

1. TURVAS (14 punkti)

Eesti üheks tähtsaimaks maavaraks on turvas – seda on tööstuslikult käideldud juba alates 19. sajandi II poolest. Eesti Turbaliidu andmetel katavad sood ja rabad umbes 22% Eesti pindalast, aga aastakümneid kestnud maaparanduse tõttu on neist Tallinna Ülikooli ökoloogia instituudi soode-spetsialisti Mati Ilometsa andmetel looduslikus olekus ja seega toodab arvestataval määral turvast juurde vaid ligikaudu 1/3. Kogu Eesti turbavaru on umbkaudu 2,4 miljardit tonni. Praegu on Eesti Turbaliitu kuuluvate ettevõtete keskmine aastane turbatoodang ~ 5 miljoni m^3 .

1.1. Arvestades, et kuiva rabaturba keskmine tihedus on $120 \text{ kg}/m^3$, arvuta välja Eesti ligikaudne turbavaru kuupmeetrites.

Labendus:

$$V = m/\rho$$

$$V = 2\,400\,000\,000\,000 \text{ kg} : 120 \text{ kg}/m^3 = \sim \underline{20\,000\,000\,000 \text{ m}^3}$$

Vastus:

1.2. Mitu protsenti moodustab Eesti aastane turbatoodang kogu Eesti hinnangulisest turbavarust?

$$(5\,000\,000 \text{ m}^3 : 20\,000\,000\,000 \text{ m}^3) * 100\% = \underline{0,0025\%}$$

Vastus:

1.3. Aastas kasvab Eesti soodes ja rabades juurde keskmiselt umbes 0,9 mm paksune kiht turvast. Arvuta selle ja eespool toodud andmete põhjal välja, kui palju (kuupmeetrites) kasvab Eestis aasta jooksul ligikaudu turvast juurde. Eesti pindalaks võta $45\,000 \text{ km}^2$. Arvesta vaid looduslikus olekus soid.

Labendus: Looduslikus olekus turbasoode kogupindala: $(0,22 / 3) * 45\,000 \text{ km}^2 = 3300 \text{ km}^2$

Koondame need ruuduks. $0,9 \text{ mm} = 0,0009 \text{ m}$

Turbakihiile vastava risttahuka ruumala oleks siis:

$$V = a^2 * h$$

$$V = 3\,300\,000\,000 \text{ m}^2 * 0,0009 \text{ m} = 2\,970\,000 \text{ m}^3$$

Vastus:

1.4. Mitu protsenti moodustab eelmises ülesandes leitud aastane juurdekasv Eesti aastasest turbatoodangust?

$$(2\,970\,000 \text{ m}^3 * 100\%) : 5\,000\,000 \text{ m}^3 = 59,4\%$$

Vastus:

1.5. Tee järeldus, kas praegune turbatootmine on Eestis jätkusuutlik (lugesed turvast taastuvaks loodusvaraks). Põhjenda!

Ei, sest turba tootmine ületab loodusliku juurdekasvu.

1.6. Loetle kolm turba kasutusala.

- 1) Kasvuturvas taimekasvatuseks (vähelagunenud, pinnakihist),
- 2) Kütteks (brikett, tükkturvas),
- 3) elektri tootmiseks.

Neist turbatootjate jaoks kõige tähtsam valdkond, mille toodangu ekspordimahult on Eesti maailmas 3. kohal, on (kirjuta sellele vastav number).

Olenevalt eespoolsest loendist!

1.7. Turvast kooritakse eelnevalt kraavide abil kuivendatud turbamaardlast kihtide kaupa spetsiaalsete masinate – turbafreesidega, alates pealmisest turbakihist. Miks ei saa rajatava ega kasutuses oleva turbamaardla puhul rääkida turbavarude isetaastumisest? Märjista õiget(ud) vastusevalik(ud):

- a) raba kuivendamine rikub sealse elukeskkonna
- b) turvas variseb kuivenduskraavidesse ja kantakse ära
- c) freesimisega hävitatakse raba pindmine eluskiht, mis turvast juurde tekitab
- d) turvas kuivab ära, mistõttu selle varud vähenevad
- e) pealt freesitud turvas hakkab lagunema
- f) alumistes kihtides toimub turba juurdekasv aeglasemalt

1.8. Turba puhul vaieldakse, kas seda tuleks lugeda taastuvaks või taastumatuks loodusvaraks. Too üks põhjendus, miks võib turvast lugeda:

1) taastuvaks loodusvaraks Looduslikes soodes ja rabades toimub turba aeglane looduslik juurdekasv.

