

Eesti koolinoorte loodusteaduste olümpiaad

Füüsika

2. aprill 2005. a

Koht	Nimi	Klass	Kool	Õpetaja	Kokku	Järk
1	Fjodor Gainullin	9	Tallinna Tõnismäe Reaalkool	Tatjana Belousova	50	I
1	Andrei Klevtsov	9	Tallinna Kesklinna Vene Gümnaasium	Rimma Kvjatovskaja	50	I
3	Kristjan Pöder	9	Pärnu Koidula Gümnaasium	Elmu Mägi	48	II
3	Olga Bulgakova	9	Narva Pähklikmäe Gümnaasium	Mihhail Jemeljanov	48	II
5	Uku Hämarik	9	Miina Härma Gümnaasium	Hele-Kaja Mõls	47	II
6	Martin Neerot	9	C.R.Jakobsoni nim. Gümnaasium	Eero Järvekülg	46	II
6	Jana Tšerkašina	9	Narva Humanitaargümnaasium	Nadežda Tšerkašina	46	II
8	Karen Atabekjan	9	Tallinna Tõnismäe Reaalkool	Tatjana Belousova	44	III
9	Aili Animägi	9	Viljandi Maagümnaasium	Ilmar Saarelaid	43	III
9	Stanislav Zavjalov	8	Narva Humanitaargümnaasium	Nadežda Tšerkašina	43	III
9	Kristiina Oll	9	Kärla Põhikool	Anne Tõru	43	III
12	Tanel Teinemaa	9	Tallinna Kivimäe Põhikool	Elju Nuga	42	III
12	Danel Mugur	9	C.R.Jakobsoni nim. Gümnaasium	Eero Järvekülg	42	III
14	Andres Ainelo	9	Tartu Kivilinna Gümnaasium	Piret Pohla-Asikainen	41	III
14	Matthias Kahk	9	Tallinna Inglise Kolledž	Guido Vegman	41	III
16	Ly Orgo	9	C.R.Jakobsoni nim. Gümnaasium	Eero Järvekülg	40	III
17	Karl Samoson	9	Tallinna Reaalkool	Toomas Reimann	38	
17	Sander Kahk	9	Saue Gümnaasium	Toomas Kilgas	38	
19	Jonatan Jõks	8	Tallinna Reaalkool	Mart Kuurme	37	
19	Liina Lepik	8	Tartu Veeriku Kool	Koit Timpmann	37	
21	Aleksandr Vaganov	9	Tallinna Läänemere Gümnaasium	Olga Astahhova	36	
22	Ivan Mihhejev	8	Narva Humanitaargümnaasium	Nadežda Tšerkašina	35	
22	Siim Lepik	9	Tallinna Reaalkool	Toomas Reimann	35	
24	Andres Valdmann	9	Tartu Kesklinna Kool	Triinu Maidla	31	
24	Helen Kask	9	Tartu Mart Reiniku Gümnaasium	Reemo Voltri	31	
26	Rauno Siinmaa	7	Pärnu Koidula Gümnaasium	Elmu Mägi	29	
27	Arseni Timofejev	8	Tallinna Humanitaargümnaasium	Olga Kuzmina	28	
27	Priit Jeenas	9	Võru Kreutzwaldi Gümnaasium	Peeter Pai	28	
29	Kairi Kangro	8	Ülenurme Gümnaasium	Aino Eensaar	26	
29	Mihkel Soolep	8	Tallinna Reaalkool	Mart Kuurme	26	
31	Hans-Erik Ehrlich	9	Tallinna Inglise Kolledž	Guido Vegman	24	
31	Mikk Andreson	8	Pärnu Koidula Gümnaasium	Elmu Mägi	24	
33	Erkki Lukk	9	Miina Härma Gümnaasium	Hele-Kaja Mõls	22	
34	Piia Põldsaar	8	C.R.Jakobsoni nim. Gümnaasium	Lilian Tambek	21	
35	Ella-Anu Puusepp	8	Tallinna Reaalkool	Mart Kuurme	18	
36	Gert Merisalu	8	Tallinna Reaalkool	Mart Kuurme	16	
37	Alex Kiviorg	8	Tallinna Reaalkool	Mart Kuurme	12	
38	Kairit Kraudok	8	Rakvere Gümnaasium	Riina Loorand	9	

2004/2005 õa loodusteaduste olümpiaad

Keemia

9. ja 8. KLASS

1. $K_2Cr_2O_7$ küllastunud lahus on $50\text{ }^\circ\text{C}$ juures 21,3-protsendiline. Sama aine lahustuvus $10\text{ }^\circ\text{C}$ juures on 4,80 g.

a) Arvutage i) $K_2Cr_2O_7$ lahustuvus $50\text{ }^\circ\text{C}$ juures ja ii) küllastunud $K_2Cr_2O_7$ lahuse protsendiline sisaldus $10\text{ }^\circ\text{C}$ juures. (6)

b) Arvutage, mitu grammi puhast $K_2Cr_2O_7$ on võimalik saada 100 g $K_2Cr_2O_7$ ühekordsel ümberkristalliseerimisel nimetatud temperatuuridel. (5) **11 p**

2. 100 g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (250 g/mol) lahustamisel vees saadi 600 g vasksulfaadi lahust. Lahusesse lisati rauapuru. Reaktsiooni lõppedes saadi 598 g filtraati.

a) Kirjutage lahuses toimunud reaktsiooni võrrand. (1)

b) Arvutage lahuses vasksulfaadi (160 g/mol) protsendiline sisaldus i) enne ja ii) pärast rauapuruga reageerimist.

$M(FeSO_4) = 152\text{ g/mol}$. Eeldage, et mingeid kadusid pole. Lõppvastused andke kahe tüvenumbri täpsusega. (7) **8 p**

3. Kaevanduse vee happelise saastatuse määr on võrdeline püriidi hulga kaevandamisalas. Püriidi põhikomponendiks on aine **A** [raud(II)disulfiid]. Kaevanduse vee happeline reostus tekib kolmeetapilise protsessi tulemusena.

I etapis toimub püriiditerakeste looduslik oksüdeerumine tugeva gaasilise oksüdeerija **B** ja neutraalse keskkonnaga polaarse vedeliku **C** toimel. Reaktsioonis on ainete **A**, **B** ja **C** hulgad vahekorras 2 : 7 : 2. Reaktsiooni käigus ei muutu aines **A** sisalduva metalli oksüdatsiooniaste, moodustades katiooni **X**, mittemetall moodustab aga aniooni **Y**, milles on mittemetalli oksüdatsiooniaste maksimaalne. Lisaks moodustuvad veel üheaatomilised ühelaengulised katioonid **Q**.

II etapis reageerivad ioonid **X**, **Q** ja aine **B**. Tekivad katioonid **Z** ja aine **C**.

III etapis moodustavad katioonid **Z** ja aine **C** kollakaspruuni hüdroksiidi **D** sademe ja eralduvad katioonid **Q**.

a) Kirjutage i) ainete **B**, **C** ja **D** valemid ja nimetused ning ii) **X**, **Y**, **Q** ja **Z** sümbolid (valemid) koos laenguga ja nimetused. (3,5)

b) Kirjutage (ioon)reaktsioonide võrrandid i) I etapi, ii) II etapi ja iii) III etapi kohta. (4,5)

c) i) Miks nimetatakse reostust happeliseks? ii) Põhjendage, miks on I etapi puhul terakeste suurus oluline. (2) **10 p**

4. Metall **X** ja mittemetalli oksiidi **D** omadustel põhinev tsükkel koosneb seitsmest reaktsioonist:

1) elektrolüüs $A(\text{sula}) \rightarrow X(\text{katoodil}) + B(\text{anoodil})$

2) kõrge temperatuur $X + D \rightarrow E + G$

3) happe **J** toimel $E + J \rightarrow A + L$

4) happe **J** toimel $G + J \rightarrow A + M$

5) elektrolüüs $M \rightarrow T(\text{katoodil}) + R(\text{anoodil})$

6) põlemine $L + R \rightarrow D + M$

7) gaasidevaheline reaktsioon $T + B \rightarrow J$

Vihjed:

- 1) Binaarne sool **A** sisaldab 25,5% elementi **X**, mis kuulub leelismuldmetallidega samasse rühma.
 - 2) **D** on klaasi põhikomponent.
 - 3) Binaarne sool **E** sisaldab 63,4% elementi **X**.
 - 4) **J** on tugev hape.
 - 5) **L** on metaani ehitusega ühend, värvitu isesüttiv gaas.
 - 6) **M** on tuntud lahusti.
 - 7) Metall **X** kuulub 3. perioodi.
- a) Kirjutage ainete **A, X, B, D, E, G, J, L, M, R, T** valemid ja nimetused. (5,5)
- b) Tasakaalustage reaktsioonivõrrandid nii, et tegemist oleks tsükliga (st, kõik ained peavad lõpuks välja taanduma). (3,5)
- c) Kontrollige arvutustega valemite i) **A** ja ii) **E** õigsust. (2) **11 p**

5. Rauda soola **A** kasutatakse elektroonilistel alusplaatidel voolujuhtivate radade väljatoomiseks. Algselt on alusplaat kaetud ühtlase õhukese vasekihiga. Voolujuhtivad rajad kaetakse fotograafiliselt keemiliselt vastupidava kihiga. Katmata vask, reageerides soola **A** lahusega, moodustab lahustuva soola **B**. Sool **A** redutseerub seejuures soolaks **C**. Soolades **B** ja **C** on kationide laeng ühesugune.

Lahustunud vase kogust saab määrata moodustunud soola **C** lahuse tiitrimisel KMnO_4 lahusega happelises keskkonnas.

- a) Kirjutage soolade **A, B** ja **C** valemid ning nimetused. (1,5)
- b) Kirjutage reaktsioonivõrrandid: i) $A \rightarrow B$,
ii) kation soolast $C + \text{KMnO}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{ioon} + \text{ioon} + \text{ioon} + \dots$ (4,5)
- c) Arvutage lahustunud vase mass, kui reaktsiooni käigus moodustunud soola **C** 1,00 L lahusest võetud 10,0 ml tiitrimiseks kulus $15,0 \text{ cm}^3$ $0,000855 \text{ M}$ KMnO_4 lahust. (4) **10 p**

6. Paljud elemendid moodustavad sama kvalitatiivse, kuid erineva kvantitatiivse koostisega binaarseid ühendeid.

Tabelis on esitatud metallist **X** ja mittemetallist **A** moodustunud binaarsete ühendite **1-5** vastavad molekulmassid ja protsendilised sisaldused.

