



Eesti loodusteaduste olümpiaad

piirkonnavaor

Võis

NÄIDISVASTUS

Ülesanne 1: Hindenburg (24,5 punkti)

6. mail 1937. aastal oli õhulaev Hindenburg lõpetamas oma kahekümnendat lendu üle Atlandi ookeani. Maandumisel süttis Hindenburg ootamatult põlema ning järgnenud tuleoõllus kaotas elu 35 inimest. Sellega lõppes õhulaevade kuldaeg ning taevast sai täielikult õhust raskemate lennudevahendite pärusmaaks. Pisemaid õhulaevu, millega tänapäevalgi lõbureisile saab minna, on ka hiljem ehitatud, kuid ohtliku vesiniku asemel täidab neid süttimatut heeliumi.

lk | 1



1.1. Tõstejõud

Esialgse kavandi järgi pidi ka Hindenburgi õhku tõstma heelium, kuid haruldast gaasi polnud võimalik piisavas koguses hankida.

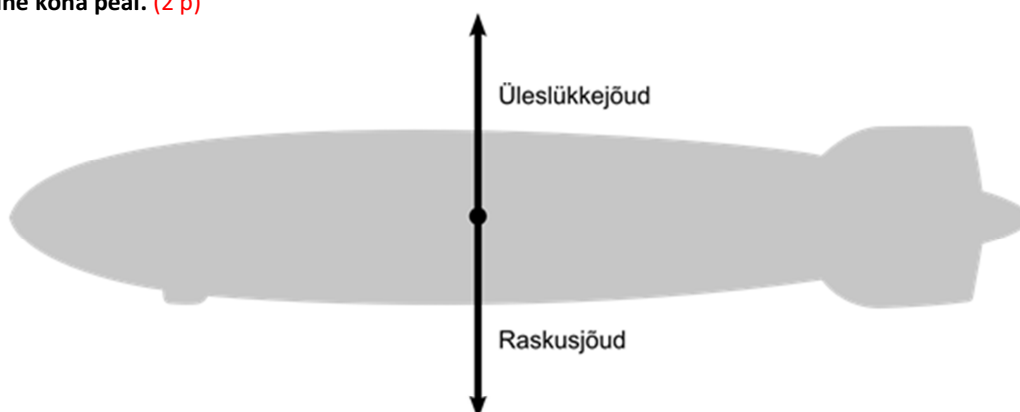
1.1.1. Mitu kuupmeetrit heeliumi oleks tarvis, et täislastis Hindenburg õhku tõsta? Õhulaeva tühimag ehk mass ilma täitegaasi ja kasuliku lastita on 210 tonni ning kasuliku lasti suurim mass 12 tonni. Õhu ja heeliumi tihedused on vastavalt $\rho_{\text{õhk}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ ja $\rho_{\text{heelium}} = 0,18 \text{ kg/m}^3$. Ülesande lahendamisel võib kasu olla teadmisest, et õhust kergema gaasiga täidetud ja tühiselt kerge kestaga õhupall ruumalaga V suudab õhus hoida koormist massiga $m = V(\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{gaas}})$. (3 p)

Hindenburgi õhku tõstmiseks vajaliku gaasikoguse leidmiseks avaldame ülesandes antud valemist täitegaasi ruumala

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{gaas}}}. \quad (1\text{p})$$

Edasi tuleb arvestada, et üles tuleb tõsta nii õhulaeva kere, millele vastab tühimag, kui kasulik last ehk $m = m_{\text{tühi}} + m_{\text{last}}$ (0,5p) ning õhulaev on täidetud heeliumiga ehk $\rho_{\text{gaas}} = \rho_{\text{heelium}}$ (0,5p). Nüüd saabki vajaliku heeliumi koguse ruumala välja arvutada: $V = (210\,000 \text{ kg} + 12\,000 \text{ kg}) / (1,29 \text{ kg/m}^3 - 0,18 \text{ kg/m}^3) = 200\,000 \text{ m}^3$ (1p).

1.1.2. Tee õhulaevast joonis ja märgi sellele õhulaevale mõjuvad jõud (nooltega) olukorras, kus õhulaev hõljub vabalt ühe koha peal. (2 p)



(1p: kõik jõud on joonisel + 1p: ülespoole ja allapoole suunatud jõud on võrdse pikkusega)



Võistleja kood:

1.1.3. Mitu tonni saab õhulaevale kasulikku lasti peale võtta rohkem, kui konstruktsioonis muudatusi tegemata (tõstegaasi ruumala ning õhulaeva tühimass jäävad samaks) **asendada heelium vesinikuga?**

Vesiniku tihedus on $\rho_{\text{vesinik}} = 0,09 \text{ kg/m}^3$. (4 p)

Kasutame esimeses ülesandes antud valemit $m = V(\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{gaas}})$, arvestades et üles tuleb tõsta nii õhulaeva kere, millele vastab tühimass, kui ka kasulik last ehk $m = m_{\text{tühi}} + m_{\text{last}}$ (1p). Heeliumi asendamisel vesinikuga jääb täitegaasi ruumala samaks (0,5p) ning selle väärtus on vastavalt ülesande 1.1. tulemusele $200\,000 \text{ m}^3$. Kummagi täitegaasi kasutamise juhu jaoks saame kirjutada

$$m_{\text{last1}} = V(\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{heelium}}) - m_{\text{tühi}}$$

$$m_{\text{last2}} = V(\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{vesinik}}) - m_{\text{tühi}} \text{ (1p)}.$$

Ülesandes küsiti kasuliku lasti muutust ehk välja tuleb arvutada $m_{\text{last2}} - m_{\text{last1}}$, milleks on

$$m_{\text{last2}} - m_{\text{last1}} = V(\rho_{\text{heelium}} - \rho_{\text{vesinik}}).$$

Vastuse arväärtus on $200\,000 \text{ m}^3 * (0,18 \text{ kg/m}^3 - 0,09 \text{ kg/m}^3) = 18\,000 \text{ kg} = 18 \text{ tonni}$ (1,5p).

1.2. Proovilend

Õhulaev tegi proovilennu Friedrichshafenist Frankfurti ja tagasi. Kogu lennu vältel puhus täpselt Frankfurdi poolt Friedrichshafeni poole muutumatu tugevusega tuul. Ühest linnast teise lennates oli õhulaeva kiirus õhu suhtes alati sama, kuid maapinna suhtes erinev: lennu esimeses pooles 50 km/h ja tagasi tulles 70 km/h .

1.2.1. Kui suur oli õhulaeva kiirus õhu suhtes? (1,5 p)

Olgu võhulaeva kiirus maapinna suhtes ja v_{tuul} tuule kiirus. Õhulaeva kiirus on nende summa, kui õhulaev lendas allatuult ja vahe, kui õhulaev lendas vastutuult:

$$v + v_{\text{tuul}} = 70 \text{ km/h}$$

$$v - v_{\text{tuul}} = 50 \text{ km/h}$$

Võrrandite liitmisel leiame, et $2v = (70 + 50) \text{ km/h}$, millest saame õhulaeva kiiruse õhu suhtes $v = 60 \text{ km/h}$.

1.2.2. Kui suur oli tuule kiirus? (1,5 p)

Kuna $v + v_{\text{tuul}} = 70 \text{ km/h}$ ja $v = 60 \text{ km/h}$, siis $v_{\text{tuul}} = 70 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h} = 10 \text{ km/h}$.

1.3. Kütusekulu

Õhulaeva 4 mootorit kasutasid diiselkütust. Kuna kütuse põletamisel muutus õhulaev pidevalt kergemaks, siis tuli aeg-ajalt osa täitegaasiks olevast vesinikust välja lasta, et õhulaev liiga kõrgele ei tõuseks. **Mitu kuupmeetrit vesinikku kaotati seetõttu Atlandi ookeani ületaval reisil Frankfurdist Lakehursti, mis kestis 77 tundi?** Iga mootori keskmine kütusekulu oli 130 liitrit tunnis. Diiselkütuse tihedus on $0,86 \text{ kg/l}$. (6 p)

Uhes tunnis kasutas iga mootor $130 \text{ l/h} * 0,86 \text{ kg/l} = 112 \text{ kg}$ kütust (1p). Neli mootorit kokku kulutasid kogu lennu kestel seega $4 * 77 \text{ h} * 112 \text{ kg/h} = 34,5$ tonni kütust (2p). Kuna õhulaev läks selle massi võrra kergemaks, siis tuli teatav kogus vesinikku välja lasta. Selle leidmiseks kasutame esimeses ülesandes antud valemit, mis seob täitegaasi ruumala V massiga m , mida saab selle gaasikoguse abil õhku tõsta: $m = V(\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{vesinik}})$, arvestades et täitegaasiks on vesinik (1p). Avaldame valemist ruumala $V = m / (\rho_{\text{õhk}} - \rho_{\text{vesinik}})$ (1p). Kasutades arväärtusi, saame $V = 34500 \text{ kg} / (1,29 \text{ kg/m}^3 - 0,09 \text{ kg/m}^3) = 29000 \text{ m}^3$ (1p).