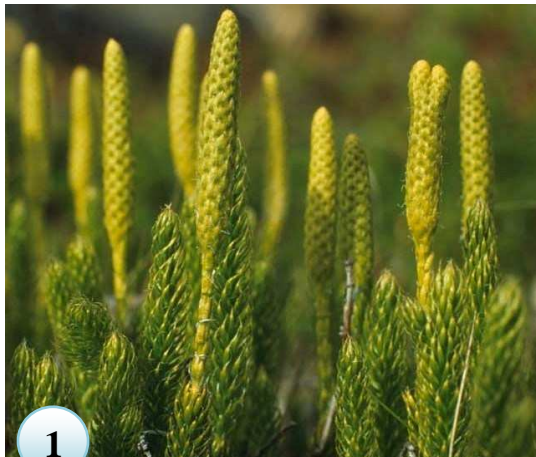
2) taastumatuks loodusvaraks Rabas, mis on turbamaardlana kasutusele võetud, lõpeb turba juurdekasv ja algab selle lagunemine. Turvast toodetakse märksa rohkem, kui seda juurde tekib.

1.9. Kohaliku rahva tugev vastuseis aitas hiljuti ära hoida Võrumaal, Urvaste vallas asuva Ess-soo kasutuselevõtu turbamaardlana. Millised probleemid ja ohud oleksid Sinu hinnangul võinud kaasneda uue turbamaardla rajamisega? Märjista õiget(ud) vastusevalik(ud):

- a) tuleohtu suurenemine rabas
- b) kliimasoojenemise soodustamine
- c) väärtusliku ökosüsteemi hävimine
- d) liikide väljasuremine
- e) võõrliikide sissetung
- f) õhusaaste
- g) veesaaste happeliste ühenditega
- h) veesaaste aluseliste ühenditega
- i) mürasaaste
- j) põhjavee taseme muutused
- k) vooluveekogude veerežiimi muutused
- l) kohaliku mikrokliima muutused

*ikvastuste puhul
se valede valikute
miinuspunkte!*

1.10. Joonisel 1 on toodud taimede fotod. Vaatle fotosid ja vasta nende all olevatele küsimustele.



Joonis 1 (fotod)

Peamine turvast moodustav taim on pildil nr

2

Selle nimetus on

turbasammal

Samasse taimede põhiklassi kuuluvad veel taimed pildidel numbritega:

3

4

6

Järjestus ei oma tähtsust!

2. MEELED (8 punkti)

Järjestus pole oluline!

2.1. Nimeta inimese meeled ja neile vastavad meeleelundid.

Meel	Elund
nägemine / nägemismeel	silma
kuulmine / kuulumismeel	kõrv
haistmine / haistismeel	nina
maitsmine / maitsismeel	keel
kompimine / kompimismeel	nahk

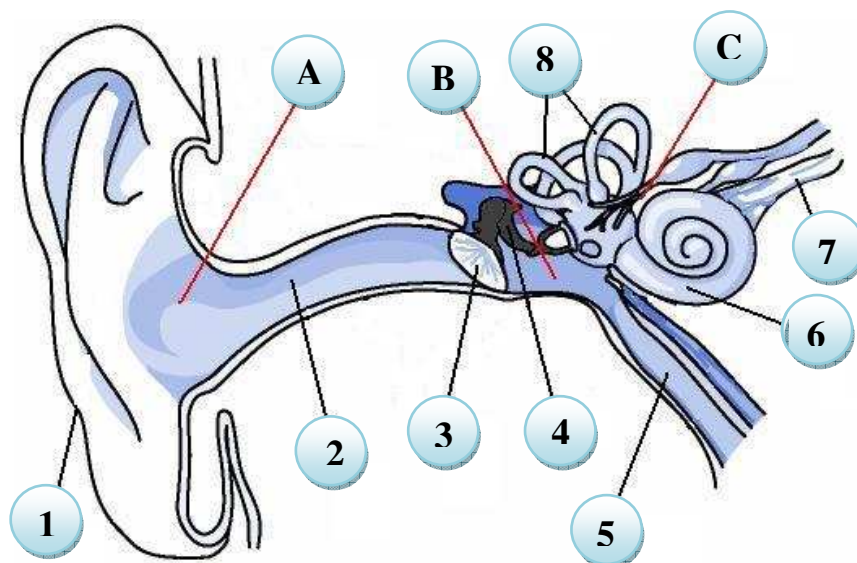
2.2. Millised valgustundlikud rakud näevad silmas a) mustvalgelt ja b) värviliselt?

a) mustvalget tajuvad

b) värvusi tajuvad

2.3. Millise silma kesta osaks on need rakud?

2.4. Joonisel 2 on skemaatiliselt kujutatud kõrva siseehitust. Vii kokku numbrid/tähed kõrva struktuuridega allolevast loetelust. Igale tähele/numbrile vastab üks struktuur: kuulmisnärv, trummikile, väliskõrv, kuulmetõri, kuulumekanal, kõrvalest, keskkõrv, tigu, poolringkanalid, kuulumeluud, sisekõrv.