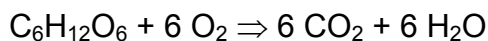
	1	2	3	4	5
$M_r(\text{X}_n\text{A}_m)$	110,5	132,1	153,7	218,5	801,7
%(X)	80,45	67,30	57,84	40,69	11,09

- a) Arvutage aatommassid: i) $A_r(\text{X})$ ja ii) $A_r(\text{A})$. (6)
- b) Kirjutage i) metalli **X** ja mittemetalli **A** sümbolid ja nimetused ning ii) ühendite **1-5** valemid. (4) **10 p**

Ülesanne 1: Hingamine (12 punkti)

Inimese kopsumaht on ligikaudu 6 liitrit. Rahulikus olekus teeb inimene igas minutis keskmiselt 10 hingetõmmet. Arvestame, et iga hingetõmbega hingab inimene sisse 0,5 liitrit õhku ja õhk sisaldab 20 % hapnikku. Inimene kulutab ainevahetuses ära ligikaudu 20% kogu sissehingatavast hapnikust.

Eeldame, et ainevahetus inimese organismis on kirjeldatav reaktsioonivõrrandiga:



Arvutati, et selles reaktsioonis vabaneb iga grammi glükoosi kohta soojushulk 17 kJ.

Mitu grammi glükoosi kulutab inimese organism rahulikus olekus ühe minuti jooksul?

Kui suur soojushulk vabaneb inimese organismis selle glükoosi hulga kohta sama aja jooksul?

Ülesanne 2: Aidake meteoroloogil! (11 punkti)

Meteojaama tööle võetud uus töötaja jäeti instrueerimata. Ta muidugi teadis, et sademete mõõtmiseks kasutatakse skaleeritud anumad, mis näitab sademehulka maapinna ruutmeetri kohta. Mõõtmisi alustades leidis ta kapist mitu skaalaga anumad ja valis neist välja ühe, mis tundus sadememõõtjasse sobivat. Sellega mõõtis ta mitme kuu jooksul.

Siis ilmnes, et tema jaama sademehulgad ületasid märgatavalt naaberjaamade omi. Ta sai aru, et oli kasutanud vale anumad. Vargi uuris ta ka välja, millise anumaga oli varem mõõtmisi tehtud. Ta arvas, et võiks vahepeal saadud valesid mõõtmistulemusi korrigeerida, kui mõõdab paralleelselt nii vale anumaga kui ka varem kasutatud õige anumaga. Järgmise kuu jooksul ta nii tegigi, ning sai järgmised tulemused:

	Sademete hulk, mm							
Vale anum	10	18	26	42	66	74	82	106
Õige anum	0	5	10	20	35	40	45	60

Ülesanne: Aidake meteoroloogil korrigeerida teisi vahepeal vale instrumendiga saadud mõõtmistulemusi! (*korrigeerimise protsessis tekkiva vea võite arvestamata jätta*)

Vale anumaga mõõdetud näit, mm	Korrigeeritud näit, mm
90	
110	
15	
20	
50	
60	

Ülesanne 3. Päikesedušš (20 punkti)

Taust:

Päikesekiirguse energia on üks taastuvatest energialiikidest.

Päikesekiirgusest soojust või elektrienergia tootmine on mõttekas seal, kus õnnestub piisavalt palju päikeseenergiat „püüda”. Horisontaalsele maapinnale langeva päikeseenergia hulk sõltub päikese kõrgusest horisondi suhtes.

Konkreetses kohas sõltub maapinna ühikule langeva päikeseenergia hulk nii aastaajast kui kellaajast. Kas Eestis on piisavalt päikeseenergiat, et seda kasutada tootmises (tööstuses) või kodumajapidamises? Järgnevalt ongi Teie ülesanne seda uurida.

Päikeseressursi hindamisel võtke aluseks joonisel toodud pikaajaliste mõõtmiste tulemused Tõraveres (Eesti Kiirguskliima teatmik, Tallinn 2003).

Graafikul on päikesekiirguse keskmised tunnisummad kolme erineva kuu kohta. Punktid näitavad vaadeldava tunni jooksul kogunenud päikeseenergiat horisontaalse pinna ühe ruutmeetri kohta (ühikutes MJ / m²). Punkte ühendava joone alla jääv pindala näitab ööpäeva jooksul kogunenud päikeseenergiat horisontaalse pinna ühe ruutmeetri kohta (ühikutes MJ / m²). See on paljude aastate keskmine graafik, mis arvestab ka pilviseid ilmu.

Ülesanne:

Kasutage graafikul toodud andmeid, et hinnata, kas Eestis asuvasse maamajja on mõistlik ehitada dušiseadet, milles vett soojendatakse päikesekollektori poolt kogutud kiirgusenergia arvel.

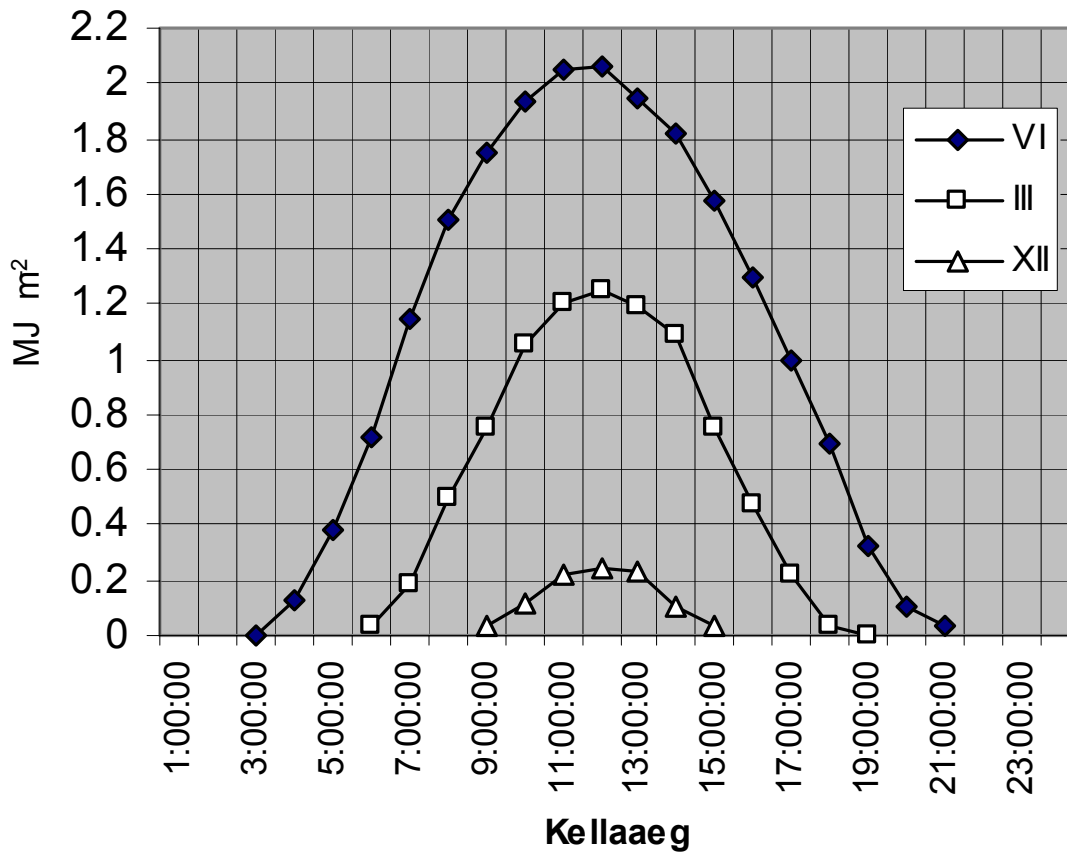
- 1) a) hinnake graafikult I) juunis ja II) märtsis ööpäeva jooksul horisontaalse pinna ruutmeetri kohta kogunevat summaarset kiirgusenergiat.
b) Kirjeldage hindamisel kasutatud meetodeid.
c) Missugune oli hindamisel tehtud viga ja kuidas Te seda määrasite?
- 2) leidke energiahulk, mille suudab I) juunis ja II) märtsis päeva jooksul koguda ja veele üle anda horisontaalsele katusele paigutatud päikesekollektor, mille pindala on 20 m² ja energia salvestamise kasutegur on 15%.
- 3) leidke, mitu liitrit päikesekollektori abil soojendatud 40-kraadise temperatuuriga vett koguneb ööpäeva lõpuks Teie paaki I) juunis ja II) märtsis, kui vett pumbatakse kollektorisse puurkaevust, milles temperatuur on aastaringselt 10 °C? Vee erisoojus $c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, vee tihedus

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- 4) mitu inimest saab võtta 40-kraadist dušši I) juunis ja II) märtsis, kui dušist voolab vett kiirusega 20 l/min ja iga pesija kasutab dušši maksimaalselt 5 minutit?
- 5) andke oma hinnang päikeseduši ehitamise poolt või vastu. Argumenteerige oma seisukohta!

Päikesekiirguse tunnisummad Tõraveres.