1.4. Vesiniku põletamine

Et vesinikku mitte niisama raisku lasta, siis planeeriti esialgselt viienda mootori lisamist, mis kasutab kütusena vesinikku.

1.4.1. Pane kirja vesiniku põlemise reaktsioonivõrrand: (2 p)



1.4.2. Ühe kilogrammi vesiniku põlemisel vabaneb 120 MJ energiat. **Mitu kilogrammi vesinikku kulutab ühes tunnis mootor, mille kasulik võimsus on 300 kW ja mis suudab kasulikuks tööks muuta 30% kütuse põlemisel tekkivast soojusenergiast?** Mootori kasulik võimsus kulub täielikult propelleri liigutamiseks ehk kasuliku töö tegemiseks. (4,5 p)

Mootori võimsus 300 kW tähendab, et ühes sekundis teeb mootor 300 kJ tööd (1p). Uhes tunnis teeb mootor seega $300 \text{ kJ/s} \cdot 3600 \text{ s} = 1080 \text{ MJ}$ tööd (1,5p). Kuna mootori kasutegur on 30%, siis peab selle koguse töö tegemiseks vabanema $1080/0,3 = 3600 \text{ MJ}$ (1p) põlemisel tekkivat soojusenergiat, milleks kulub $3600 \text{ MJ} / 120 \text{ MJ/kg} = 30 \text{ kg}$ (1p) vesinikku.

Ülesanne 2: Nisupõld (62 punkti)

Nisu on maisi ja riisi järel enimtoodetud teravili maailmas: 2012. aastal oli nisusaak 674,9 miljonit tonni (FAOSTAT), millest 484,7 tuhat tonni toodeti Eestis (Statistikaamet).

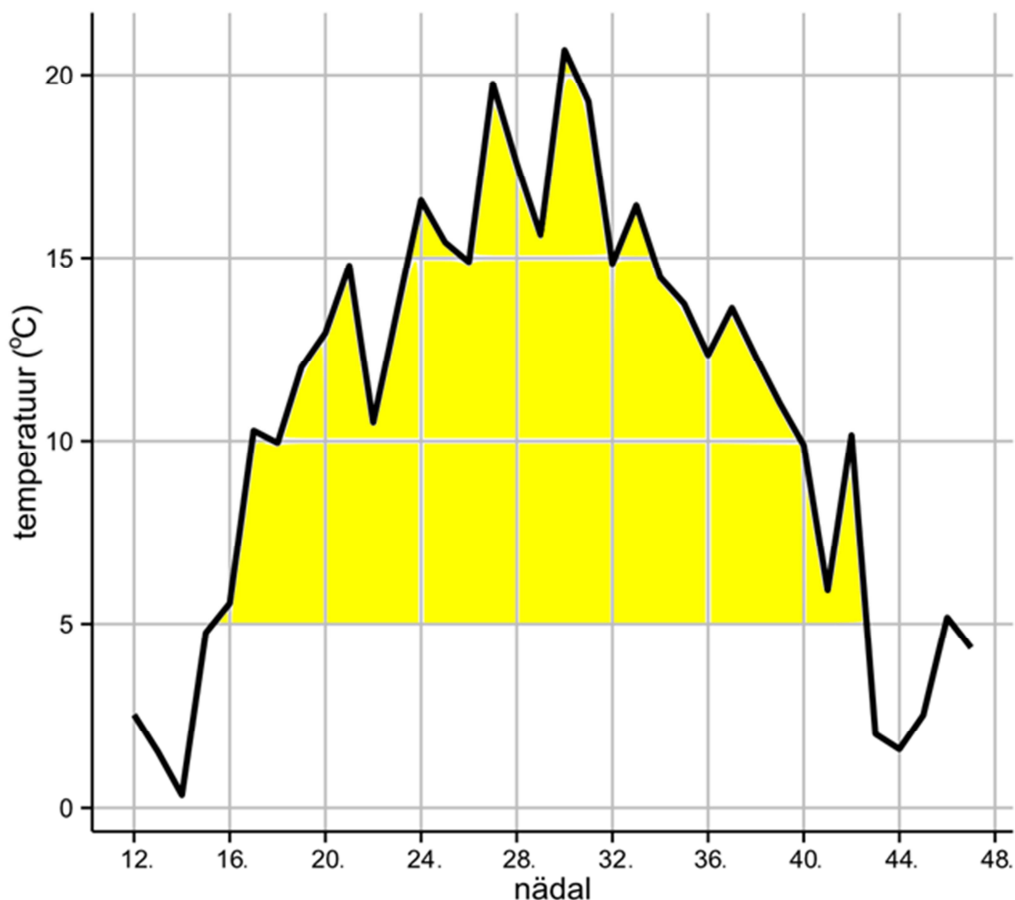
2.1. Arvuta, mitu mooli nisuteri toodeti maailmas 2012. aastal! 1000 nisutera mass on 30 g, üks mool on $6,022 \cdot 10^{23}$ osakest. Arvutamisel soovitame kasutada kümne astmeid! (3 p)

674,9 miljonit tonni on $674\,900\,000\,000\,000 = 674,9 \cdot 10^{12}$ grammi (tonnid grammideks 0,5p). Järelikult nisuteri oli $674,9 \cdot 10^{12} \text{ g} \cdot 1000/30 \text{ g} = 22,5 \cdot 10^{15}$ (nisuterade arvu rehkendamine: 1p). Moolides teeb see $22,5 \cdot 10^{15} / 6,022 \cdot 10^{23} = 3,7 \cdot 10^{-8} = 0,000000037$ mol (arvu teisendamine moolideks: 1p) (arvutamisel kasutatud kümne astmeid: 0,5p).

Sellise tähtsa teravilja kasvatamist tuleb kahtlemata uurida. Nii süvenemegi nüüd ühe põllumajandusliku katsejaama tegemistesse.

Nagu iga taim, nii vajab ka nisu kasvamiseks soojust – mitte väga palju, kuid siiski. Nisu kasvab, kui ööpäeva keskmine temperatuur on vähemalt 5 °C. Joonisel 1 on näidatud nädala keskmised temperatuurid Tartus 2012. aastal, alates aasta 12. nädalast ja lõpetades 47. nädalaga.





Joonis 1. Nädala keskmised temperatuurid 2012. aastal.

2.2. Arvestame lihtsuse mõttes taime kasvuperioodiks aega, kui nädala keskmine temperatuur on üle viie kraadi. **Mitu nädalat kestis taimekasvuperiood 2012. aastal? (2 p)**

28 nädalat. (27 või 29 annab 1p).

2.3. Üks võimalus taime kasvuks sobiva soojuse hulga kirjeldamiseks on efektiivsete temperatuuride summa (ETS): liidetakse kokku ööpäeva keskmiste temperatuuride osad, mis ületavad 5 °C. Näiteks, kui nelja ööpäeva keskmised temperatuurid on 1 °C, 5 °C, 7 °C ja 11 °C, siis nende nelja ööpäeva ETS on $0 + 0 + 2 + 6 = 8$ °C. Igal taimel on minimaalne ETS, mis on vajalik, et see taim saaks normaalselt kasvada ja annaks saaki.

Katsejaama teadlased saavad ETS-i hinnata ka jooniselt 1. Nad teavad, et igasugused kindla aja temperatuuride summad vastavad teatud pindaladele jooniselt 1. Näiteks vastab üks graafiku abijoonte moodustatud väike ristkülik nelja nädala temperatuuride summale, kui iga nädala keskmine temperatuur on 5 kraadi.

Arvuta, kui suurele ööpäeva keskmiste temperatuuride summale vastab üks väike ristkülik graafikul.

(2 p)

Neli nädalat, nädala keskmine 5 kraadi, nädalas 7 päeva. Järelikult $4 \cdot 5 \cdot 7 = 140$ kraadi.