Joonis 2

A	väliskõrv
B	keskkõrv
C	sisekõrv
1	kõrvalest
2	kuulumekanal
3	trummikile

4	kuulumeluud
5	kuulmetõri
6	tigu
7	kuulmisnärv
8	poolringkanalid

2.5. Lennuki õhkutõusmise ajal langeb lennukis õhurõhk, mille tagajärjel lähevad inimestel kõrvad lukku. Miks?

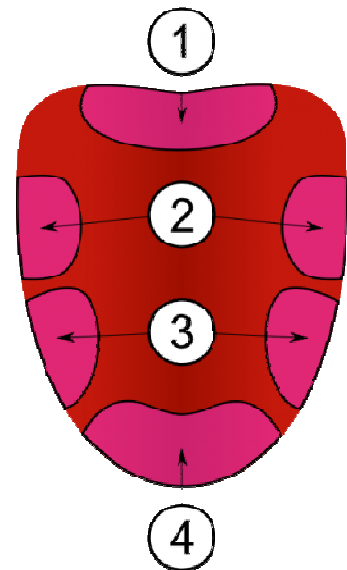
Kuna tekib rõhkude ebavõrdsus välis- ja keskkõrvas. Keskkõrvas olev õhk paisub välisrõhu alanedes ja avaldab seal suuremat rõhku, mis moonutab kuulmist.

2.6. Miks antakse inimestele kõrvade lukkumiseku ärahoidmiseks lennukis karamellkomme?

Kuna neelamisel avaneb kuulmetõri ja sellel läbi saab ühtlustada rõhku keskkõrvas ja väliskõrvas.

2.7. Joonisel 3 on kujutatud skemaatiliselt inimese keel, millel on numbritega tähistatud erinevad piirkonnad. Millised keele piirkonnad tunnevad millist maitset?

1	mõru
2	hapu
3	soolane
4	magus



2.8. Nimetata keele mikrostruktuuri, mille abil tajutakse maitset.

keelenäsa

Joonis 3

3. INIMESE FÜSIOLOOGIA (12 punkti)

Füsioloogia on õpetus organismi ja selle elundite talitlusest. Inimese füsioloogia üheks peamiseks uurimisvaldkonnaks on eluavaldused, millega tagatakse elutegevuseks vajalik organismi sisekeskkonna püsivus ehk

homöostaas

Lahenda järgnevat ülesannet, kasutades bioloogiast saadud füsioloogiateadmisi ja loogikat.

3.1. Veri

Inimesel on kolme tüüpi vererakke: punalibled ehk erütrotsüüdid,

leukotsüüdid ehk valgelibled

ja

trombotsüüdid ehk vereliistakud

Mitu liitrit verd (keskmiselt) on täiskasvanud inimesel?

5 liitrit

Miks on veri punane? Hemoglobiini molekuli koostises olevate raua ionide tõttu = sest see sisaldab rauda.

Millest sõltub vere kogus organismis? (Märgi siia tegurid, mis seda Sinu arvates kõige enam mõjutavad.)
Soost, vanusest, kasvust, kehakaalust, tervislikust seisundist, doonorlusest,

verekaotusest trauma tõttu jne

3.2. Veebilanss

Keskmise inimese ööpäevane veebilanss on kokku 2,5 liitrit, see tähendab, et ühe ööpäeva jooksul inimene nii omandab kui ka väljutab keskmiselt 2,5 liitrit vett.

Täida tabel vee ruumaladega, mida saad valida tabeli ülemisest lahtrist.

Vett omastatakse: 0,3 liitrit + 0,9 liitrit + 1,3liitrit		Vett viiakse välja: 0,1 liitrit + 0,9 liitrit + 1,5 liitrit	
Toiduga	<input type="text" value="0,9"/> liitrit	Väljahingatava õhuga	<input type="text" value="0,9"/> liitrit
Joogiga	<input type="text" value="1,3"/> liitrit	Väljaheidetega	<input type="text" value="0,1"/> liitrit
Rakkudes toimival oksüdeerimisel	<input type="text" value="0,3"/> liitrit	Uriiniga	<input type="text" value="1,5"/> liitrit
Kokku:	<input type="text" value="2,5 liitrit"/>	Kokku:	<input type="text" value="2,5 liitrit"/>

3.3. Energiavahetus

Energiaühikuks SI süsteemis on džaul (J), meditsiinis ja igapäevaelus kasutatakse rohkem ühikut kilokalor (kcal). Sealjuures $4,2 J = 1 cal$. Nende ühikute abil hinnatakse toitainete energeetilisi väärtusi ehk seda, kui palju energiat saab organism 1g toitainet lagundamisel.