Aastate 1970 - 1995 keskmine



Joonisel:

Päikesekiirguse tunnisummad Tõraveres

– Aastate 1970-1995 keskmine

– MJ/m²

– Kellaaeg

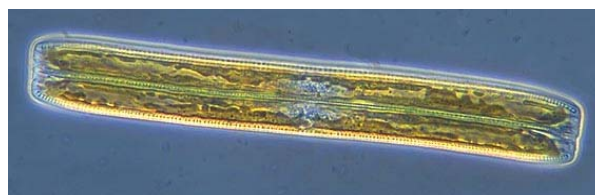
Часовая сумма количества солнечного света в Тыравере (Tõravere)

– Среднее годов 1970-1995

– МДж/м²

– Время суток

Ülesanne 4: Sinivaal ja ränivetikad (25 punkti)



Ränivetikad (*Bacillariophyta*) on mikrooskoopilised organismid, kes on ookeani toiduahelas süsivesikute tähtsaimaks algallikaks. Ränivetikad sünteesivad süsivesikuid fotosünteesiprotsessi käigus, kasutades vees lahustunud süsihappegaasi (CO₂) ja päikeseenergiat:



Kõik teised ookeanis elutsevad liigid kasutavad otseselt või kaudselt just ränivetikate toodetud süsivesikuid oma toiduks. Näiteks sinivaal toitub esimese viie eluaasta jooksul peamiselt väikestest vähilaadsetest elukatest, kes omakorda toituvad ränivetikatest. Selleks, et tekiks 1 kilogramm vähilaadseid elukaid, kulub tervelt 10 kg ränivetikaid. Sarnaselt vähilistega on ka sinivaalal tarvis süüa kümnekordne kogus toitu (vähilaadseid elukaid), et võtta kaalus juurde 1 kg. Kuid noored sinivaalad võtavad oma esimestel eluaastatel iga päev kaalus juurde keskmiselt 75 kilogrammi!

a) Oletades, et sinivaala massi-iive esimese viie eluaasta jooksul on tingitud vaid süsivesikute (üldvalem C₆H₁₂O₆) tarvitamisest, **arvutage** CO₂ ruumala (ρ = 1,78 g/dm³), mis on ränivetikatele vajalik ühe sinivaala normaalset arengut tagava hulga süsivesikute tootmiseks nende viie esimese eluaasta jooksul.

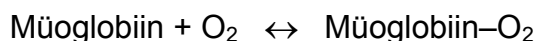
24°C ja 1.0 atm (ca 100 000 Pa) rõhu juures on ühes liitris merevees lahustunud 0,23 ml süsihappegaasi.

b) **Arvutage**, millise koguse vett peavad ränivetikad läbi töötleva, et eelnevalt leitud süsihappegaasi hulka kätte saada.

c) **Hinnake**, milline protsent kogu ookeani ruumalast on haaratud 1000 sinivaala varustamiseks toiduga. Ookeani ruumala on 1.37·10¹⁸ m³.

Müoglobiin hapniku säilitamiseks

Müoglobiin (Mb) on valk, mis osaleb hapniku säilitamisel vaalade kehas. Iga müoglobiini molekul võib pöördvalt siduda ühe hapniku molekuli:



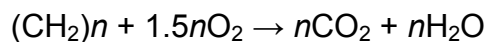
Müoglobiini molekuli mõõtmed on 4,5 nm×3,5 nm×2,5 nm (1 nm = 10⁻⁹ m), st. müoglobiin on kirjeldatav selliste mõõtudega risttahukana. Kuna müoglobiini molekuli kuju on lähedane elliptilisele, hõlmab see poole risttahuka ruumalast. Valkude tihedus on 1400 kg/m³. Avogadro arv 6.02·10²³ mol⁻¹.

d) **Arvutage**, kui suur on ühe mooli müoglobiini mass?

Vaalad saavad hapnikku õhust. Kasutades müoglobiini talletatud õhutagavarasid, võivad nad pikka aega vee all viibida. Oletame, et müoglobiin moodustab 20% nende lihasmassist.

e) **Arvutage**, mitu mooli hapnikku võib vaal säilitada ühes kilogrammis lihaskoes!

Enda elushoidmiseks on vaalal vaja ka sukeldudes energiat toota. Energias nõuab nii liikumine kui ka kehatemperatuuri säilitamine. Vajaliku energia saavad vaalad rasvade põletamisest (hapnik + rasv = energia). Seda reaktsiooni võib ligikaudselt kirjeldada järgmise reaktsioonivõrrandiga:



Sellist tüüpi reaktsioonidel eralduv energia on umbes 400 kJ ühe mooli hapniku kohta. Vaalasugune suur loom tarvitab liikumiseks ja kehatemperatuuri hoidmiseks lihaskoe iga kilogrammi kohta ligi 0,5 W (1 W = 1 J / s) energiat.

f) **Arvutage**, kui kaua võib vaal püsida vee all!

Ülesanne 5: Dinosaurused (12 punkti)

Ühelt kodumaiselt telekanalilt võis hiljuti vaadata filmi paleontoloogidest, kes Gobi kõrbes tegelevad dinosauruste fossiilsete skelettide otsimise ja uurimisega. Ka 9. klassis õppiv Ken-Kevin juhtus seda filmi nägema ja sattus asjast suurde vaimustusse. Ta hõiskas isale: „*See on alles lahe elu! Ma ei jaga üldse matsu välja, mis mõtet on aastaid siin nõmedas koolis kudeda, palju ägedam oleks koos nende lahedate tüüpidega ringi rännata ja möllu teha. Mis kasu üldse tulevasel saurusemehel mõttetutest õppeainetest nagu füssa, kemma, geo või bio? Seal pole ju vapsee erilist tarkust vaja, lihtsalt rallitad džii biga mööda kõrbeid ringi ja muudkui kaevad.*“ Ken-Kevini Tartu Ülikooli bioloogia-geograafiateaduskonna lõpetanud isa jäi aga selle jutu peale morniks ja sõnas: „*Vaata, mu poeg, päris nii need asjad siiski ei käi. Selleks, et saurusi uurivaks paleontoloogiks saada, on enne vaja ülikoolis just neidsamu aineid üsna põhjalikult tundma õppida. Harimatutest rullnokkadest pole selle töö juures küll mingit kasu.*“ „*Aga milleks siis paleontoloog kõiki neid tobedaid aineid peab tundma?*“ päris Ken-Kevin löödult. „*Kuula ja pane hoolega tähele...*“, alustas isa oma vastust. Mida isa pojale võis rääkida?

Selgita, kuidas aitavad teadmised erinevatest loodusteadustest dinosauruste uurimise ja nende fossiilide otsimisega tegelevaid paleontolooge. Too vähemalt kolm erinevat näidet (koos selgitustega) keemia, füüsika, bioloogia ja geograafia vallast, kasutades vastava teadusharu mõisteid.

Näide. Keemia: happesademetete võimaliku mõju uurimine fossiilide säilimisele.

Mõned abistavad vihjed: *fossiilide otsimine, väljakaevamine ja puhastamine, transport, säilitamine, vanus, tuvastamine, leidude põhjal järelduste tegemine ja süsteemi loomine.*

Vormista vastus tabelina:

Keemia	Füüsika	Bioloogia, ökoloogia	Geograafia, geoloogia

Ülesanne 6: Puulehed (20 punkti)

Eestis kasvavate lehtpuude lehed muudavad sügisel värvust ja langevad viimaks maha. Karulaane Gümnaasiumi keemia-, füüsika- ja bioloogiaõpetaja otsustasid ette valmistada ühisprojekti, mille eesmärgiks oleks pakkuda õpilastele võimalikult mitmekesist ülevaadet sellest Eesti looduse ilmet tugevasti kaunistavast nähtusest. Meeskonna esimeseks koosolekuks pidi iga õpetaja ette valmistama lühikokkuvõtte puulehtede värvumisest ja langemisest vaadelduna läbi oma teadusharu prisma ja kasutades sellele omaseid termineid. Hommikul tööle tulles võttis iga õpetaja oma hoole ja armastusega kirjutusmasinal tipitud jutukese kaasa. Kolm paberilehte jäeti õpetajate toa lauale tööpäeva lõppu ootama. Aga pärast tunde koosolekule kogunedes ei õnnestunud koostatud materjale enam kusagilt leida. Pika otsimise peale heitis füüsikaõpetaja pr Spektra pilgu paberikorvi. Ja ennäe – sealt vaatasid vastu kergelt krussis paberiribad – kõige ülemiselt neist võis lugeda sõnu: *lehtede pinnalt peegelduva valguse spektri muutustest*.

„Jessas!“ karjatas füüsikaõpetaja, „see on ju minu töö!“ Nii selguski, et ülearu usin koolisekretär oli laual vedelenud paberid vahepeal ära koristanud ja paberihundist läbi lasknud!

Mis nüüd saab? „Mina küll ei jõua enam kogu seda teksti taastada! Oleks siis veel, et keegi selle lisavaeva eest palka maksaks!“ hädaldas bioloogiaõpetaja pr Puuste. „Jah, peame vist selle ühisprojekti katki jätma – varsti veerandi lõpp käes, ja siis pole enam üldse aega,“ poetas eakas keemiaõpetaja Lakmus. Aga kui nad juba nukralt lahkuma asutasid, loivasid raevukailmelise matemaatikaõpetaja saatel ruumi kaks poissi, „üheksandikku“, kes olid tunnis liialt lärmanud ja kellel nüüd seisis ees teekond kõrvalkabinetti, õppealajuhataja juurde. „Oodake veidi!“ peatas keemiaõpetaja sünge seltskonna. „Las poisid pääsevad täna suuremast karistusest, kui aitavad meie tekstid ribadest jälle kokku kleepida. Aga tehku kiiresti!“ Poisid polnud laisad, ja ennäe, kõigi üllatuseks oli vähem kui tunniga ülesanne täidetud!