2.4. Terve 2012. aasta ETS vastab samuti teatud piirkonna pindalale joonisel 1. Tähista hariliku pliiatsiga joonisel 1 see piirkond, mille pindala vastab 2012. aasta ETS-ile. (2 p)

Tähistatud peaks olema graafiku ja 5 kraadi joone vaheline ala seal, kus graafik on ülevalpool 5 kraadi joont.

Seega tähendab efektiivsete temperatuuride summa arvutamine sisuliselt Sinu tähistatud kujundi pindala mõõtmist joonisel 1. Aja kokkuhoiu huvides saame kujundi pindala hinnata ka ligikaudu silma järgi: tuleb üle lugeda, mitu ristkülikut see kujund katab. Kui kujund katab ristkülikust vähem kui poole, siis lihtsuse mõttes jäta see ristkülik täiesti välja. Kui aga kattuvus on üle poole, siis võta ristkülik arvesse tervena.

Leia joonise 1 alusel eelpoolsoovitatud meetodiga ligikaudne 2012. aasta efektiivsete temperatuuride summa. Kirjuta oma vastus siia: (2 p)

1540 kraadi (11 ristkülikut). +/- 1 ristküliku pindala annab 1p. Kui värvitud on teistsugune kujund, mitte see õige, siis hindame, et kas on selle teistsuguse kujundi pindala õigesti hinnatud.

Tabelis 1 on mõne kultuurtaime kohta kirjas, kui suurt efektiivsete temperatuuride summat on nende eduka kasvatamise jaoks minimaalselt vaja.

Tabel 1.

| taimeliik | minimaalne vajalik ETS | kas kasvab? | taimeliik | minimaalne vajalik ETS | kas kasvab? |
|-----------|------------------------|-------------|-----------|------------------------|-------------|
| päevalill | 1100 | + | hernes | 980 | + |
| köiekanep | 1150 | + | lina | 1140 | + |

2.5. Märki tabelisse 1 nende taimede järele „+“, mille kasvatamine oleks 2012. aastal õnnestunud, ja „0“, kui see ei oleks õnnestunud (taimi kasvatame ikka õues, mitte kasvuhooones!).

(iga õige vastus 0,25 p, kokku 1 p)

Katsejaamas uuritakse ka erinevate väetamisrežiimide mõju nisusaagile. Selleks hariti üles 6 mulla ja mikrokliima poolest sarnast katselappi, igaüks 2 m lai ja 5 m pikk. Tabelis 2 on näidatud, mitu kilogrammi taimetele omastatavat lämmastikku (N), fosforit (P) ja kaaliumit (K) on iga režiimi puhul ette nähtud lisada ühe hektari suuruse põllu kohta (1 hektar = 10000 m²). Samuti on tabelis 2 kirjas nisusaak (juba ümber arvutatud kilogrammideks hektari kohta), mis igalt katselapilt suve lõpul saadi.



Võistleja kood:

Tabel 2.

| režiim | N (kg/ha) | P (kg/ha) | K (kg/ha) | saak (kg/ha) |
|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| režiim 0 | 0 | 0 | 0 | 3000 |
| režiim 1 | 0 | 13 | 23 | 3100 |
| režiim 2 | 60 | 0 | 23 | 3800 |
| režiim 3 | 60 | 13 | 0 | 3900 |
| režiim 4 | 60 | 13 | 23 | 4000 |
| režiim 5 | 100 | 13 | 23 | 4800 |

Taimed suudavad lämmastikku, fosforit ja kaaliumit omastada ainult vastavate lahustuvate ioonidena.

2.6. Märki tabelisse 3 nende ainete juurde „+“, mis sobivad väetiseks, ja „0“ nende juurde, mis ei sobi! (iga õige vastus 0,5 p, kokku 3 p)

2.7. Lisaks kirjuta iga aine juurde selle aine nimetus. (iga õige vastus 0,5 p, kokku 3 p)

Komisjoni hinnang:

Komisjoni hinnang:

lk | 6



Tabel 3.

| aine | nimetus | sobib? | aine | nimetus | sobib? |
|--------------------------------|-------------------------|--------|----------------|-------------------------|--------|
| KNO ₃ | <i>kaaliumnitraat</i> | + | N ₂ | <i>lämmastik</i> | 0 |
| H ₂ SO ₄ | <i>väävelhape</i> | 0 | KCl | <i>kaaliumkloriid</i> | + |
| FePO ₄ | <i>raud(III)fosfaat</i> | 0 | KOH | <i>kaaliumhüdrosiid</i> | 0 |

2.8. Tabeli 2 põhjal nimeta see toiteelement, mis nisu saagikust väetamata põllul (kõige enam) piirab. (1 p)

| |
|------------------|
| <i>Lämmastik</i> |
|------------------|

Komisjoni hinnang:

2.9. Kuidas Sa seda järeldasid? (1 p)

Nisusaak paraneb vaid juhul, kui juurde anda lämmastikku. Kui lämmastikku ei ole, aga teisi on, siis nisusaak ei parane (eriti).

2.10. Enne väetama asumist on vaja arvutada, kui palju väetist tuleb taimedele panna. Tabelis 2 näidatud režiimid väljendavad puhta elemendi massi ühe hektari kohta. **Arvuta režiimi 4 jaoks, mitu grammi ja mitu mooli puhast elementi läheb vaja ühe katselapi tarvis.** Arvutused kirjuta siia, vastused lisa ka tabelisse. (5 p)

Meenutame, et režiim 4 tähendas 60 kg N/ha, 13 kg P/ha ja 23 kg K/ha. Järelikult $2 \times 5 = 10 \text{ m}^2$ (katselapi pindala: 0,5p) peale läheb neid 1000 korda vähem kui ühe hektari peale: $60/1000 = 0,06 \text{ kg} = 60 \text{ g N}$, 13 g P ja 23 g K (vähemalt 1 on õige: 1p, kõik on õiged: 1,5p). Molaarmassi abil teisendame massi hulga: läheb vaja $60 \text{ g} / 14 \text{ g/mol} = 4,286 \text{ mol N}$, $13 \text{ g} / 31 \text{ g/mol} = 0,419 \text{ mol P}$ ja $23 \text{ g} / 39 \text{ g/mol} = 0,590 \text{ mol K}$. (iga 1p, kokku 3p)

| element | mass (g) | hulk (mol) |
|---------|----------|------------|
| N | 60 | 4,286 |
| P | 13 | 0,419 |
| K | 23 | 0,590 |

2.11. Laos on olemas ainult KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ ja NH_4NO_3 . Arvuta režiimi 4 jaoks, mitu mooli ja mitu kilogrammi iga väetist on vaja ühele katselapile. (9 p) Arvutused kirjuta siia, vastused kirjuta tabelisse. Lähtu eelmises ülesandes saadud vastustest!

(Hindamisel lähtume ainehulkadest, mis õpilasel eelmises ülesandes on saadud, olgu need õiged või valed.)

Kaaliumit saame ainult KNO_3 seest ja üks KNO_3 sisaldab ühe kaaliumi, seega KNO_3 peab olema 0,590 mooli. Fosforit saame ainult $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ seest ja üks $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ sisaldab ühe fosfori, seega $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ peab olema 0,419 mooli (tähelepanek et K ja P saab ainult KNO_3 ja $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ seest: 1p).

Nüüd lämmastik. Seda on meil KNO_3 ja $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ tõttu kogunenud $1 \times 0,590 + 1 \times 0,419 = 1,009$ mooli (mürgatud, et K-ga ja P-ga koos saame vältimatult ka N: 1p), järelikult $4,286 - 1,009 = 3,277$ mooli (1p) lämmastikku on veel vaja. Selle saame kätte NH_4NO_3 seest, mida läheb meil vaja $3,277/2 = 1,6385$ mooli (1p).