1 g **valke** annab organismile kcal, 1 g **lipiide** kcal, 1 g **süsivesikuid** kcal energiat.

Tõmba joon alla õigele variandile:

Toitumisteadlaste soovitude kohaselt peaks meie toidus kõige **rohkem** olema: lipiide, valke, süsivesikuid.

Kõige **vähem** peaks toiduvalikus olema: lipiide, valke, süsivesikuid.

3.4. Hingamine

Inimese hingamissagedus rahuolekus on korda minutis.

Keskmine hingamismaht (sissehingatava õhu ruumala) on 0,5 liitrit õhku.

See tähendab, et rahuolekus läbib inimese kopsse ühe minuti jooksul liitrit õhku.

Tõmba joon alla õigele variandile:

Sissehingatavas õhus on: 21% O₂, 0,03...0,05% CO₂ või 16...17 % O₂, 3...4,5% CO₂

Väljahingatavas õhus on: 21% O₂, 0,03...0,05% CO₂ või 16...17 % O₂, 3...4,5% CO₂

Veri transpordib hapnikku kudedesse seotuna molekulidega.

4. TUNDMATUD AINED (12 punkti)

Kolme tundmatut ainet tähistatakse selles ülesandes tähtedega **A**, **B** ja **C**. Nende ainete koostise kohta on teada mitmeid fakte.

- Aine **B** sisaldab 7,387% elementi **X**.
- Element **X** kuulub iga oksiidi koostisesse.
- Aine **A** koosneb kolmest elemendist, **B** ja **C** sisaldavad kahte elementi.
- Ainus element, mis sisaldub mitmes tundmatus aines, on **X**.
- Aine **B** koostises oleva metalli oksüdatsiooniaste on II.
- Ainete **A** ja **B** koostises olevate metallide oksüdatsiooniastmed on võrdsed ja erinevad aine **C** koostises oleva metalli oksüdatsiooniastmest.
- Kõik aine **A** koostiselemendid kuuluvad samasse perioodilisussüsteemi perioodi, samuti paiknevad kõik elemendid, millest koosneb aine **C**, ühes teises kindlas perioodilisussüsteemi perioodis.
- Aines **C** sisalduv mittemetall kuulub koos elemendiga **X** perioodilisussüsteemi samasse rühma.
- Aines **C** sisalduva metalli oksüdatsiooniaste on kolme võrra suurem kui samas aines sisalduva mittemetalli oksüdatsiooniaste.
- Aine **A** ja **C** iga koostiselemendi aatomi prootonite arv on väiksem kui 18.
- Aines **A** leiduvad elemendid suhtuvad üksteisesse massi järgi nagu 10,65:3,11:1.
- Aines **A** sisalduvate erinevate elementide aatomite arvud suhtuvad üksteisesse nagu 6:2:1.

4.1. Märki vastava tähega, millised väited on tõesed **[T]**, millised väärad **[V]**.

- Iga aine, mille koostisesse kuulub element **X**, on oksiid. **[V]**
- Iga aines **A** sisalduva koostiselemendi aatomi aatomnumber on väiksem kui 18. **[T]**
- Ained **A**, **B** ja **C** on liitained. **[T]**
- Ainete **A**, **B** ja **C** koostises on kokku 6 elementi. **[T]**
- Ainete **A**, **B** ja **C** koostises esinevad elemendid võivad paikneda perioodilisussüsteemi neljas erinevas perioodis. **[V]**

4.2. Mis element on **X**? Kirjuta selle sümbol ja nimetus.

O, hapnik

4.3. Määra arvutuste abil aine **B** koostis. Kirjuta aine **B** valem ja nimetus.

Lahendus:

Kuna hapniku oksüdatsiooniaste ühendis **B** on tõenäoliselt **-II**, on metalli ja hapniku aatomite arv ühendis seega võrdne. Kui hapniku aatommass on $A_r(O)$ ja metalli oma $A_r(Me)$, saame võrrandi:

Võrrandi lahendamisel selgub, et $A_r(Me)=200,6$

Seega on metall elavhõbe ja aine **B** on HgO , elavhõbe(II)oksiid.

Vastus: HgO , elavhõbe(II)oksiid

4.4. Leia aine **C** koostis. Kirjuta aine **C** valem ja nimetus.

Vastus: Na_2S , naatriumsulfiid

4.5. Määra arvutuste abil aine A koostis. Kirjuta aine A valem ja nimetus.

Lahendus:

Aines A sisalduv metall peab olema berüllium, teine element on hapnik. Kolmas element on arvatavasti lämmastik, sest kahekordne N aatommass suhtub Be aatommassi nagu 3,11:1. Elementide massisuhte ja aatomite arvu suhte poolest sobib ainult kombinatsioon 1Be:2N:6O. Seega on aine A $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$, berülliumnitraat.