Kas ka Sina saad sama ülesandega hakkama? Õpetaja Lakmus tundis ära oma jutu alguse: *“Temperatuuri toimetel laguneb...”*; õpetaja Puuste mäletas täpselt, et tema jutt algas sõnadega *“Lehtede värvusevahetus on tingitud kloroplastides toimuvatest muutustest...”* ning õpetaja Spektra teadis oma teksti algust peast *“Lehed omandavad kõige eredama värvuse...”*

Vastus vormista selliselt:

Keemiku tekst	35,	kokku 14 rida
Füüsiku tekst	7,	kokku 13 rida
Bioloogi tekst	10,	kokku 13 rida

Leitud lausejupid olid sellised:

1. (tugeva päikese otsekiirguse) ja lühiajaliste öökülmade (negatiivsete
2. erinevate pigmentide vahekorrast. Lehed langevad, kuna madala
3. ja pektinaasi süntees, mis lagundavad lehekaenla rakke omavahel
4. värvitooni kadumise. Seetõttu tõusevad esile kollast pigmenti sisaldavad
plastiidid –
5. ja lehe hukkumise, mis tingiks suure koguse vajalike toitainete
6. kooshoidev jõud lehekaenla piirkonnas muutub raskusjõust väiksemaks.
7. ~~Lehed omandavad kõige eredama värvitooni päikesepaisteliste
ilmade~~
8. 2-rakulise lahutuskihi keskel. Lehtede langemine on taimele vajalik, kuna
9. külmade ilmadega ei suudaks taim juurte abil kompenseerida lehepinna
kaudu
10. ~~Lehtede värvusevahetus on tingitud kloroplastides toimuvatest~~
11. leiduda ka kollaseid või oranže pigmente – flavoone. Värvus sõltub
12. lisaks klorofüllile ka valgud ja nukleiinhapped ning laguproduktidest
13. olev vesi negatiivsete temperatuuride mõjul üle tahkesse
agregaatolekusse,
14. lämmastikku, fosforit ja kaaliumi), siis enne lehtede langemist
lagundatakse
15. moodustunud ühendid (eelkõige tärklis) säilitatakse varuainena tüves.
16. kaotsimineku. Seega lehtede langetamine sügisel on parasvöötme
17. Nähtus on vajalik, kuna talvel suurte lumedadude korral kuhjuks lehtede
18. mis toob kaasa selle ruumala suurenemise (paisumise),
19. taimede ellujäämiseks oluline evolutsiooniline kohastumus.
20. muutustest (roheline pigmendi - klorofüllil lagunemisest), mis põhjustavad
roheline
21. kogunevate pigmentide ehk värvainete antotsüaanide poolt. Lisaks võib
vakuoolides
22. pigmentide moodustumiseks kõige soodsamad. Värvitooni muutus
23. pinnale suure massiga lumekogum, mille raskusjõud ületaks puuokste
24. kromoplastid, samuti võivad vakuoolide rakumahla ilmuda punased,
oranžid
25. Punane ja purpurne värvus on põhjustatud mõnede liikide lehtedes
sügisel
26. või purpursed pigmendid. Lehed langevad, kuna katkevad
rakkudevahelised
27. mis põhjustaks lehe sisestruktuuride mehaanilisi vigastusi.
28. aurustuvat vett. Samuti võiksid oksad lehtedele koguneva lume all
29. ühendused (laguneb rakuvaheaine ehk vahelamell) leherootsu alaosas
tekkiva erilise
30. elastsusjõu ja põhjustaks okste murdumise. Samuti läheks lehtedes
31. rohelisest kollaseks või punaseks on tingitud lehtede pinnalt peegelduva
32. murduda. Vee külmumine põhjustaks raku organellide kahjustumise
33. ei kaotaks olulisi raskesti kättesaadavaid keemilisi elemente (eelkõige
34. temperatuuri ja lühikese päeva korral indutseeritakse ensüümide
tsellulaasi
35. ~~Temperatuuri toimel laguneb lehtedes roheline klorofüll, mis muidu~~
36. valguse lainepikkuste spektri muutustest. Lehed langevad, kuna rakukihte

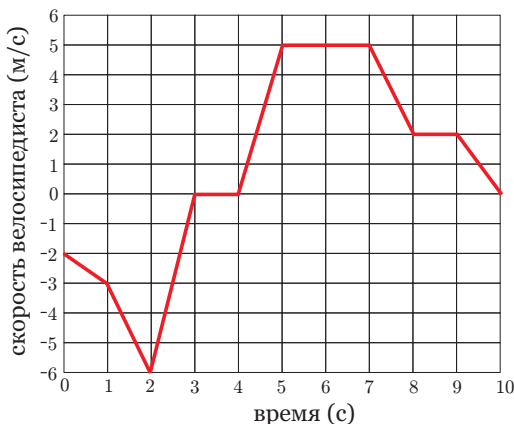
37. varjutab kollase värvusega karotinoide. Nii värvuvad lehed kollaseks. Et
taim
38. õhutemperatuuride) toimetel, kuna siis on füüsikalised tingimused vastavate
39. ühendavaid keemilisi sidemeid. See põhjustab lehe langemise.
40. üleliigsetest sahhariididest (suhkrutest) sünteesitavate ja vakuoolidesse

Олимпиада школьников Эстонии по естествознанию

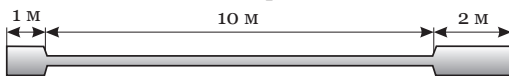
2 апреля 2005 г. Задачи по физике

1. (Кораблик) Маленький Петя играл корабликом в тазике. На палубе кораблика находились кусочки медной проволоки. Петя случайно перевернул кораблик, и кусочки проволоки упали в воду, а кораблик сам остался плавать на поверхности воды. Поднялся или опустился уровень воды в тазике? Ответ обоснуйте. Плотность воды $\rho_{H_2O} = 1,00 \text{ г/см}^3$, плотность меди $\rho_{Cu} = 8,92 \text{ г/см}^3$. (4 б.)

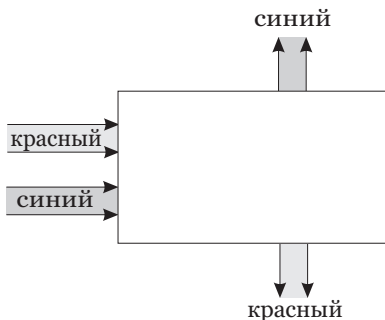
2. (Велосипед) На графике (см. рис.) изображена зависимость скорости велосипедиста от времени. В какие промежутки времени велосипедист ускорялся? Чему равна длина пути, пройденного велосипедистом за промежуток времени, отображённый на графике? (6 б.)



3. (Проволока) Проволоку, начальная длина которой была $l = 10 \text{ м}$ и площадь поперечного сечения $S_0 = 1 \text{ мм}^2$, растянули так, что она удлинилась на $\Delta l = 3 \text{ м}$. Дальнейшее изучение проволоки показало, что у проволоки имеется часть длиной 10 м , площадь поперечного сечения которой уменьшилась в некоторое число раз (см. рис.). Вне пределов этой части сохранилась первоначальная площадь поперечного сечения проволоки. Найдите, во сколько раз по сравнению с первоначальным увеличилось или уменьшилось электрическое сопротивление всей проволоки в результате растяжения. Считать, что в результате растяжения объём проволоки не изменился. (6 б.)



4. (Чёрный ящик) В чёрном ящике находится оптическая система, состоящая из двух собирающих линз и двух плоских зеркал. В чёрный ящик с левой стороны входят два параллельных пучка света, красный сверху и синий снизу (см. рис.). Красный пучок света выходит из ящика вниз, синий вверх. Нарисуйте расположение оптических элементов в чёрном ящике и ход лучей. (6 б.)

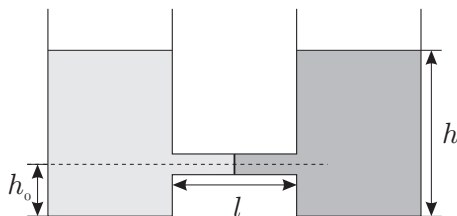


5. (Эскалатор) Микк и Манн вступают вместе на эскалатор, который движется в одном направлении со скоростью $u = 3 \text{ км/ч}$. Когда они достигают середины эскалатора, Манн разворачивается и начинает шагать назад со скоростью $v = 6 \text{ км/ч}$. Микк же стоит спокойно на эскалаторе до конца, после этого разворачивается и начинает шагать назад по эскалатору со скоростью $v = 6 \text{ км/ч}$. Когда Манн дошагал до начала эскалатора, он разворачивается и остаётся стоять на эскалаторе. Как далеко от начала эскалатора встретятся Микк и Манн, если длина эскалатора $l = 18 \text{ м}$? (6 б.)

6. (Сосуды) Два одинаковых цилиндрических сосуда с площадью основания $S_0 = 30 \text{ см}^2$ соединены при помощи трубы, длина которой $l = 50 \text{ см}$, а площадь поперечного сечения $S_1 = 4 \text{ см}^2$ (см. рис.). Ось трубы находится на расстоянии

$h_0 = 10$ см от оснований сосудов. В сосуды до одинаковой высоты $h = 30$ см налиты различные жидкости. Плотность жидкости, находящейся в левом сосуде на рисунке, равна $\rho_1 = 900$ кг/м³, а плотность жидкости в правом сосуде – $\rho_2 = 1100$ кг/м³.

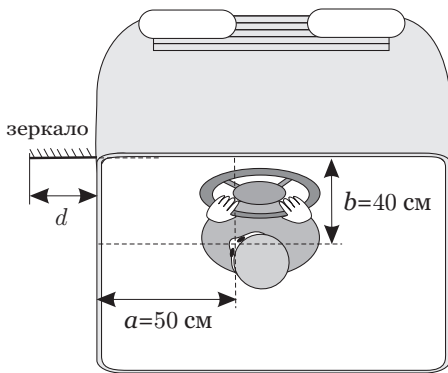
Точно в середине трубы находится тонкая перегородка, которая не даёт жидкостям перемешиваться. В начальный момент перегородка находится в зафиксированном положении. На какое расстояние и в каком направлении сместится перегородка, если её освободить? (8 б.)



7. (Кипятильник) Кипятильник с переключателем имеет два нагревательных элемента. Когда переключатель находится в положении "1", то включён один нагревательный элемент, и определённое количество воды при некоторой начальной температуре закипает за одну минуту. Когда переключатель находится в положении "2", то включён другой нагревательный элемент, и такое же количество воды при такой же начальной температуре закипает за 30 секунд. Сколько времени ушло бы на закипание этой воды, если спирали соединить а) последовательно б) параллельно? Тепловые потери не учитывать. (8 б.)

8. (Морозильник) На полное замерзание в морозильнике одного полного стакана воды с начальной температурой 10° С ушло 100 минут. Сколько времени уйдёт на охлаждение до 0° С трёх полных стаканов воды с начальной температурой 20° С, если морозильник будет работать в таком же режиме? Температуру находящейся в стакане воды и/или льда можете считать в каждый момент времени одинаковой по всему объёму стакана (т. е. теплопроводность очень большая); $\lambda = 330$ кДж/кг, $c = 4,2$ кДж/(кг·К). (8 б.)