Rehkendame nüüd väetiste massid. $M(\text{KNO}_3) = 39 + 14 + 3 \times 16 = 101 \text{ g/mol}$ (1p), seega teda läheb vaja $101 \text{ g/mol} \times 0,59 \text{ mol} = 59,6 \text{ g}$. $M((\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4) = 14 + 6 \times 1 + 31 + 4 \times 16 = 115 \text{ g/mol}$ (1p), järelikult teda läheb vaja $115 \text{ g/mol} \times 0,419 \text{ mol} = 48,2 \text{ g}$. $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 2 \times 14 + 4 \times 1 + 3 \times 16 = 80 \text{ g/mol}$ (1p), järelikult teda läheb vaja $80 \text{ g/mol} \times 1,6385 \text{ mol} = 131,1 \text{ g}$ (vähemalt 1 väetise mass õigesti arvatud: 1p, kõik õigesti arvatud: 2p).

| väetis | hulk (mol) | molaarmass (g/mol) | mass (kg) |
|--|------------|--------------------|-----------|
| KNO_3 | 0,59 | 101 | 0,060 |
| $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$ | 0,42 | 115 | 0,048 |
| NH_4NO_3 | 1,64 | 80 | 0,13 |

Komisjoni hinnang:

Taimekasvatases on olulisel kohal taimede väetamine, et tagada kõigi vajalike toitainete olemasolu. Need toitained sisaldavad keemilisi elemente, millest ehitatakse üles organism. Selle tõttu nimetame neid toitaineid sisalduvaid keemilisi elemente toiteelementideks. Toiteelemendid jagatakse mikro- ja makroelementideks. Makroelemendid on näiteks lämmastik, fosfor ja süsinik (N, P ja C), kaks esimest



esinevad ka enamikus väetisetüüpides. Mikroelemendid on enamasti erinevad metallid, mida taimed kasutavad ioonidena (nt. Ca^{2+} , Fe^{3+} ja Mg^{2+}).

2.12. Selgita, miks lämmastik, fosfor ja süsinik on makroelemendid, mitte mikroelemendid. (1 p)

Lämmastik, fosfor ja süsinik on elusorganismides väga laialt levinud, neid leidub pea kõigis organismi ehituslikes ainetes ja nad moodustavad suure osa taime (kuiv)massist.

Kuigi mikroelementidele pööratakse taimekasvatuses enamasti vähem tähelepanu, võib mõne konkreetse elemendi puudus viia tõsiste muutusteni taime kasvus või välimuses. Sageli on mikroelemendid seotud just kõige olulisemate protsessidega taimes. Tabelis 4 on kirjeldatud mõningate mikroelementide puudusel tekkivaid sümptomeid.

Tabel 4.

| Taimekasvatuse mikroelement | MIKROELEMENTI VAEGUSE SÜMPTOMID |
|-----------------------------|---|
| K (kaalium) | Vanadel lehtedel ääres või tipus kollakaspruunid laigud, lehed pronksivärvilised. Seemnete idanevus langeb. |
| Mg (magneesium) | Lehtedel kaob roheline värvus (seda nimetatakse kloroosiks), ainult leherood jäävad roheliseks. Õied ei arene, viljastuvus väheneb. |
| Ca (kaltsium) | Juurte puudulik areng, juurekarvade hävimine, otsapungade ja õieraagude kahjustus, häired sahhariidide ja valkude ainevahetuses. |
| Fe (raud) | Nooremates lehtedes algab kloroos, mis hõlmab kogu lehe (ka leherood kaotavad rohelise värvi). |
| Cu (vask) | Väikesed ja keerdunud lehed, sigimisorganite kasv peatunud – kasvukuhiku kahjustus, põõsasjas kasv. |

Asjaolu, et erinevate ainete puuduse korral algavad kloroosinähud (roheline värvuse kadumine) erinevalt vanades ja noortes lehtedes, on seletatav nende ainete liikuvusega taimes. Teatud ioonid on tugevalt seotud valkudega ja see takistab nende ioonide vaba liikumist. Mõned ioonid esinevad taimes aga vabalt lahustunud kujul ja seega liiguvad kergelt taime erinevate osade vahel.

2.13. Uuri tabelis 4 näidatud kaaliumi ja raua puuduse sümptomeid. Selle alusel märgi kõrvalolevas tabelis plussiga (+), kas vastav element on taimes hästi või halvasti liikuv. (iga õige vastus 0,5 p, kokku 1 p)

| Element | Väheliikuv | Hästi liikuv |
|-------------|------------|--------------|
| K (kaalium) | | + |
| Fe (raud) | + | |



2.14. Põhjenda oma mõlemat valikut! (iga õige vastus 2 p, kokku 4 p)

Tabelist 4 on näha, et Fe puuduse korral algab kloroos noortes lehtedes, aga mitte vanades - seega on midagi viga noorte lehtedega, mitte vanade lehtedega. Arvatavasti on siis põhjus selles, et noortesse lehtedesse ei jõua Fe kohale, sest ta on vanades lehtedes valkude küljes kinni ja mullas otsa lõppenud.

Seevastu K puuduse korral algab kloroos just vanadest lehtedest, järelikult noorte lehtedega on alguses kõik korras. Aga kustkohast see K (K puuduse korral) ikka noortesse lehtedesse saab kui mitte vanadest lehtedest. Järelikult K peab olema liikuv.



2.15. Sageli on metallide ioonid organismis vajalikud erinevate ensüümide jaoks. Iooni puudusel võib sellest sõltuva ensüümi toime kaduda.

Taimede arengu ja kasvu reguleerimisel on olulisel kohal taimehormoonid (teatud ained, mida taim toodab oma kasvu juhtimiseks). Nagu paljude teiste ainete sünteesimisel, läheb ka taimehormoonide sünteesil tarvis erinevaid ensüüme. Tabelis 5 on nimetatud kolm olulist taimehormooni koos oma toimega. **Märgi Tabelisse 5 iga taimehormooni kohta see mikroelement, mida läheb tarvis selle taimehormooni sünteesil!** Lähtu Tabelist 4! (iga õige vastus 1 p, kokku 3 p)

Tabel 5.

| taimehormoon | toime | mikroelement |
|--------------|---|---------------------|
| tsütokiniin | Soodustab maapealsete osade kasvu ja rakkude jagunemist. | <i>Cu, vask</i> |
| giberelliin | Soodustab seemnetes leiduva tärklise kasutamiseks vajaliku ensüümi tööle hakkamist. | <i>K, kaalium</i> |
| auksiin | Soodustab pungade (eelkõige taime kõige ülemise punga) ja juurte arengut. | <i>Ca, kaltsium</i> |

Komisjoni hinnang:

Toiteelementide jaotumise uurimiseks taimes kasutatakse sageli radioaktiivsete ainete meetodit. Nimelt, radioaktiivsed ioonid viiakse taime ja seejärel on võimalik elektronmikroskoobis näha, kuhu täpselt need ioonid on liikunud. Ühes sellises katses uuriti magneesiumi (Mg) jaotumist taimerakus. Leiti, et Mg koguneb raku organellidesse, mis veidi meenutavad mitokondrit. Samuti täheldati, et aine, millega magneesium neis organellides liidetakse, suudab siduda valguse energiat ja anda seda edasi ühele teisele, rauda sisaldavale ainele.

2.16. Millises taimeraku organellis asub magneesium (Mg)? (1 p)

Komisjoni hinnang:

Nisust saab valmistada bioetanooli, mis on kasutatav kütusena. Selleks kasutatakse pärmide abi: nisus leiduv tärklis lagundatakse suhkruteks, millest pärmid käärivad etanooli.

Kogu energiat, mis on ühe kuu jooksul langenud päikesekiirgusena maapinna ruutmeetrile, saab

väljendada megadžaulides. Tabelis 6 on näidatud keskmised kiirguse kuusummad Tartu lähedal Tõraveres (Eesti kiirguskliima teatmiku andmetel). Nisu võib külvata mai alguses, siis saab saak valmis augusti alguseks. Ühest tonnist nisust saab 435 liitrit bioetanooli. Bioetanooli kütteväärtus on 21,2 MJ/l.