Vastus: $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$, berülliumnitraat

5. RAKETITEADUS JA LAHUSED (8 punkti)

Raketientusiast Robert tahtis oma sünnipäeva tähistada raketi taevasselennutamiseks. Tal oli plaanis ise valmistada rakett, kasutades kütusena musta püssirohtu, mille üks oluline komponent on kaaliumnitraat. Kahjuks ei olnud amatööril raketiehitajal aga puhast ainet, vaid ainult mitmeid lisandeid sisaldav kaaliumnitraat, mida kasutatakse väetisena. Et tagada kütuse efektiivne toimimine, kavatses Robert kaaliumnitraati puhastada ümberkristallimise teel. Ümberkristallimine (ümberkristalliseerimine) on ainete puhastamise meetod, mis kasutab ainete lahustuvuse sõltuvust temperatuurist. Aine lahustuvus näitab, mitu grammi seda ainet lahustub maksimaalselt antud temperatuuril teatud koguses lahustis (tavaliselt antakse aine lahustuvus täpselt 100 g lahusti kohta). Kuna tahkete ainete lahustuvus vees enamasti on suurem kõrgemal temperatuuril, valmistatakse tavaliselt ümberkristallimiseks puhastatavast ainest küllastunud lahus kõrgel temperatuuril. Küllastatud lahuse jahutamisel kristalliseerub puhas aine osaliselt välja ja lisandid jäävad suuremas osas lahusesse.

5.1. Kirjuta kaaliumnitraadi valem:

KNO_3

Kaaliumnitraadi lahustuvus 100 grammis vees erinevatel temperatuuridel on antud järgmises tabelis:

Temperatuur (°C)	0	20	40	60	80	100
Lahustuvus (g/100 g)	13	32	64	110	169	246

5.2. Kui palju peab Robert võtma vett, et valmistada 950 grammist kaaliumnitraadist küllastunud lahus temperatuuril 100 °C (arvutuses võta lisanditega kaaliumnitraadi lahustuvus võrdseks puhta kaaliumnitraadi lahustuvusega)?

Lahendus:

$$= 950 \text{ g (KNO}_3) \cdot \frac{100 \text{ g (H}_2\text{O)}}{246 \text{ g (KNO}_3)} \approx 390 \text{ g}$$

Vastus: 390 g

5.3. Mitu grammi puhast kaaliumnitraati kristalliseerub valmistatud küllastunud lahusest välja siis, kui Robert jahutab lahuse toatemperatuurile (20 °C)?

Lahendus:

0 g

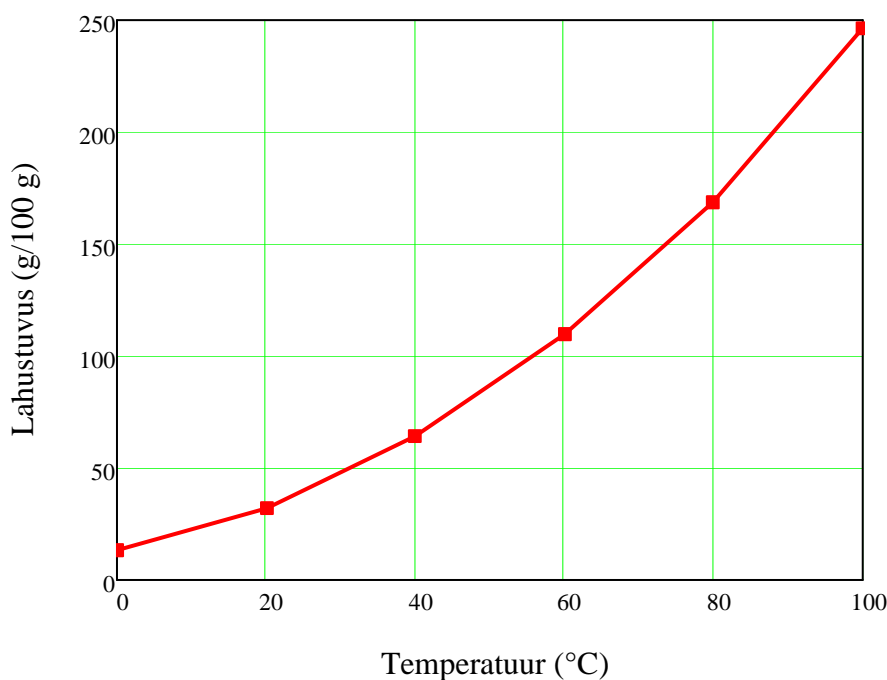
Vastus:

830 g

Lahustuvuskõver näitab aine lahustuvuse sõltuvust temperatuurist.