9. (Контейнер) С корабля на причал краном перетаскивали пустой торговый контейнер в форме прямоугольного параллелепипеда, объём оболочки (материала стенок) которого равен V_k . Трос крана оборвался, в результате чего контейнер упал в воду. Сразу после падения в воду объём части контейнера, находящейся под водой, был V_1 . Поскольку контейнер не был полностью герметичным, из контейнера выходил воздух и вливалась внутрь вода. Когда верхняя грань контейнера достигла поверхности водоёма, в верхней части контейнера образовалась воздушная подушка. Найдите объём V_0 этой воздушной подушки. (8 б.)



10. (Поезд) Машина едет по прямой дороге с равномерной скоростью $v_A = 72$ км/ч. Параллельно с шоссе проходит железная дорога. Расстояние от машины до железной дороги $l = 35$ м. Водитель замечает в боковом зеркале машины движущийся поезд. Изображение поезда движется в зеркале слева направо, причём каждая точка изображения поезда проходит от левого края зеркала до правого края за время $t = 2,4$ с. Ширина зеркала $d = 20$ см, голова водителя располагается относительно зеркала так, как показано на рисунке. В каком направлении и с какой скоростью едет поезд? (12 б.)

Можно решать все предложенные задачи. В зачёт идут 6 задач, получивших наибольшее количество баллов. Время решения 5 часов.

Олимпиада по естественным наукам 2004/2005

ХИМИЯ

9 и 8 классы

1. Насыщенный при 50 °С раствор $K_2Cr_2O_7$ является 21,3-процентным. Растворимость того же вещества при 10 °С равна 4,80 г.

a) Рассчитайте i) растворимость $K_2Cr_2O_7$ при 50 °С и ii) процентное содержание $K_2Cr_2O_7$ в насыщенном растворе при 10 °С. (6)

b) Рассчитайте, сколько граммов чистого $K_2Cr_2O_7$ можно получить при однократной перекристаллизации 100 г $K_2Cr_2O_7$ при указанных температурах. (5) 11 б

2. При растворении 100 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (250 г/моль) в воде получили 600 г раствора сульфата меди. В раствор добавили железный порошок. После окончания реакции получили 598 г фильтрата.

a) Напишите уравнение проходившей в растворе реакции. (1)

b) Рассчитайте процентное содержание сульфата меди (160 г/моль) в растворе i) до и ii) после реакции с железным порошком. $M(FeSO_4)=152$ г/моль. Предположите, что каких-либо потерь нет. Конечные ответы дайте с точностью до двух значащих цифр. (7) 8 б

3. Уровень кислотного загрязнения шахтовых вод пропорционален количеству пирита в месторождении. Основным компонентом пирита является вещество **A** [дисульфид железа(II)]. Кислотное загрязнение шахтовых вод происходит в результате трехэтапного процесса.

На I этапе происходит естественное окисление частичек пирита под действием сильного газообразного окислителя **B** и полярной жидкости **C** с нейтральной средой. В данной реакции количества веществ **A**, **B** и **C** реагируют в соотношении 2 : 7 : 2. В ходе реакции степень окисления металла, содержащегося в веществе **A**, не изменяется, образуется катион **X**; неметалл образует анион **Y**, в котором степень окисления неметалла максимальна. Кроме этого, образуются одноатомные однозарядные катионы **Q**.

На II этапе реагируют ионы **X**, **Q** и вещество **B**. Образуются катионы **Z** и вещество **C**.

На III этапе катионы **Z** и вещество **C** образуют осадок желто-коричневого гидроксида **D** и выделяются катионы **Q**.

a) i) Напишите формулы и названия веществ **B**, **C** и **D**; ii) напишите символы (формулы) **X**, **Y**, **Q** и **Z**, указывая их заряды и названия. (3,5)

b) Напишите (ионные) уравнения реакций i) I этапа, ii) II этапа и iii) III этапа. (4,5)

c) i) Почему загрязнение называют кислотным? ii) Обоснуйте, почему на I этапе важен размер частичек. (2) 10 б

4. Цикл, основанный на свойствах металла **X** и неметаллического оксида **D**, состоит из семи реакций:

- 1) электролиз $A(\text{расплав}) \rightarrow X(\text{на катоде}) + B(\text{на аноде})$
- 2) высокая температура $X + D \rightarrow E + G$

- 3) под действием кислоты **J**: $E + J \rightarrow A + L$
 4) под действием кислоты **J**: $G + J \rightarrow A + M$
 5) электролиз $M \rightarrow T(\text{на катоде}) + R(\text{на аноде})$
 6) горение $L + R \rightarrow D + M$
 7) реакция между газами $T + B \rightarrow J$

Подсказки:

- 1) Бинарная соль **A** содержит 25,5% элемента **X**, который расположен в той же группе, что и щелочноземельные металлы.
 2) **D** является основным компонентом стекла.
 3) Бинарная соль **E** содержит 63,4% элемента **X**.
 4) **J** - сильная кислота.
 5) **L** - строение вещества сходно с метаном, это бесцветный самовоспламеняющийся газ.
 6) **M** - известный растворитель.
 7) Металл **X** относится к третьему периоду.

- a) Напишите формулы и названия **A, X, B, D, E, G, J, L, M, R, T**. (5,5)
 b) Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций так, чтобы получился цикл (т.е. формулы всех веществ должны сокращаться). (3,5)
 c) Проверьте расчетами справедливость формул i) **A** и ii) **E**. (2) **11 б**

5. Соль железа **A** используют в электронных платах при нанесении токопроводящих дорожек. Сначала плату покрывают равномерным тонким слоем меди. Фотографическим способом токопроводящие дорожки покрывают химически устойчивым защитным слоем. Незащищенная медь, реагируя с раствором соли **A**, образует растворимую соль **B**. Соль **A** при этом восстанавливается до соли **C**. В солях **B** и **C** катионы имеют одинаковый заряд.

Количество растворившейся меди можно определить следующим образом: раствор образовавшейся соли **C** титруют раствором $KMnO_4$ в кислой среде.

- a) Напишите формулы и названия солей **A, B** и **C**. (1,5)
 b) Напишите уравнения реакций: i) $A \rightarrow B$,
 ii) катион соли **C** + $KMnO_4 + H^+ \rightarrow$ ион + ион + ион + ... (4,5)
 c) В ходе реакции получили 1,00 литр раствора соли **C**. Для титрования 10,0 мл данного раствора потребовалось $15,0 \text{ см}^3$ 0,000855 М раствора $KMnO_4$. Рассчитайте массу растворившейся меди. (4) **10 б**

6. Многие элементы образуют бинарные соединения с одинаковым качественным, но различным количественным составом.

В таблице представлены молекулярные массы и процентный состав бинарных соединений **1-5**, образованных металлом **X** и неметаллом **A**.

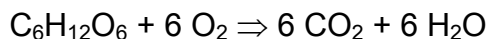
	1	2	3	4	5
$M_r(X_nA_m)$	110,5	132,1	153,7	218,5	801,7
%(X)	80,45	67,30	57,84	40,69	11,09

- a) С помощью расчетов найдите атомные массы: i) $A_r(X)$ и ii) $A_r(A)$. (6)
 b) Напишите символы и названия i) металла **X** и неметалла **A**;
 ii) напишите формулы соединений **1-5**. (4) **10 б**

Задание 1: Дыхание (12 очков)

Объем легких человека составляет примерно 6 литров. В спокойном состоянии человек делает в среднем 10 вдохов и выдохов в минуту. Допустим, что при каждом вдохе человек вдыхает 0,5 литров воздуха и воздух содержит 20 % кислорода. В обмене веществ человека используется приблизительно 20 % от всего вдыхаемого кислорода.

Предположим, что обмен веществ в человеческом организме можно описать следующим уравнением:



Известно, что в данной реакции на каждый грамм глюкозы выделяется количество тепла, равное 17 кДж.

Сколько граммов глюкозы тратит человеческий организм в спокойном состоянии в течение одной минуты?

Какое количество тепла выделяется в организме человека на это количество глюкозы в течение такого же времени?

Задание 2: Помогите метеорологу! (11 очков)

Новому работнику метеорологической станции забыли дать все нужные инструкции. Разумеется, он знал, что для измерения количества осадков используется шкалированная емкость, которая показывает количество осадков, приходящееся на квадратный метр земной поверхности. Перед началом измерений новый работник нашел в шкафу несколько шкалированных емкостей и выбрал из них ту, которая по его мнению больше всего подходила к измерителю осадков. По прошествии времени оказалось, что количества осадков, измеренные на его станции, заметно превышают данные других станций. Работник понял, что использовал не ту емкость и потихоньку выяснил, с помощью какой емкости проводили измерения раньше. Он решил, что полученные им прежде данные можно исправить, если измерять количество осадков параллельно как неправильной емкостью, так и использовавшейся раньше правильной емкостью. Так он и поступил и в течение следующего месяца получил следующие данные:

	Количество осадков, мм							
Неправильная емкость	10	18	26	42	66	74	82	106
Правильная емкость	0	5	10	20	35	40	45	60

Задание: помогите метеорологу исправить прежние результаты, измеренные с помощью неправильной емкости! (*ошибку, допущенную в процессе исправления, можно не учитывать*)

Показание, измеренное неправильной емкостью; мм	Исправленное показание; мм
90	
110	
15	
20	
50	
60	

Задание 3. Солнечный душ (20 очков)

Общая информация:

Энергия солнечного света – это один из видов возобновляемой энергии.