Tabel 6.

| kuu | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| kiirgus (MJ/m ²) | 46,2 | 112,1 | 268,8 | 386,1 | 553,9 | 609,8 | 584,3 | 452,5 | 270,7 | 131,1 | 47,1 | 28,5 |

2.17. Teadaoleva info põhjal saavad katsejaama töötajad leida, kui efektiivne on bioetanooli tootmine. Selleks arvuta, kui suure osa nisu kasvuajal Päiksel põllule langenud energiast suudab nisu (inimese märkimisväärsel kaasabil) muuta bioetanoolis salvestunud energiaks. Arvutustes lähtu režiimi 4 saagikusest. Arvutused ja lõppvastus kirjuta siia. (5,5 p)

Kõigepealt leiame, kui palju päikese kiirguse energiat langes ühele ruutmeetrile nisu kasvamise jooksul. Selleks tuleb liita mai-, juuni- ja juulikuule vastavad arvud: 553,9 + 609,8 + 584,3 = 1748,0 MJ. (osatud kasutada Tabelit 5: 0,5p, ülejäänu õige: veel 1p)

10000 ruutmeetri põllu pealt saab 4000kg nisu, seega ühe ruutmeetri pealt saab 10000 korda vähem ehk 0,4 kg nisu. (0,5p)

*Bioetanooli saab sellest 0,4 kg * 435 l/t * 1 t/1000 kg = 0,174 l (ühikuteisendus: 0,5p, ülejäänu õige: veel 1p). Energiat on seal 0,174 l * 21,2 MJ/l = 3,69 MJ(1p). Seega nisu ja inimene suudavad päikese energiast 3,69/1748=0,00211=0,211% salvestada bioetanooli (1p).*

2.18. Järgnevalt on toodud rida asjaolusid, mis puudutavad nisu ja bioetanooli tootmist. Märki iga asjaolu juurde tabelis, kas see mõjutab nisu ja inimese võimekust Päikese energiat bioetanooli salvestada. Märki tabelis vastavasse veergu „+“, kui asjaolu on oluline, ja „0“, kui pole oluline. (iga õige vastus 0,5 p, kokku 2 p)

| Asjaolu | Kas mõjutab? |
|--|--------------|
| Nisutaim sureb pärast saagi valmimist. | 0 |
| Vaid väike osa Maale langevast Päikese kiirguse energiast on taimede poolt kasutatav fotosünteesiks. | + |
| Nisuterade tärkliisisaldus. | + |
| Kaod nisusaagi koristamisel ja hoiustamisel. | + |

Komisjoni hinnang:

Nisutaimi ohustavad mitmed kahjurid ja haigused. Noor teadlane Teet uurib meie katsejaama laboris transgeenseid taimi ehk selliseid taimi, mille pärilikkusaine (DNA) hulka on viidud osa mõne teise liigi DNAST. Teet tahab enda uuritud nisutaimi sisestada ühe bakterigeeni (geen on DNA lõik). Ta loodab, et see geen muudab nisutaimed vastupidavamaks kõrreroostele.

Kahjuks võttis Teet DNA proovidega tuubid kätte märgade kinnastega ja määris nii laiali tuubidele markeriga kirjutatud tekstid. Teet märgistas nüüd kolm segamini aetud proovi tähtedega X, Y ja Z. Aita



Võistleja kood:

Teedul välja selgitada, missugune neist kolmest proovist oli mõeldud tema katseks ehk sisaldas seda bakteri geeni, mida Teet soovib lõpuks nisutaime viia.

Teedul on laboris olemas restriктаas HaeIII. Restriктаasid on valgud, mis „lõikavad“ DNA ahela teatud kindlates kohtades katki. Nimelt koosneb DNA ahel nelja sorti „klotsidest“ - nukleotiididest, mida tähistatakse tähtedega A, T, C ja G. HaeIII on selline restriктаas, mis lõikab DNA ahelat järjestuse ...GG|CC... keskelt ehk kahe G ja kahe C nukleotiidi vahelt (NB! järjekord on oluline, sest DNA ahelal on suund!).

lk | 11



Otsi Teedu proovidest üles kõik kohad, kus HaeIII DNA-d lõikab. Kui palju neid igas proovis on? Mitu DNA juppi lõikamisel tekib?

Proov X:

```
ATGACACCCAAACTCATTCTTGCATCGTCGAGCCCTTTTCGACGGATGCTGAT
GGAAAATGCCGGTCTCTTCTTCGAGGCGCACCCCGCGGAGATCGACGAAAGGG
CGGTTGAGGCGCCGCTGGAAAAAGCCGGTGCGAAGCCGGATACCGTCGCCTGC
GTCCTGGCCAAGGCTAAAGCCGAAGATGTCAGCGCCCGTTTTCCCGAGAGTCT
CGTCATCGGTTTCGGATCAGACGATGTCGCTCGGCGACCGCGTTTTCCACAAAC
CGAAGGATATCGCCGACGCAGCGAACCACCTTCGCGCCCTGTCGGGCACGACT
CACCGGCTGAACAGCGCCATCGTGCTCGTCCGCGACGGCGCCGTTTTGTGGGA
GCATGTCGGCCATGCGGAACTGACGATGCGACCCTTGACGGAAGATTCATCG
CCAGGCACCTGTCGCGGGTTCGGTGAACGGGCGCTTTCAGCGTCGGCGCCTAC
CAGCTGGAAGGCGAGGGCGTTCAACTCTTCGAGAAGATCGAGGGCGATTATTT
CACCATACTCGGGCTGCCGATGCTTCCGCTCCTGGGAAAATTGCGAGAACTCG
GAACGATCGATGGATGA
```

2.19. Restriктаasil HaeIII on (2 p) lõikekohta ja lõikamisel tekib DNA juppi (0,5 p).

Komisjoni hinnang:

Proov Y:

```
ATGAAACGCATTAGCACCACCATTACCACCACCATCACCACCACCATCACCAT
TACCATTACCACAGGTAACGGTGCGGGCTGA
```

2.20. Restriктаasil HaeIII on (1 p) lõikekohta ja lõikamisel tekib DNA juppi (0,5 p).

Komisjoni hinnang:



Võistleja kood:

Proov Z:

```

TCATTTTCAGTAATCCTTTTGGAGTCAGCGTGCCTTGCAGCCATTGCAGAAGCA
GGTCGGCGATGATGGCCAGAATGCTGACCAATACCGCGCCGACGATCAGCATC
GACATATCGCTGCGGCTGATTGAAGCGAGAATAAGTACACCCAGACCACCGGC
ACCGATGGTGGCAGCGATGGTCATGACACCGATGTTTCATCACCACGGCGGTGC
GTACACCGGCAAGAATGACGGGCACCGCGATAGGCAGTTCAACCATGCGCAGG
CGCTGGCCGAAGGTCATGCCGATGCCTTTGGCGGCTTCGCGAATACCGGTTTC
GACGCCTGTCAGTGCCAGGTAGGTGTTACGCATGATCGGCAGCAGCGAATAGA
GAAACACTGCGGTGATCGCCGGCATTGGGCCAAGGCCCTGACCGAACTTGGAG
TAGAACGGCAGCAACAGGCCAAACAACGCAATCGACGGCACGGTCAGCAGCAC
GGTGGCGCTGGCTTGCAGCGGGCCGGCCAGTGCCGGAAAGCGGGTTCATCAGTA
CGCCCAGCGGGACACCGACGACGATGGCCAGGGTCCACAGCAATGCCGACCAAC
GTGATGTGCTGCGTGGTCAGATGCAGCACCTGAGCCCAGTTCGATCTGGGAGAA
AACGTTAAAAAACTCAT

```

lk | 12



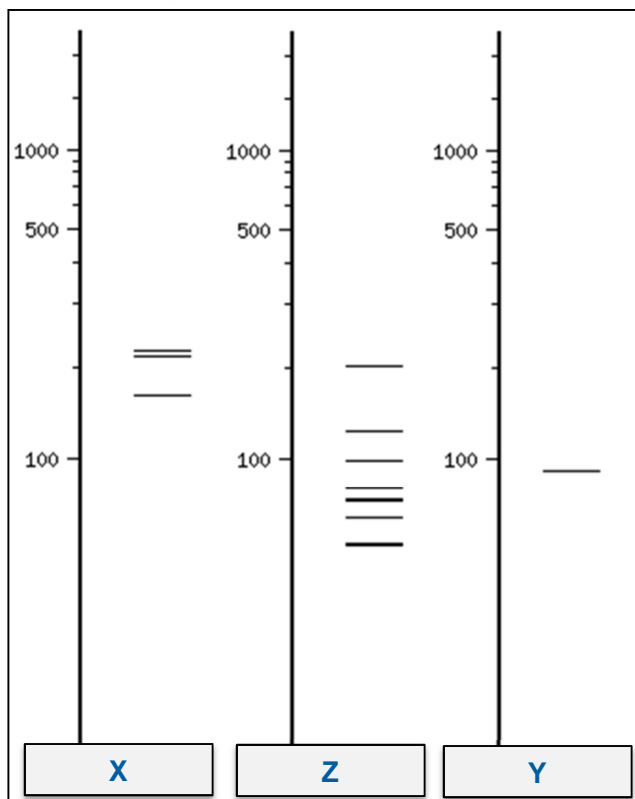
2.21. Restriktaasil HaeIII on (2 p) lõikekohta ja lõikamisel tekib DNA juppi (0,5 p).