5.4. Joonista eelpooltoodud tabelis antud andmete põhjal kaaliumnitraadi lahustuvuskõver (joonis 4). Märki telgedele temperatuuri ja lahustuvuse väärtused.

Kaaliumnitraadi lahustuvuskõver



5.5. Kasutades lahustuvuskõverat, hinda, millisel temperatuuril on lahustuvus täpselt 200 g kaaliumnitraati 100 g vee kohta? Vastus kirjuta kraadi täpsusega.

Vastus:

88 ± 2 °C

Tähista järgnevates ülesande punktides tõene vastusevariant tähega (T).

5.6. Kaaliumnitraadi lahustuvus on temperatuuril 25 °C kõige suurem...

- ...bensiin ()
- ...vees (T)
- ...etanoolis ()

5.7. Temperatuuri tõustes kaaliumnitraadi lahustumise kiirus vees...

- ...väheneb ()
- ...ei muutu ()
- ...suureneb (T)

6. RAUD JA VAHTPLAST (10 punkti)

Toomasel on raudviht ja tükk vahtplasti. Mõlemale mõjub täpselt ühesuurune raskusjõud, 3,0 N.

6.1. Milline (millised) alljärgnevatest väidetest on tõene (tõesed)? Märgi õige (õiged) vastusevariant (vastusevariandid) ringiga.

- a) Õhus on raudvihi mass suurem kui vees.
- b) Vahtplasti mass ja raua mass õhus on võrdsed.
- c) Vahtplasti mass õhus on väiksem kui vees.
- d) Vahtplasti mass vees on suurem kui raua mass õhus.
- e) Raua mass vees on võrdne vahtplasti massiga õhus.
- f) Esitatud andmete põhjal ei saa masside kohta midagi väita.

6.2. Toomas oli just koolis õppinud üleslükkejõudu vedelikes. Teades, et üleslükkejõud mõjub tegelikult ka gaasides, mõtles ta välja, kumb keha mõjub õhu keskkonnas laual lebedes lauaplaadile suurema jõuga. Missugusele järeltulele Toomas jõudis? Miks on seda praktikas raske kontrollida?

Lauaplaadile mõjub suurema jõuga raudviht.

Selgitus. Raua tihedus on suurem kui vahtplastil, seega sama massiga kehade puhul on vahtplasti ruumala suurem. Üleslükkejõud sõltub keha ruumalast: mida suurem ruumala, seda suurem on üleslükkejõud. Summaarne jõud, mida kehad lauale avaldavad, on raskusjõud miinus üleslükkejõud (jõud mõjuvad vastassuundades). Kuna kehadele mõjub samasuurune raskusjõud ja üleslükkejõud on suurem vahtplasti jaoks, on summaarne jõud suurem raudvihi jaoks. Tulemust on raske kontrollida, sest üleslükkejõud õhus on väga väike (õhu tihedus võrreldes veega on pea 1000 korda väiksem). Vaja oleks väga täpselt seadistatud kaalu.

6.3. Kui palju võimsust peab arendama Toomase mänguhelikopter, et tõsta 4,7 sekundiga 1,5 m kõrgusele

a) raudviht? b) vahtplasti tükk?

A. Lahendus:

õõlema keha puhul),
m. Helikopteri töö

$$= 0.957 \dots \approx 1.0 \text{ (W)}.$$

ides ei ole
, üleslükkejõudu ning
assi arvestatud.

Vastus:

umbes 1.0 W

B. Lahendus:

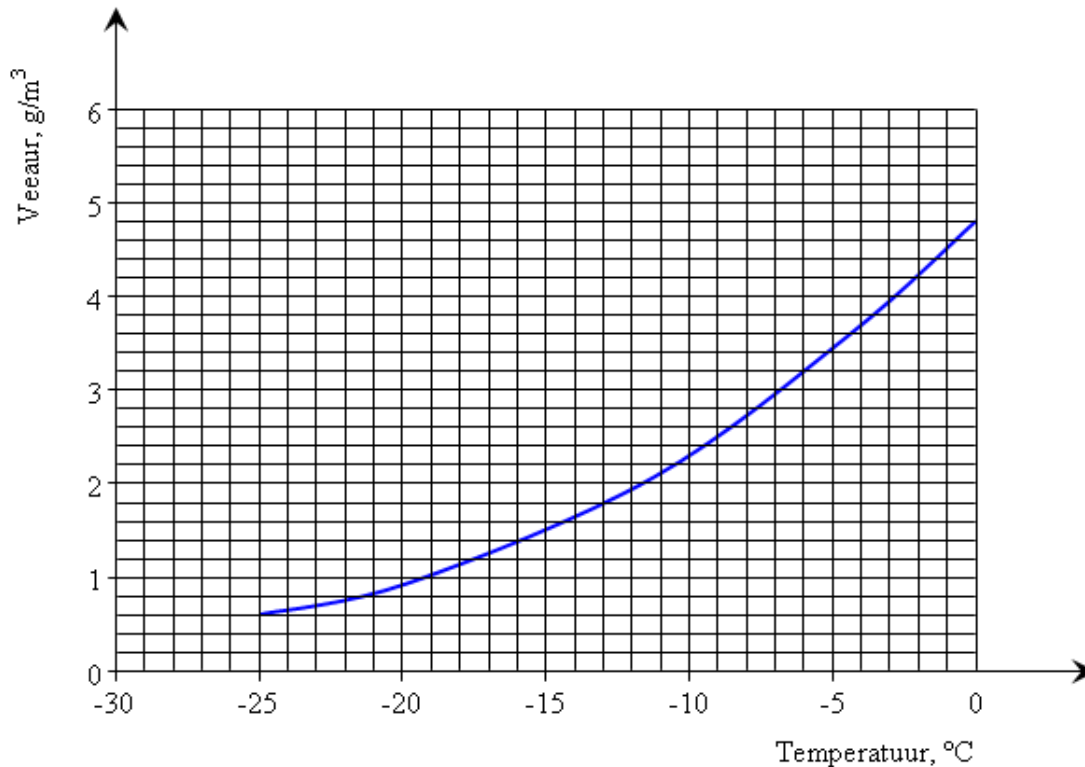
ii b) Vahtplasti
er arendama

Vastus:

umbes 1.0 W

7. TEEKATE PÄRAST KÜLMA (5 punkti)

2010. aasta jaanuari pikale käredale pakasele (kuni $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) järgnesid soojemad ilmad. Asfaldiga kaetud teed muutusid libedaks, kuigi lund polnud sadanud. Maanteeameti töötaja põhjendas teede libedust sellega, et pakasega külmus teetamm sügavalt läbi ja jahtus. Ühes eriti libedas kohas tehti mõõtmisi. Õhutemperatuur oli mõõtmise ajal $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suhteline õhuniiskus 87%, teekatte temperatuur oli $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Joonis 5.

7.1. Miks muutus teekate ilma soojenedes libedaks? Külma ilmaga ei olnud teekate libe.

Teekatte temperatuur on õhu temperatuurist madalam.

Teekatte lähedale sattuv õhk jahtub. Suhteline niiskus sõltub antud absoluutse niiskuse juures temperatuurist: temperatuuri vähenemisel suhteline niiskus suureneb.

Teatud temperatuuril saabub küllastunud olek.

Temperatuuri edasisel vähenemisel hakkab veeaur õhust välja eralduma ja kondenseerub (härmatub) teepinnal jääna. Viimane muudabki tee libedaks.

7.2. Põhjenda vastust graafikult leitud küllastava veeauru sisalduste abil.

Graafikult saab määrata, et temperatuuril $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ saab õhus olla veeauru maksimaalselt $2,3\text{ g/m}^3$. Sellest 87% on $2,0\text{ g/m}^3$. Teekatte lähedal on

õhutemperatuur $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Graafikult on näha, et temperatuuril $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, saab

õhus olla veidi rohkem kui $0,9\text{ g/m}^3$. Teepinna lähedale sattuv õhk jahtub ja

selle igast kuupmeetrist kondenseerub teekattele ligikaudu 1 g veeauru.

$$\text{g/m}^3 = \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$$

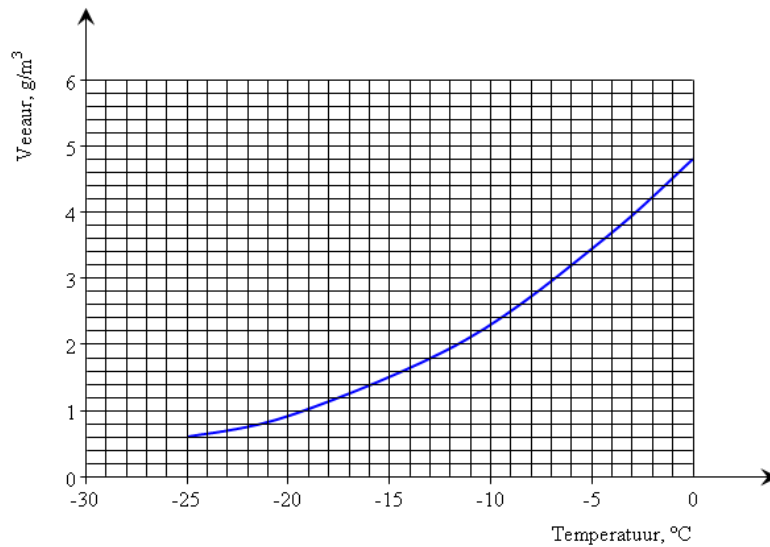
7.3. Hinda ligikaudselt, kui paks jääkiht võis tekkida asfaldile, mis enne jää tekkimist oli kuiv?