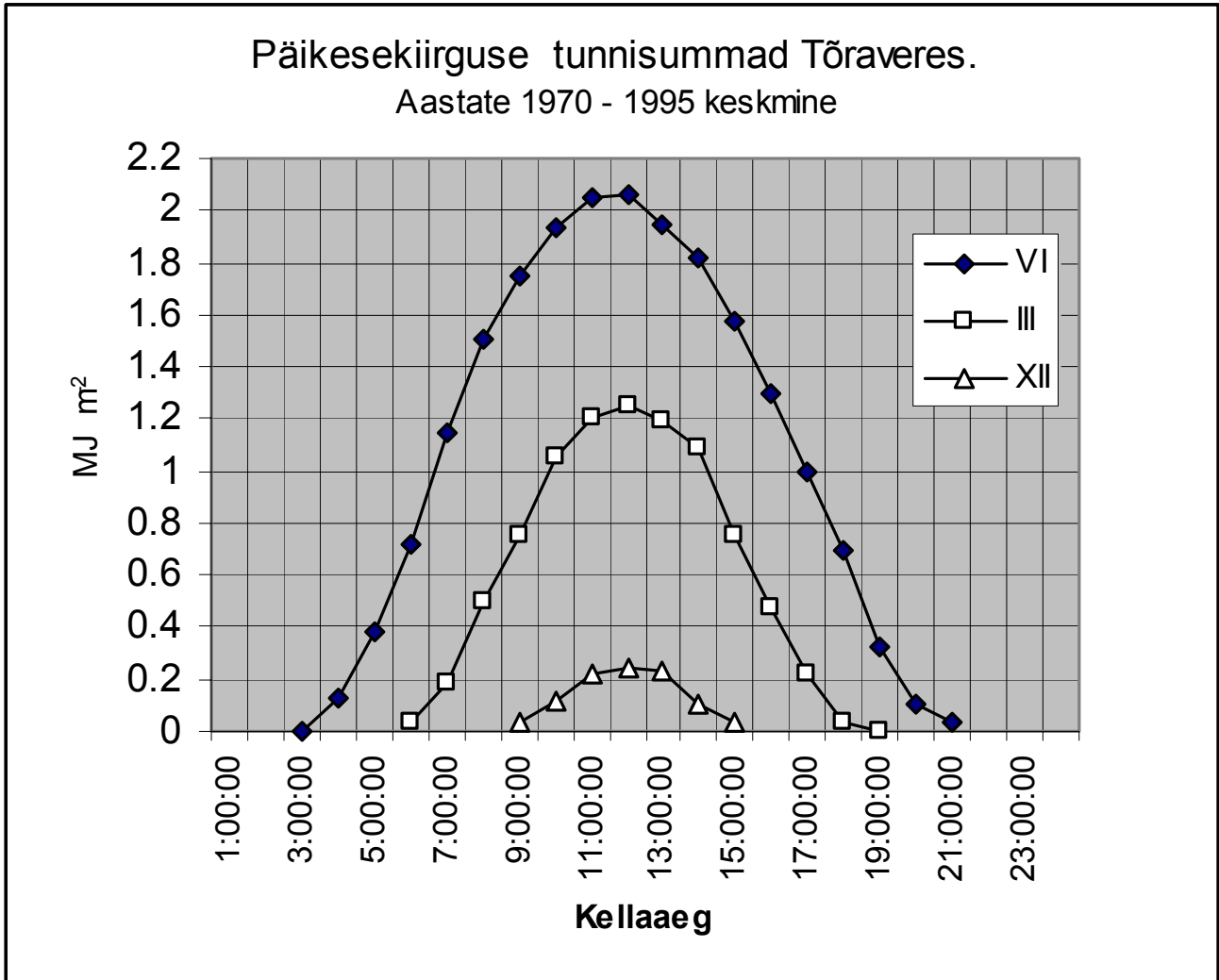
Производство тепла или электрической энергии с помощью солнечного света имеет смысл там, где удастся "поймать" достаточно солнечной энергии. Количество солнечной энергии, падающей на горизонтальную поверхность, зависит от высоты солнца над горизонтом. Количество солнечной энергии, падающей на единицу земной поверхности в конкретном месте, зависит как от времени года, так и от времени суток. Достаточно ли в Эстонии солнечной энергии, чтобы ее можно было использовать на производстве и для бытовых целей? Это Вам и предстоит выяснить. При оценке солнечных ресурсов используйте данные длительных измерений в Тыравере (Tõravere). (Eesti Kiirguskliima teatmik, Tallinn 2003).

На графике даны средние часовые суммы количества солнечного света для трех разных месяцев. Точки обозначают количество солнечной энергии, приходящейся на один квадратный метр горизонтальной поверхности в течение данного часа (в единицах МДж / м²). Площадь, находящаяся под соединяющей точки линией, дает количество солнечной энергии, накопленной в течение суток на один квадратный метр горизонтальной поверхности (в единицах МДж/м²). Этот график является средним многих лет и учитывает также облачную погоду.

Задание:

Используя приведенные на графике данные, оцените, имеет ли смысл строить на находящимся в Эстонии хуторе душ, вода для которого подогревается за счет световой энергии, собранной солнечным коллектором.

- 1) а) Оцените с помощью графика суммарную световую энергию, которая накапливается в течение суток на одном квадратном метре горизонтальной поверхности I) в июне и II) в марте.
б) Опишите методы, использованные для оценки.
в) Какова ошибка, допущенная при оценке, и каким образом Вы ее определили?
- 2) Найдите количество энергии, которое может I) в июне и II) в марте за сутки собрать и передать воде находящийся на горизонтальной крыше солнечный коллектор, площадь которого равна 20 м² и коэффициент полезного действия при сохранении энергии равен 15%.
- 3) Найдите, сколько литров воды, нагретой с помощью солнечного коллектора до температуры 40 градусов, наберется к концу суток в Ваш бак I) в июне и II) в марте, если воду накачивают в коллектор из колодца, температура которого круглогодично равна 10 °С? Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.
- 4) Сколько человек смогут принять 40-градусный душ I) в июне и II) в марте, если вода из душа поступает со скоростью 20 л/мин и каждый из моющих использует душ максимально 5 минут?
- 5) Дайте свою оценку за или против строительства солнечного душа. Мнение аргументировать!



Joonisel:

Päikesekiirguse tunnisummad Tõraveres

– Aastate 1970-1995 keskmine

– MJ/m²

– Kellaeg

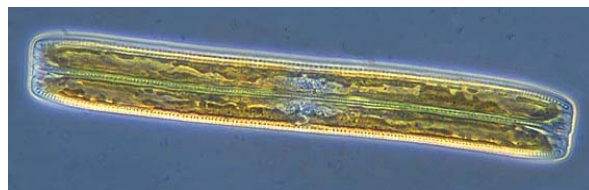
Часовая сумма количества солнечного света в Тыравере (Tõravere)

– Среднее годов 1970-1995

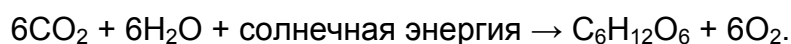
– МДж/м²

– Время суток

Задание 4: Синий кит и кремнистые водоросли. (25 очков)



Кремнистые водоросли (*Bacillariophyta*) – это микроскопические организмы, которые являются важнейшим начальным источником углеводов в пищевой цепи океана. Кремнистые водоросли синтезируют углеводы в процессе фотосинтеза, используя растворенный в воде углекислый газ (CO_2) и солнечную энергию:



Все другие живущие в океане виды прямо или косвенно используют в качестве пищи углеводы, произведенные именно кремнистыми водорослями. Например, синий кит питается в течение первых пяти лет жизни в основном мелкими ракообразными, которые в свою очередь питаются кремнистыми водорослями. Для поддержания жизни 1 килограмма ракообразных нужно целых 10 кг кремнистых водорослей. Как и ракообразным, требуется и синему киту съесть десятикратное количество пищи (ракообразных), чтобы прибавить в весе 1 кг. А молодые синие киты в первые годы жизни увеличивают свой вес в среднем на 75 кг в день!

a) Предположим, что прирост веса синего кита в течение первых пяти лет жизни связан только с употреблением углеводов (общая формула $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

Рассчитайте объем CO_2 ($\rho = 1,78 \text{ г/дм}^3$), необходимый для производства кремнистыми водорослями такого количества углеводов, которое обеспечит нормальное развитие одного синего кита в течение первых пяти лет.

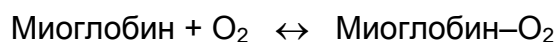
При температуре 24°C и давлении 1.0 атм (са 100 000 Па) в одном литре морской воды растворено 0,23 мл углекислого газа.

b) **Рассчитайте**, какое количество воды должны переработать кремнистые водоросли, чтобы получить ранее высчитанное количество углекислого газа.

c) **Оцените**, какой процент от объема всего океана задействовано в обеспечении пищей 1000 синих китов. Объем океана равен $1.37 \cdot 10^{18} \text{ м}^3$.

Миоглобин для сохранения кислорода.

Миоглобин (Mb) – это белок, который участвует в сохранении кислорода в теле кита. Каждая молекула миоглобина может обратимо связать одну молекулу кислорода:



Размеры молекулы миоглобина равны $4,5 \text{ нм} \times 3,5 \text{ нм} \times 2,5 \text{ нм}$ ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), т.е миоглобин можно представить в виде параллелепипеда с такими размерами.

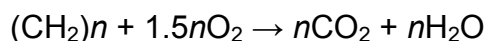
Поскольку на самом деле форма молекулы миоглобина близка к эллиптической, она занимает половину от объема параллелепипеда. Плотность белков равна 1400 кг/м^3 . Число Авогадро $6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

d) **Рассчитайте** массу одного моля миоглобина.

Киты получают кислород из воздуха. Используя запас воздуха, сохраняемый миоглобином, они могут находиться под водой довольно длительное время. Предположим, что миоглобин составляет 20% мышечной массы кита.

e) Рассчитайте, сколько молей кислорода кит может сохранить в одном килограмме мышечной ткани.

Для поддержания жизни киту необходимо производить энергию и при погружении. Энергия требуется как для движения, так и для сохранения температуры тела. Требуемую энергию киты получают при сжигании жира (кислород + жир = энергия). Эту реакцию можно приблизительно описать следующим уравнением реакции:



Энергия, выделяющаяся в подобных реакциях, равна примерно 400 кДж на один моль кислорода. Такое большое животное, как кит, тратит на движение и сохранение температуры тела приблизительно 0,5 В (1 В = 1 Дж / с) на каждый килограмм мышечной ткани.

f) Рассчитайте, как долго может кит оставаться под водой!

Задание 5: Динозавры (12 очков)

По одному местному телеканалу недавно шла передача о палеонтологах, которые ищут и изучают в пустыне Гоби фоссильные скелеты динозавров. Учащийся в 9. классе Денис случайно увидел этот фильм, впал в полный восторг от такой профессии и решил поделиться своими впечатлениями с папой: *“Вот это классно! Все, я буду палеонтологом! И с какой радости я должен столько лет болтаться в этой тупой школе, гораздо круче ездить с этими прикольными парнями и наслаждаться жизнью! И вообще, зачем будущему динозавро-искателю зубрить всякие бестолковые науки типо физики-химии-географии-биологии? Там же ничего не нужно, просто катаешься на джипе по пустыням и копаешь...”* Отец Дениса, закончивший в свое время био-географический факультет Тартуского университета, нахмурился и сказал: *“Нет, Денис, так вещи не делаются. Для того, чтобы стать изучающим динозавров палеонтологом, надо в университете эти самые учебные предметы хорошенько выучить. Из необразованных неучей в такой работе никакого толка не будет.”* А зачем палеонтологу знать все эти бессмысленные предметы? – спросил расстроенный сын. “Слушай внимательно и запоминай...”, продолжил отец. Что же он мог ответить Денису?