Komisjoni hinnang:

(kui on ühe võrra suurem, sõltumata õigest vastusest)

Teet lõikas HaeIII restriktaasiga kõiki proove ja teostas seejärel geelelektroforeesi.

Geelelektroforees on meetod, mis võimaldab lahutada proovis olevaid DNA juppe nende pikkuse järgi. Selle tulemusel saadakse geelipildid, kus skaala näitab juppide pikkust nukleotiidides (ehk mitmest tähest see jupp koosnes) ja horisontaalsed ribad on geelis erinevatele kaugustele liikunud DNA jupid. Väga lähedase suurusega DNA juppe ei ole geeli peal võimalik eristada. Sel juhul paistab riba lihtsalt laiem. Teet sai järgmised geelipildid:



Komisjoni hinnang:

2.22. Kirjuta iga geelipildi alla, missugusele proovile (X/Y/Z) see kuulub. (3 p)

(3 p, kui kõik on õige, muidu 0)

2.23. Teet teab, et tema töös vajalikul geenil on 8 HaeIII lõikekohta. Seega on ta nüüdseks välja selgitanud, missuguses tuubis on õige proov. Kirjuta Teedu katse jaoks vajaliku proovi tähis (X/Y/Z) siia:

(1 p)

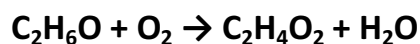
Komisjoni hinnang:



Ülesanne 3: Roolijoodik (33 punkti)

Politseipatrull peatas kiirust ületanud kahtlase sõidustiiliga auto. Autot juhtis 28-aastane Jarmo Jõmm, kellel tuvastati alkomeetri abil alkoholihoove.

Alkomeetris toimub keemiline reaktsioon, kus etanool muutub etaanhappeks järgmise reaktsioonivõrrandi kohaselt:



Alkomeetrisse puhutud õhust kasutatakse vere etanoolisisalduse määramiseks 52,5 ml õhku. Vere ruumalaühikus sisaldub etanooli 2100 korda rohkem kui samas ruumalaühikus alkomeetrisse puhutud õhus. Jarmo Jõmmi poolt alkomeetrisse puhutud etanoolisisaldusega õhust tekkis $5,2 \cdot 10^{-5}$ g etaanhapet.

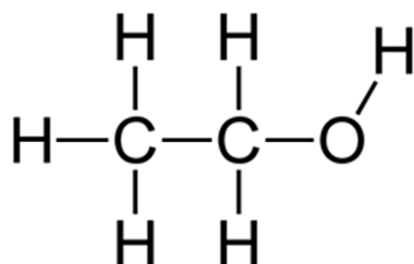
3.1. Kui suur oli etanooli sisaldus Jarmo Jõmmi veres (mg/ml)? (6,5 p)

$$m(\text{etanool}) = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{60 \text{ g}} \cdot \frac{46 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \approx 0,0399 \text{ mg}$$

$$\frac{0,0399 \text{ mg}}{52,5 \text{ ml}} \cdot 2100 \approx 1,6 \text{ mg/ml}$$

2 punkti õigete molaarmasside, 4 punkti õigete arvutustehete, 0,5 punkti õige g-mg teisenduse eest.

3.2. Joonista etanooli struktuurvalem (valem, milles on näidatud aatomite paiknemine ühendis ja aatomitevahelised keemilised sidemed). (1 p)



3.3. Määra alkomeetris toimivas reaktsioonis oksüdeerijana ja redutseerijana käituvad ained! Milliste elementide oksüdatsiooniastmed reaktsioonil muutuvad? (2 p)

redutseerija – etanool ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)

oksüdeerija – hapnik (O_2)

Muutub süsiniku (C) ja hapniku (O, dihapnikus) oksüdatsiooniaste.

1 punkt ainete leidmine, 1 punkt elementide leidmine.

3.4. Jarmo Jõmm väitis, et oli joonud tund aega kestnud lõunasöögi ajal ühe õlle ning arvas, et „mis see üks õlu ikka mehele teeb!“. Ligikaudse hinnangu mehe veres leiduvale maksimaalsele etanoolisisaldusele (mg/ml), sõltuvalt tunni jooksul tarbitud etanooli massist ja mehe kehamassist, saab anda alljärgneva tabeli 7 alusel.



Tabel 7. Etanooli sisaldus veres (mg/ml) sõltuvalt joodud etanooli hulgast ja jooja kehamassist.

| Kehamass (kg) | Joodud etanooli mass (g) | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| 70 | 1,04 | 1,28 | 1,52 | 1,76 | 1,99 | 2,23 | 2,47 | 2,71 | 2,95 |
| 80 | 0,89 | 1,10 | 1,31 | 1,52 | 1,73 | 1,93 | 2,14 | 2,35 | 2,56 |
| 90 | 0,78 | 0,96 | 1,15 | 1,33 | 1,52 | 1,70 | 1,89 | 2,07 | 2,26 |
| 100 | 0,68 | 0,85 | 1,02 | 1,18 | 1,35 | 1,52 | 1,68 | 1,85 | 2,02 |

Milline on tabeli järgi hinnatav Jarmo Jõmmi poolt joodud etanooli mass, kui Jõmm kaalub 93 kg?

Kuna vere etanoolisisaldus sõltub ka joomise ja alkomeetriga mõõtmise vahelisest ajast ning antud tabel näitab hinnangulist etanoolisisalduse ajalist maksimumi, siis ülesande lahendamisel eelda, et etanoolisisaldus Jõmmi veres vastab tabelist leitavale maksimaalsele etanoolisisaldusele. (2 p)

95–100 g. Kui küsimuse 1 vastus on vale, siis loen siin õigeks kõik selle põhjal pakutud vastused, kui need jäävad vahemikku +/- 2,5 g korrektselt küsimuse 1 vastuse põhjal hinnatud tulemusest.

On teada, et Jõmm jõi ühe Lõbusa Õllepruulija pruulikoja poolt toodetud õlle järgmisest nimekirjast:

- Ultralaager (0,5 l, etanoolisisaldus 4,5 mahuprotsenti)
- Nokkloom (0,5 l, etanoolisisaldus 8,7 mahuprotsenti)
- Kepslev Sikuke (2 l, etanoolisisaldus 7,5 mahuprotsenti)
- Töömehe Lahja (0,33 l, etanoolisisaldus 3,2 mahuprotsenti)

3.5. Leia arvutustega, millise õlle Jõmm tõenäoliselt lõunasöögi kõrvale jõi (etanooli tihedus on 0,79 g/ml)? (3 p)

$$m(\text{etanool ultralaagris}) = 0,5 \text{ l} \cdot \frac{4,5}{100} \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} \cdot \frac{0,79 \text{ g}}{1 \text{ ml}} \approx 18 \text{ g}$$

$$m(\text{etanool nokkloomas}) = 0,5 \text{ l} \cdot \frac{8,7}{100} \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} \cdot \frac{0,79 \text{ g}}{1 \text{ ml}} \approx 34 \text{ g}$$

$$m(\text{etanool sikukeses}) = 2 \text{ l} \cdot \frac{7,5}{100} \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ l}} \cdot \frac{0,79 \text{ g}}{1 \text{ ml}} \approx 120 \text{ g}$$

Kepslev sikuke. 2 p üldise arvutuskäigu näitamise eest (vähemalt ühes õlles), 0,5 p l-ml teisendus, 0,5 p õige õlle valimine.



Võistleja kood:

3.6. Üheks teguriks, miks joobes juhtimine on ohtlik, on sõidukit juhtiva inimese reaktsiooniaja (aeg, mis kulub objekti nägemisest kuni piduripedaalile vajutamiseni) pikenemine. Jõmm kihutas kiirusega 130 km/h. Kaines olekus on Jõmmi reaktsiooniaeg 1,2 s, ent kuna Jõmm oli joobes, oli tema reaktsiooniaeg 50% võrra pikem.

Mitme meetri võrra oleks alates ootamatult teele ilmunud objekti nägemisest kuni auto peatumiseni Jõmmi poolt läbitud vahemaa olnud tema aeglasema reaktsiooniaja tõttu pikem? (4,5 p)

$$1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ km} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}}{1 \text{ h} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}} \approx 0,278 \text{ m/s}$$
$$s = 130 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{0,278 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \cdot 1,2 \text{ s} \cdot \frac{50}{100} \approx 20 \text{ m}$$

Ühikute teisenduse eest 2 p, 2,5 p ülejääva teepikkuse arvutuse eest.

