meetodeid. Levinud kustutusvahendiks on vesi. Vee pihustamine tulekoldele takistab õhu juurdepääsu leegile, kuid see fakt seletab ainult osaliselt vee võimet tuld kustutada.

Millised järgnevatest vee omadustest aitavad kaasa tule kustutamisel? Tõmba õigetele vastustele ringid ümber!

- a) Vesi sisaldab vesiniku aatomeid.
- b) Vee erisoojus on suur.
- c) Vesi on paljude ainete jaoks hea lahusti.
- d) Vesilahustes toimuvad mitmed keemilised reaktsioonid.
- e) Vee aurustumissoojus on kõrge.

2 p

3. Vett ei saa kasutada kõigi tulekahjude kustutamiseks. Näiteks on vesi ebasobiv põleva magneesiumi kustutamiseks, sest vesi moodustab kuuma magneesiumiga reageerides kõige väiksema tihedusega tuleohtliku gaasi **A** ja kolmest elemendist koosneva ühendi **B**.

Kirjuta ainete **A** ja **B** valemid ning nimetused!

A - H_2 - vesinik.

4 p

B - $Mg(OH)_2$ - magneesiumhüdroksiid

4. Pürotehnilised segud võivad põleda hapniku juurdepääsuta, näiteks ka vee all. Miks? Tõmba õigele vastusele ring ümber!

- a) Pürotehnilised segud sisaldavad nii oksüdeerijat kui ka redutseerijat.
- b) Pürotehniliste segude põlemistemperatuur on niivõrd kõrge, et need ei vaja põlemiseks oksüdeerijat.
- c) Pürotehniliste segude põlemisel ei toimu redoksreaktsiooni.

1 p

5. Millistel juhtudel ei tohi tulekahju veejoaga kustutada? Tõmba õigetele vastustele ringid ümber!

- a) Põleb puidust ese.
- b) Põleb bensiin.
- c) Põleb paber.
- d) Põleb vooluvõrku lülitatud elektriseade.
- e) Põleb hein.

2 p

6. Miks ei tohi eelpoolvalitud juhtudel tulekahju veejoaga kustutada? Põhjenda oma valikuid, kasutades keemia- ja füüsika-alaseid teadmisi!

Bensiini tihedus on vee omast väiksem ja bensiin ei segune veega. Seetõttu vajab põlevale bensiinile vee pealejuhtimisel

vesi bensiini alla ning vesi ei takista hapniku juurdepääsu tulekoldesse. Vesi kuumeneb ning paiskab auruks muutumisel

kaasneva ruumala suurenemisega põleva bensiini laiali. Vooluvõrku lülitatud elektriseadme kustutamine veejoaga on ohtlik

seetõttu, et kustutamiseks kasutatakse harilik „vesi“ sisaldab alati lahustunud sooli ja seetõttu juhib märkimisväärselt

elektrivoolu.

3 p

7. Mõnede tulekahjude kustutamiseks sobib veest palju paremini süsinikdioksiid ehk süsihappegaas, mistõttu toodetakse süsihappegaasiga täidetud tulekustuteid.

Millised süsinikdioksiidi iseloomulikud omadused soodustavad selle kasutamist tulekustutites? Tõmba õigetele vastustele ringid ümber!

- a) Süsinikdioksiidi molekulis on kolm aatomit.
- b) Süsiniku oksüdatsiooniaste süsinikdioksiidis on maksimaalne.
- c) Süsinikdioksiidi tihedus on suurem kui õhu tihedus.
- d) Süsinikdioksiid ei ole mürgine.
- e) Süsinikdioksiid reageerib veega, andes süsihappe.
- f) Süsinikdioksiid jahtub tugevalt kustutist väljumisel toimuva kiire paisumise käigus, moodustades kuivjääd.

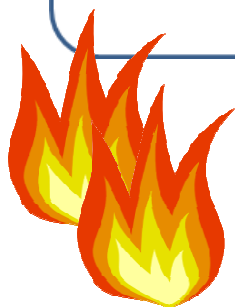
4 p

8. Raamatukogu haruldaste raamatute osakonnas puhkes tulekahju. Tulekahjude kustutamisel kasutatakse erinevaid kustutusviise: vahtkustuti, kustutamine veega, süsihappegaaskustuti, pulberkustuti. Millist kustutusviisi eelpoolnimetatutest kasutaksid? Põhjenda vastust!

Süsihappegaaskustuti. Süsihappegaas kahjustab kustutatavat materjali kõige vähem, sest on toodud valikutest kõige

„puhtam“ (harilikes tingimustes gaasiline aine) ja ei jäta kustutatavale pinnale tahkeid või vedelaid jääke.

2 p



9. Süsihappegaaskustutid sisaldavad rõhu all veeldatud (vedelikuks muudetud) süsinikdioksiidi.

Kui suure ruumala omandab süsinikdioksiid pärast kustutist väljumist, kui gaasilise süsinikdioksiidi tihedus on antud tingimustel $0,00198 \text{ kg/dm}^3$? Süsihappegaaskustuti sisaldab 2 kg veeldatud süsinikdioksiidi.

$$V = \frac{2 \text{ kg} \cdot 1 \text{ dm}^3}{0,00198 \text{ kg}} \approx 1000 \text{ dm}^3$$

1 p

10. Mitu korda on gaasilise süsinikdioksiidi ruumala suurem süsinikdioksiidi ruumalast kustutis? Veeldatud süsinikdioksiidi tihedus kustutis on $0,77 \text{ g/ml}$.

$$0,77 \text{ g/ml} = 0,77 \text{ kg/dm}^3 \text{ Seega } 0,77 \text{ kg/dm}^3 : 0,00198 \text{ kg/dm}^3 \approx 390 \text{ korda}$$

2 p

Ootame väga Sinu tagasisidet ELO piirkonnavooru kohta, et tulevikus seda veelgi paremini korraldada! Palun avalda oma arvamust meie kodulehel, veebiaadressil ebo.ee/elu. Samas on ka võimalik tutvuda ülesannete eeldatud lahendustega.