Задание.

Объясни, как могут знания из различных областей естественных наук помочь палеонтологам, изучающим динозавров и ищущим их фоссилы. Приведи не менее три примера (вместе с объяснениями) из химии, физики, биологии и географии, используя понятия данной области науки.

Пример. Химия: изучение возможного влияния кислотных осадков на сохранность фоссилов.

Некоторые вспомогательные заметки: поиск фоссилов, выкапывание и очищение, транспорт, возраст, опознавание, извлечение выводов о динозаврах и их жизни на основе находок.

Лист для ответов:

Химия	Физика	Биология, экология	География, геология

Задание 6: Листья деревьев (20 очков)

Листья растущих в Эстонии деревьев изменяют осенью свою окраску, а затем опадают. В гимназии, носящей имя Медвежья Поляна, учителя по химии, физике и биологии решили подготовить общий проект с целью дать ученикам как можно более разнообразное представление об этом явлении, настолько украшающем Эстонскую природу.

К первому собранию группы каждый преподаватель должен был подготовить короткое заключение об изменении окраски листьев и их опадании – с точки зрения своей науки и используя соответствующие термины. Все учителя взяли утром на работу небольшие рассказы, отпечатанные с большой любовью и вниманием на машинке. Три листочка остались на столе учительской комнаты ожидать конца рабочего дня, но собравшись после уроков, учителя обнаружили, что составленных материалов нигде нет. После долгих безуспешных поисков взгляд учительницы по физике Анны Ивановны Спектровой случайно упал на корзину с выброшенными бумагами, и – о, ужас! – на самой верхней полоске бумаги виднелись слова: *изменением спектра длин волны света, отражающегося с поверхности листа.* “О Господи,“ воскликнула учительница по физике, “это же моя работа!” Оказалось, что чересчур заботливый школьный секретарь успел убрать валявшиеся на столе бумаги и пропустить их через бумагорезку!

Что же делать? “Ну я уж точно не в силах восстановить весь этот текст! Если бы за это хоть дополнительную премию дали...” – запричитала Вера Дубовна Деревянная, учительница по биологии. “Да, теперь придется этот общий проект точно закрыть – конец четверти скоро, совсем времени не будет,” – вздохнул пожилой учитель по химии Иван Борович Лакмус. Но только они грустно собрались уходить по домам, как в кабинет влетела разгневанная учительница по математике, а за ней буквально вползли двое девятиклашек, сильно шумевших на уроке, за что и были отправлены к завучу. “Стойте!” – остановил химик мрачную процессию. “Пусть они во избежание более строгого наказания лучше помогут нам склеить из полосок текст, только быстро!” Мальчишки от радости готовы были на все, и надо сказать, справились с заданием довольно быстро – меньше чем за час!

Сможешь ли ты справиться с заданием? Иван Борович Лакмус узнал начало своего текста: *“Под влиянием температуры в листьях распадается...”*; Вера Дубовна Деревянная была уверена, что ее рассказ начинался со слов *“Изменение окраски листьев обусловлено изменениями, происходящими в хлоропластах ...”*, а Анна Ивановна Спектрова помнила начало своего текста наизусть: *“Листья обретают наиболее яркую окраску ...”*.

Ответ оформить так:

Текст химика	23,	всего 14 рядов
Текст физика	12,	всего 13 рядов
Текст биолога	9,	всего 13 рядов

Найдены были следующие отрывки:

1. агрегатное состояние и расширилась, нанося механические повреждения внутренним структурам листа.
2. благоприятными для возникновения соответствующих пигментов. Изменение оттенка
3. в стволе как питательный запас. Красный и пурпурный оттенок дают собирающиеся в
4. вакуоли пигменты или красители антоцианы, синтезируемые осенью в листьях
5. вещество или промежуточная ламель) в середине особого 2-клеточного слоя в нижней
6. влиянием негативных температур находящаяся в листьях вода перешла бы в твердое
7. воздуха), поскольку в таком случае физические условия являются наиболее
8. из зеленого в желтый или красный обусловлено изменением спектра длин волны
- ~~9. Изменение окраски листьев обусловлено изменениями, происходящими в~~
10. листа. Это является причиной опадения листьев.
11. листьев является важной эволюционной адаптацией растений.
- ~~12. Листья обретают наиболее яркую окраску в солнечную погоду (сильный~~
~~прямой~~
13. могут находиться также желтые и оранжевые пигменты – флавоны. Цвет зависит от
14. могут появиться красные, оранжевые или пурпурные пигменты. Листья опадают,
15. на листьях снега могли бы обломиться ветви. Замерзание воды служило бы причиной
16. некоторых видов растений из избыточных сахаридов (сахаров). Кроме того, в вакуолях
17. нужных питательных веществ было бы утеряно. Таким образом, осеннее опадение
18. обычно затеняет каротиноиды, имеющие желтую окраску. Поэтому листья
19. окрашиваются в желтый цвет. Кроме хлорофилла перед опадением листьев
20. пектиназа, которые расщепляют химические связи, соединяющие клетки основания
21. поверхности листов собралась бы большая масса снега, вес которой превысил бы
22. повреждения органелл клетки и гибели листа, в следствие чего большое количество
- ~~23. Под влиянием температуры в листьях распадается зеленый хлорофилл,~~
~~который~~
24. полученные из продуктов разложения соединения (прежде всего крахмал) сохраняется
25. поскольку прерываются связующие клетки соединения (распадается междуклеточное
26. притяжения. Это явление необходимо, иначе при сильных зимних снегопадах на
27. причиной исчезновения зеленого оттенка. Поэтому проявляются пластиды,
28. растение не смогло бы в холодное время года компенсировать с помощью корневой
29. расщепляются белки и нуклеиновые кислоты, чтобы растение не теряло важные
30. света, отражающегося с поверхности листа. Листья опадают, поскольку сила,
31. силу упругости веток деревьев и явился причиной их обломления. Кроме того, под
32. системы испарение воды через поверхность листа. Кроме того, из-за собирающегося
33. содержащий желтый пигмент (хромопласты); кроме того, в клеточном соку вакуолей
34. соединяющая слои клеток у основания листа, становится меньше, чем сила
35. солнечный свет) и при коротких ночных заморозках (негативные температуры
36. соотношения различных пигментов. Листья опадают, поскольку при низких
37. температурах и коротком солнечном дне индуцируется синтез энзимов целлюлаза и
38. труднодоступные химические элементы (прежде всего азот, фосфор и калий), а
39. хлоропластах (расложение зеленого пигмента хлорофилла), которые являются
40. части черенка листа. Опадение листьев необходимо, поскольку в ином случае

Eesti koolinoorte loodusteaduste olümpiaad

Füüsikaülesannete lahendused

2. aprill 2005. a.

1. ülesanne (Laev). Kui traadijupid on laeva tekil, on traadijuppide poolt väljatõrjutud vee ruumala $V_1 = m_{Cu}/\rho_{H_2O}$, aga kui traadijupid on kausi põhjas, siis nende poolt väljatõrjutud vee ruumala $V_2 = m_{Cu}/\rho_{Cu}$. Võrdleme ruumalasisid V_1 ja V_2 :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_{Cu}}{\rho_{H_2O}} = \frac{8,92 \text{ g/cm}^3}{1,00 \text{ g/cm}^3} = 8,92 \Rightarrow V_1 = 8,92 \cdot V_2$$

Sellest järeldub, et veetase kausis langeb.

2. ülesanne (Jalgratas). Jalgratas liigub kiirenevalt ajavahemikel 0.2 s ja 4.5 s. Kuna teepikkus $s = vt$, siis jalgratturi poolt läbitud teepikkus meetrites on arvuliselt võrdne graafikul värvitud ruutude arvuga: $s = 29$ m.

3. ülesanne (Traat). Arvestades, et traadi venitamisel traadi ruumala ei muutunud, avaldame traadi venitatud osa ristlõikepindala S :

$$S \cdot l + S_0 \cdot \Delta l = S_0 \cdot l \Rightarrow S = S_0 \frac{l - \Delta l}{l} = 0,7 \cdot S_0$$

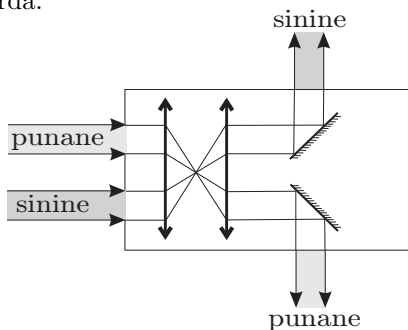
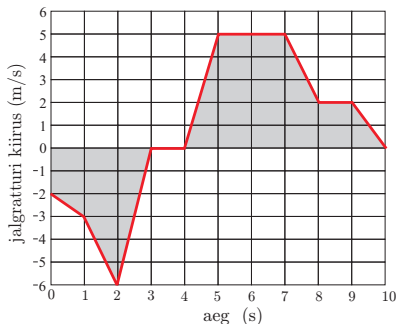
Tähistame traadi veninud osa elektritakistuse tähistega R_1 ja traadi ülejäänud osa takistuse tähistega R_2 . Lähtudes voluringi kogutakistuse valemist jadalülituse korral $R_k = R_1 + R_2$ ja juhi takistuse valemist $R = \rho l/S$, leiame traadi kogutakistuse pärast venimist:

$$R_k = \rho \left(\frac{l}{S} + \frac{\Delta l}{S_0} \right) = \rho \left(\frac{l}{0,7 \cdot S_0} + \frac{\Delta l}{S_0} \right) \approx 17,29 \rho$$

Kui traadi algtakistus on $R = \rho l/S_0 = 10 \rho$, siis saame, et $R_k = 1,73 R$. Järelikult venitatud traadi kogutakistus suurenes 1,73 korda.