3.7. Too 3 näidet põhjustest, miks on lisaks reaktsiooniaja pikenemisele joobes juhtimine ohtlik. (3 p)

- 1) _____ ebatäpsemad liigutused _____
- 2) _____ nõrgem kontroll emotsioonide üle _____
- 3) _____ vähenenud keskendumisvõime _____

Komisjoni hinnang:

Komisjoni hinnang:

3.8. Milline väide on tõene, milline väide väär? Tähista tõeste väidete ees olevad kastikesed „X“. (3 p)

- Etanoolisisaldust hingeõhus saab vähendada hinge kinnihoidmisega enne alkomeetrise puhumist.
- Etanoolisisaldust hingeõhus saab vähendada korduva kiire sisse- ja väljahingamisega enne alkomeetrise puhumist.
- Naine saavutab harilikult suurema etanooli kontsentratsiooni veres kui sama kehamassiga mees, kes tarbib sama koguse alkohoolset jooki sama kiirusega.
- Etanooli joomise kiirus ei mõjuta vere alkoholisaldust.
- Kui joobes inimene närib enne alkomeetrise puhumist närimiskummi, siis näitab alkomeeter väiksemat joovet.
- Kui joobes inimene loputab enne alkomeetrise puhumist suud suuveega, siis näitab alkomeeter väiksemat joovet.

Komisjoni hinnang:

lk | 15





Võistleja kood:

3.9. Täida tekstis lüngad kõige täpsemalt sobiva sõnaga teksti all toodud loetelust! (8 p)

Pärast alkoholsete jookide tarbimist liigub etanool läbi söögitoru **makku** ja sealt edasi **peensoolde**, kus toimub peamine etanooli imendumine **verre**. Imendunud etanool liigub kehas laiali, tungides kergesti erinevatesse **kudedesse** sest väike etanooli **molekul** läbib hästi **rakumembraane**. Verre sattunud etanoolist vabanetakse peamiselt **maksas** kus see **oksüdeeritakse** ühendiks etanaal **ensüümi** alkoholi dehüdrogenaas abil. Osa etanoolist hingatakse välja **kaudu** kaudu ning osa väljutatakse ka **neerudes** moodustuva **uriini** koostises. Etanaal mõjutab paljude biomolekulide normaalset talitust ning on seetõttu **mürgine**. Peamiselt **mitokondrites** muudetakse etanaal inimesele ohutumaks etaanhappeks, mida tuntakse ka **äädikhappena**. Lõpp-produktidena saadakse etaanhappe täielikul oksüdeerimisel **süsinikdioksiid** ja **vesi**.

lk | 16



Komisjoni hinnang:

uriin, ensüüm, redutseerima, rakumembraan, maks, jämesool, süsinikdioksiid, äädikhape, magu, molekul, vesi, oksüdeerima, peensool, mürgine, neerud, kude, veri, kopsud, mitokonder, reaktsioonivõimeline

Kuna Jarmo Jõmm oli politseile korduvate liiklusrikkumiste poolest juba vana tuttav, siis mõisteti talle karistuseks 20-päevane arest ja ühtlasi peatati kaheksaks kuuks tema juhtimisõigus.

Ülesanne 4: Aardekoobas (30 punkti)

Raamatukogus referaadi tarvis teoseid sirvides avastasid Sa vana tolmunud botaanikaleksikoni vahelt luitunud vihiku põneva pealkirjaga „**Aardejahi kroonika**“, sees hariliku pliiatsiga kaunis käekirjas jäädvustatud jutustus. Lugu algab nii: *Minu isa, geoloogiaprofessor Hans Goldbergi peeti mitmekülgseks geeniukses, kellel oli hea „nina“ põnevate koobaste, kivististe ja muu väärtusliku leidmise peale. Samas teati teda ka kui eraklike kalduvustega veidrikku, kes eelistas oma käimasolevaid uurimusi kolleegide eest varjata. Kahtlaselt jõukana mõjuva isa sagedased saladuslikud reisirid tekitasid ametivendade seas erinevaid kuuldusi. Nädal pärast isa surma, 5. juulil 1935 sain mina, professori tütar ja loodusainete õpetaja Helen, postiljonilt pitseeritud ümbriku – adresseeritud mulle ning mu 8. klassis käivale nutikale ja seiklushimulisele pojale Hendrikule, keda ma üksi kasvatan.*



4.1. Vihiku vahel on vana pärgamenditükk veidra kirjaga. Selgita selle tähendust! (2,5 p)

Kuninga aarde vääriline on vaid see, kes mõistab kaartide sõnumit ja tunneb maapõue saladusi. Alustage sealt, kus kaardil kohtuvad põhi, lõuna, ida ja lääs. Minge otse üle Vähi raja, kuni läbitud on 0,544429 osa teest meridiaanide kohtumispaika. Siis pöörake otse itta ja läbige 0,108788 osa teest jooneni, kus tänasest saab homne. Seal andke see kiri muuseumi varahoidjale, tema viib teid peidetud koopasuuni. Aga mitte kaugemale.

Teekonna alguspunkt: **ekvaatori ja nullmeridiaani lõikepunkt (1 p)**

Vähi rada: **põhjapöörijoon / Vähi pöörijoon (0,5 p)**

Meridiaanide kohtumispaik: **põhjapoolus (0,5 p)**

Joon, kus tänasest saab homne: **kuupäevaraja / 180° meridiaan (0,5 p)**

4.2. Leia kirjas toodud andmete abil aarde koordinaadid 4 komakoha täpsusega ja tõmba ringid ümber õigetele tähistele. (3 p)

Ekvaatorist põhjapooluseni on 90 laiuskraadi (ehk kaarekraadi gloobusel ringjooneliselt liikudes). (0,5 p)

$$\text{Põhjalaius kraadides: } 90^\circ \times 0,455529 = \underline{48,99861^\circ} \text{ (1 p)}$$

Nullmeridiaanist 180° meridiaanini, mis ookeanialadel ühtib kuupäevarajaga, on 180 pikkuskraadi. (0,5 p)

$$\text{Idapikkus kraadides: } 180^\circ \times 0,108788 = \underline{19,58194^\circ} \text{ (1 p)}$$

Geograafiline laius: **48,9986° pl**

Geograafiline pikkus: **19,5819° ip**

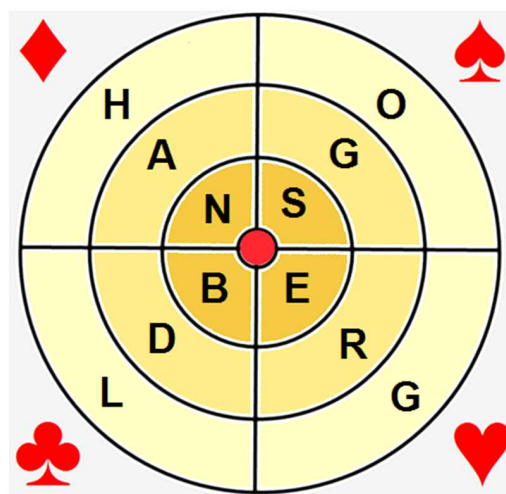
4.3. Lähtu koordinaatidest ja tõmba joon alla riigile, kus aare paikneb. (1 p)

Argentina, Iirimaa, Slovakkia, Malaisia, Senegal, Jaapan, Sudaan, Uus-Meremaa, Eesti, USA

4.4. Heleni kirjutis jätkub: *Mõistatus kahepeale lahendatud, ostsime oma viimase raha eest piletid, pakkisime varustuse ja reisisime juhatatud paika. See osutus maaliliseks külaks lamedate mägede vahelises orus. Kohaliku loodusmuuseumi eakas varahoidja oli meid juba oodanud. Järgmisel päeval tõi pikk mäkketõus tema juhtimisel meid ühe põdsastega varjatud kaljulõheni. Läitsime õlilaternad ja nägime kitsast käiku, mis näis lõppevat sileda kaljuseinaga. „Siin!“ teatas teejuht, ulatas mulle pärgamenditüki mingi tekstiga ja lahkus siis kordagi tagasi vaatamata. Kaljulõhesse sisenenud, avastasime oma jahmatuseks, et koopa tagaseinas oli lubjakiviplaat, mis meenutas vägagi... ust! Sellele olid kinnitatud **kivikettad, mida sai pöörata**. Ukse kõrval kaljul oli kiri: **KOLMAS EKSI-MUS SULGEB UKSE IGAVESEKS!***



ALGSEIS



LAHENDUS

Vihiku vahel oli pärgamenditükk tekstiga:



Kasuta pärgamenti ja lisa joonisele LAHENDUS õiged tähed. Kirjuta tähed otse! (6 p)

4.5. Aga mis saanuks siis, kui seiklejatel poleks olnud abiks pärgamenti vihjega?

1) Mitu erinevat ketaste asendit saab kokku olla? (1 p)

Iga ringi puhul on 4 erinevat võimalikku asendit. Kõigi võimalike kombinatsioonide arvu leidmiseks peame kolme ringi valikute arvud omavahel korrutama.