Graafikul (joonis 5) on kujutatud antud temperatuuril õhku küllastava veeauru sisalduse (küllastava niiskuse) sõltuvus temperatuurist.

Teepinnale tekkiva jääkihi paksus oleneb sellest, kui palju õhku satub asfaldi lähedale. See sõltub protsessi kestusest ja õhu liikumisest. Lisaks looduslikule õhu segunemisele panevad autod õhu liikuma. Samal ajal võib autosid vaadelda kui täiendavaid soojusallikaid (rataste kokkupuude teepinnaga), mis takistavad jääkihi tekkimist. Infokastis olev tulemus kehtib juhul, kui teepinna lähedalt liigub läbi 1 m^3 õhku ja see jahtub temperatuurini $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kasulik teada: Suhteline niiskus näitab, kui suur osa küllastavast niiskusest on õhus olemas. Küllastav niiskus näitab antud temperatuuril maksimaalselt võimalikku veeauru hulka grammides ühes kuupmeetris õhus.

1 kuupmeetrist õhust välja kondenseerunud veeaur laotub 1 ruutmeetri suurusele pinnale. Teades vee tihedust ja massi 1 g, saame leida, et kihi maksimaalne paksus võib olla $1\text{ }\mu\text{m}$ ehk 10^{-6} m . (Eelnev arutluskäik kehtib, kui oletada, et õhu temperatuur on $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ kogu õhukihis ning õhk jahtub väga kiiresti õhukeses teekattega kokkupuutuvas kihis).



Joonis 5. Eelmisel leheküljel oleva graafiku koopia.

8. KAS VEDADA LUND VÕI SULATADA (5 punkti)

2010. aasta lumerohkel talvel ummistas lumi tänavaid ja tekkis vajadus lund eemaldada. Kuna lume vedu on kallis, siis hakati Moskvas ära veo asemel lund sulatama. Otsusta, kas selline teguviis on energeetiliselt põhjendatud Tartu ja Tallinna jaoks, kus lund veetakse keskmiselt 10 km ja 30 km kaugusele.

Kasuta järgmisi andmeid. Auto mahutab 10 m³ lund. Auto keskmine kütusekulu on 20 $\frac{\text{dm}^3}{100 \text{ km}}$.

Mootorikütuse kütteväärtus ehk kütuse täielikul põlemisel eralduv soojushulk on $43 \times 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$, kütuse

tihedus on $0,86 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$. Kokku lükatud ja tihendatud lume keskmine tihedus on $250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Jää sulamissoojus ehk soojushulk, mis kulub 1 kg jää sulamiseks 0 °C juures on $330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Lund sulatatakse

auto mootorikütusega, lume sulatamise seadme kasutegur on 80%. Sulatava lume temperatuur on -10 °C. Ühe kilogrammi lume soojendamiseks ühe kraadi võrra kuluv soojushulk (erisoojus) on $1,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Kasulik teada: Aine soojendamiseks kuluv soojushulk sõltub aine massist, aine erisoojusest ja temperatuuride vahest, vastavalt valemile $Q_T = c m \Delta T$. Aine sulatamiseks (sulamistemperatuuril) kuluv soojushulk sõltub aine massist ja sulamissoojusest $Q_f = \lambda m$.

Lahenduskäik:

(Tartu korral on ühe reisi pikkus 20 km, sellele kulub 4 liitrit mootorikütust. Tallinna korral on ühe reisi pikkus 60 km Tartu, sellele kulub 12 liitrit mootorikütust.)

1. Ühe reisiga veetakse 10 m³ lund, mis kaalub 2 500 kg.

2. 2 500 kg lume soojendamiseks temperatuurilt $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ kuni sulamistemperatuurini kulub soojust ($Q = cm\Delta t$) 45 000 kJ.
3. 2 500 kg lume sulatamiseks sulamistemperatuuril kulub soojust ($Q = \lambda m$) 825 000 kJ.
4. Kokku kulub ühe koorma lume sulatamiseks soojust 870 000 kJ.
5. Kui sulatamiseadme kasutegur oleks 100%, siis kuluks selle soojushulga saamiseks ($Q = r m$) 20,2 kg kütust. Arvestades sulatamiseadme kasutegurit (80%) kulub ligikaudu 25 kg kütust, mis ümber arvestatuna liitritesse teeb 29,4 liitrit.
6. Selline kütuse kogus võimaldaks lund vedada 73 km kaugusele.

Järeldus:

Energeetiliselt on Tallinna ja Tartu suurustest linnadest lume äravedu otstarbekam kui sulatamine.