Kokku saab olla: $4 \times 4 \times 4 = 64$ erinevat asendit

2) Mitu protsenti on tõenäosus, et huupi valides õnnestub kolme katsega üks avada? (1,5 p)

1. katsel õigesti valimise võimalus: $1/64$ (0,5 p)

Kuna on 3 katset, siis õigesti valimise võimalus on $3 * 1/64 = 3/64$ ehk 0,046875 (0,5 p)

Protsentides on see: $0,046875 \times 100 = 4,7\%$ (0,5 p)

4.6. Järgneb Heleni kirjeldus koobastes kogetust. Et lugu õpetlikumaks teha, on tubli pedagoog osa sõnu ja lauselõppe kustutanud, lisades lõppu abistava sõnavaliku.

Leia loetelust sobivad sõnad, pane need õigesse vormi ja täida lüngad päevikus! (5,5 p)

Õnneks oli Hendrik äsja kivimeid õppinud ja varsti saidki kettad õigesse asendisse keeratud. Vajutasin punast nuppu ja ukseplaat langes mürtsatades alla. Sisenesime madalasse, läppunud õhuga käiku, mis suundus kergelt allapoole, laienedes peagi avaraks ja kõrgeks koopasaaliks. Seda ehtisid võimsad „kivipurikad“: ülalt rippuvad ja neile alt vastu kasvavad . Mõistsin, et koobas oli tekkinud aastamiljoneid kestnud tulemusena, mis iseloomustab vanu, peamiselt koosnevaid mäestikke. Saali tagaseinas paistis järgmine käigusuu, kuid selleni jõudmiseks tuli läbida üsna sügav lohk. Tumepruuni purdse materjaliga, mis oli ilmselt väärtuslik bioväetis , kaetud lohu põhjast leidsin haruldasi seeni ja samblikke, mida asusin kohapeal uurima. Hiljem pojale järgnedes tundsin peapööritust ja pidin veidi aega toibuma. Küllap oli põhjuseks toimel lohku kogunenud , mis on õhust ja sisse hingates toimega. Seal istudes tundsin korraks, nagu oleks pea kohalt kostnud sadade tiibade vaikset sahinat, aga Hendriku meelet mul lihtsalt kõrvus kohises. Nüüd arvan, et need olid . Nad suudavad kottpimedas eksimatult lennata tänu oma oivalisele .

liivakivi, guaano, erosioon, raske, lubjakivi, käsiivaline, kuulmine, ammoniaak, kips, stalagnaat, karstumine, lämmatav, kaialokatsioon, koopapääsuke, metaan, stalaktiit, kerge, süsihappegaas, kaaliumnitraat, salpeeter, üleslükkejõud, murenemine, nägemine, raskusjõud, stalagmiit, toksiline

4.7. Loe järgmist lõiku Heleni päevikust ja taasta kustutatud tekst. (3 p)

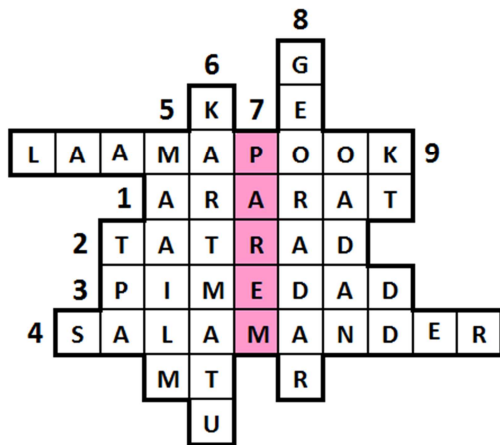
Peagi jätkasime teekonda ühtlaselt tõusvas käigus. Tõus jätkus mõnda aega, kuni asendus taas langusega. Kuid pisut enne kõrgeimasse punkti jõudmist tõkestas meie tee kõis, mille küljes oli silt tekstiga: KUSTUTA LATERN JA ROOMA 10 MEETRIT! Olime sellest jahmunud, aga järgisime siiski käsku ja läbisime käigu kõrgeima osa pimeduses roomates. Seejärel läitsime taas laternad. Olen üsna kindel, et mu isa paigaldas selle hoiatussildi, kuna:

- 1) selles koopaosas oli lae alla kogunenud õhust kergemaid gaase (nt CH_4 või NH_3) – orgaanilise aine laguprodukte.

- 2) Süüdatud laternaga käiku läbides oleks võinud toimuda eluohtlik gaasiplahvatus, kuna need gaasid on plahvatusohtlikud (reageerivad süütamisel ägedalt hapnikuga).
- 3) Püstiasendis käiku läbides oleks inimene gaasi sisse hinganud ja võinud minestada / saada gaasimürgistuse.



4.8. Järgnes taas pikk, spiraaljas laskumine. Ühel hetkel harunes käik kolmeks - kaalusime eksimist kartes juba tagasipöördumist, kui märkasin midagi käiguseinas olevas praos. See osutus kopitanud vihikuks, milles oli ... ristsõna! Naeratasin: ristsõnade lahendamine oli olnud isa lemmikajaviide. Siin peaks peituma vihje! Lahenda ristsõna! Kasuta harilikku pliiaitsit, vajadusel kustuta. (4,5 p)



Paremale

- Mäemassiiv Türgis, väidetav Noa laeva asupaik.
- Meie loo sündmuspaigaks olev mäestik, MADAL-....
- Koopaloomad on enamasti
- Kahepaikne koopaelanik.

Alla

- ALL... – koopad.
- Koopauuriija on
- LAHEND
- Seade koobaste uurimiseks.

Vasakule

- lidne kunstiteos.

Вниз

- НИЗКИЕ ... - горы, где происходит действие рассказа
- Страна, где находятся самые большие пещеры Европы
- Нужен для преодоления подземной реки

Направо

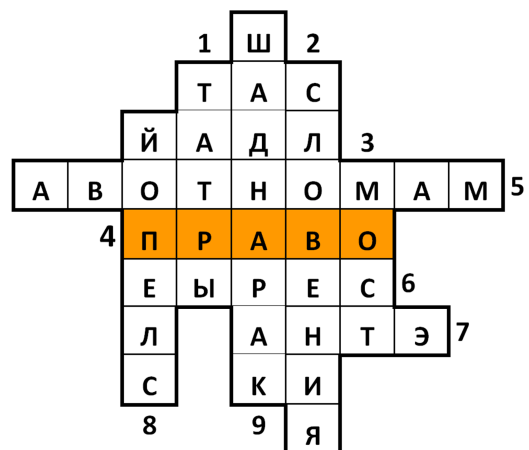
- РЕШЕНИЕ

Налево

- Длиннейшая пещера в мире
- Известняковые пещеры обычно...
- Известный вулкан

Вверх

- Особенное приспособление пещерной ящерицы
- Рабочий инструмент исследователя пещеры, содержащий чистый углерод



4.9. Õige suund leitud, tõi pikk ja väsitav rännak madalas, looklevas käigus meid lõpuks väiksemasse saali, mille seinad olid kaetud kauni kiviaege koopakunstiga. Keset põrandat seisis peenelt nikerdatud kirst. Kui selle massiivse kivikaane lahti kangutasime,

Siinkohal saab aga lugu otsa, sest viimased lehed olid vihikust välja tõmmatud. ☹

Millist tehnikat võidi kiviajal kasutada vasakpoolsel pildil näidatud koopakunsti loomiseks? (2 p)

Pandi käsi vastu kaljut, sülitati veega segatud looduslikke (mineraalseid või taimseid) värvaineid (pigmente) käe suunas.