4. ülesanne (Must kast). Üks võimalik lahendus on selline, nagu joonisel näidatud.

5. ülesanne (Eskalaator). Tähistame Miku ja Manni kohtumispaiga kauguse eskalaatori algusest tähistega x . Alates hetkest, mil Mann hakkab eskalaatori keskel algusesse kõndima, läbib Mikk kohtumispaigani jõudmiseks teepikkuse $s_1 = l/2 + l - x$, milleks kulub aeg $t_1 = l/2u + l/(v - u) - x/(v - u)$. Mann läbib kohtumispaigani jõudmiseks teepikkuse $s_2 = l/2 + x$, milleks kulub aeg $t_2 = l/2(v - u) + x/u$. Kuna $t_1 = t_2$, siis saame:

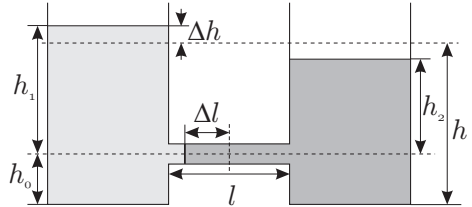


$$\frac{l}{2u} + \frac{l}{v-u} - \frac{x}{v-u} = \frac{l}{2(v-u)} + \frac{x}{u} \Rightarrow \frac{l}{2} \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{v-u} \right) = x \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{v-u} \right),$$

millest $x = l/2 = 18 \text{ m}/2 = 9 \text{ m}$. Järelikult kohtuvad Mikk ja Mann uuesti eskalaatori keskel ehk kaugusel $x = 9 \text{ m}$ eskalaatori algusest.

Alternatiivne lahendus: Eskalaatori keskelt lõpuni kulub Mikul aeg $\frac{l}{2u}$, Mannil eskalaatori alguseni aga aeg $\frac{l}{2(v-u)}$. Lõpust keskele tagasi kulub Mikul aeg $\frac{l}{2(v-u)}$ ja Mannil aeg $\frac{l}{2u}$. Paneme tähele, et need ajad on võrdsed, seega kohtuvad nad uuesti eskalaatori keskel.

6. ülesanne (Anumad). Kui vahesein on vabastatud, peavad vedelikusammaste rõhud anumates olema ühendustoru telje kõrgusel h_0 ühesugused. Tähistades vedelikusamba kõrguse vasakpoolses anumast (ühendustoru teljest alates) h_1 ja vedelikusamba kõrguse parempoolses anumast h_2 , saame võrrandi: $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$. Kahe vedeliku koguruumala ei muutu, mistõttu vedelikusammaste kõrguste summa anumates jääb samaks: $h_0 + h_1 + h_0 + h_2 = 2h$. Avaldades neist kahest võrrandist suuruse h_2 ja võrdsustades pooled:



$$\frac{\rho_1 h_1}{\rho_2} = 2(h - h_0) - h_1 \Rightarrow h_1 = 2\rho_2 \frac{h - h_0}{\rho_1 + \rho_2} = 22 \text{ cm}$$

Veesamba kõrgus vasakpoolses anumast muutub $\Delta h = h_1 - (h - h_0) = 2 \text{ cm}$ võrra, mille tõttu vedeliku ruumala selles anumast suureneb $\Delta V = \Delta h S_0$ võrra. Selle ruumala võrra väheneb esimese vedeliku ruumala ühendustorus, seega vahesein nihkub vasakule:

$$\Delta l = \frac{\Delta h S_0}{S_1} = 15 \text{ cm} \text{ võrra.}$$

7. ülesanne (Veekeetja). Uurime jadamisi lülitust. Esimese ja teise küttekeha takistused tähistame vastavalt R_1 ja R_2 ning antud veekoguse keema ajamiseks kuluvad ajad t_1 ja t_2 . Jadalülituse korral küttekehade kogutakistus $R_j = R_1 + R_2$. Keedukannus eralduv soojushulk:

$$Q = \frac{U^2}{R_j} t = \frac{U^2}{R_1 + R_2} t, \quad \text{kus} \quad R_1 = \frac{U^2 t_1}{Q} \quad \text{ja} \quad R_2 = \frac{U^2 t_2}{Q},$$

millest saame, et $t = t_1 + t_2 = 90 \text{ s}$

Rööbiti ühendatud küttekehade korral küttekehade kogutakistus $1/R_r = 1/R_1 + 1/R_2$ ning keedukannus eralduv soojushulk:

$$Q = U^2 \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} t$$

millest saame:

$$t = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 20 \text{ s}$$

8. ülesanne (Külmik). Vee jahtumisel ja jäätumisel või ainult jahtumisel eraldunud soojushulk on võrdne külmiku "jahutusvõimsuse" ja aja korrutisega $Q = Nt$. Vee jahutamisel ja tahkumisel eraldunud soojushulgad on $Q = cm\Delta t$ ja $Q = \lambda m$. Esimesel juhul saame kirjutada seose: $Nt_1 = cm_1\Delta t_1 + \lambda m_1 = m_1(c\Delta t_1 + \lambda)$. Teisel juhul saame seose $Nt_2 = cm_2\Delta t_2$. Tähistame temp. muudud jahtumisel: $\Delta t_1 = t_1 - t_0$ ja $\Delta t_2 = t_2 - t_0$, kus $\Delta t_2 = 2\Delta t_1$. Ülesande tekstist selgub, et $m_2 = 3m_1$. Jagades seosed saame:

$$\frac{Nt_2}{Nt_1} = \frac{c \cdot m_2 \cdot \Delta t_2}{m_1 (c \Delta t_1 + \lambda)} = \frac{c \cdot 3m_1 \cdot 2\Delta t_1}{m_1 (c \Delta t_1 + \lambda)}$$

Seega

$$t_2 = \frac{6t_1 c \Delta t_1}{c \Delta t_1 + \lambda} \quad \text{ja} \quad t_2 = \frac{6 \cdot 100 \text{ min} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10 \text{ K}}{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10 \text{ K} + 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 68 \text{ min}$$

9. ülesanne (Konteiner). Olgu konteineri materjali tihedus ρ_k ja vee tihedus ρ . Vahetult vette kukkumise järel mõjus konteinerile üleslükkejõud $F_{\ddot{u}} = \rho V_1 g$ ja raskusjõud $F_g = mg = \rho_k V_k g$. Kuna konteiner ujus, siis $\rho V_1 g = \rho_k V_k g$. Olgu äsja vee alla vajunud konteineris õhupadja ruumala $V_{\ddot{o}}$. Konteineri sisemuse ruumala oli $V_s = V - V_k$ ja konteineris oleva vee ruumala oli $V_v = V - V_k - V_{\ddot{o}}$. Konteinerile mõjub raskusjõud $F_{g1} = \rho_k V_k g$ ja konteineris olevale veele mõjub raskusjõud $F_{g2} = V_v \rho g = (V - V_k - V_{\ddot{o}}) \rho g$. Konteinerile ja selles olevale veele mõjub summaarne üleslükkejõud $F_{\ddot{u}2} = V \rho g$. Kuna keha heljub, siis konteineri ja selles oleva vee raskusjõudude summa võrdub üleslükkejõuga.

$$F_{g1} + F_{g2} = F_{\ddot{u}2} \quad \Rightarrow \quad \rho_k V_k g + (V - V_k - V_{\ddot{o}}) \rho g = V \rho g$$

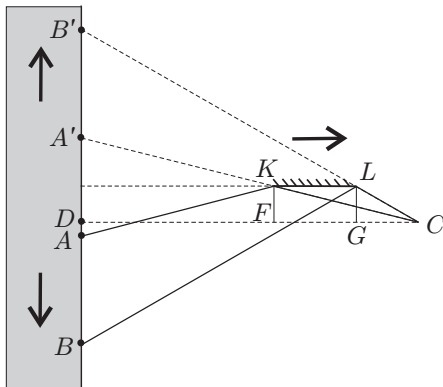
Asendame sellesse valemisse konteineri raskusjõu:

$$\rho V_1 g + (V - V_k - V_{\ddot{o}}) \rho g = V \rho g$$

Avame sulud, taandame ja koondame:

$$\rho V_1 g + V \rho g - V_k \rho g - V_{\ddot{o}} \rho g = V \rho g \quad \Rightarrow \quad V_1 + V - V_k - V_{\ddot{o}} = V \quad \Rightarrow \quad V_{\ddot{o}} = V_1 - V_k$$

10. ülesanne (Rong). Vaatleme situatsiooni liikuva auto suhtes. Asugu autojuht punktis C . Peeglile vastab lõik KL . Jooniselt on tähistatud $CD = l$, $KL = FG = d$, $KF = LG = b$, $GC = a$, $FC = a + d$. Autojuht näeb igal ajahetkel peegli vasakpoolses servas K liikuva rongi punkti A kujutist A' ja peegli parempoolses servas L liikuva rongi punkti B kujutist B' . Kuna autojuht näeb peeglis rongi kujutise liikumist vasakult paremale, siis see vastab joonisel rongi punkti A kujutise A' liikumisele joonisel üles



ehk autoga samas suunas. Iga rongi punkti kujukutis läbib lõigu $A'B'$ aja t jooksul. Sarnastest kolmnurkadest LGC ja $B'DC$ leiame, et $B'D = lb/a = 28$ m, sarnastest kolmnurkadest KFC ja $A'DC$ leiame, et $A'D = lb/(b+a) = 20$ m, millest nüüd $s = A'B' = 8$ m. Seega leiame, et rongi peegelduse kiirus on auto suhtes $v_0 = s/t = 3,33$ m/s = 12 km/h. Et rongi peegeldus liigub joonisel üles ehk autoga samas suunas, siis rong liigub auto suhtes kiirusega v_0 vastupidises suunas. See tähendab, et rongi kogukiirus maapinna suhtes on $v_R = v_A - v_0 = 60$ km/h ning rong sõidab autoga samas suunas.

2004/2005 õa loodusteaduste olümpiaad
Keemia ülesannete lahendused

9. ja 8. KLASS

1. a) i) $L(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{21,3}{78,7} \cdot 100 \text{ g} = 27,1 \text{ g}$

ii) $\%(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{4,80}{104,8} \cdot 100 = 4,58$

b) $m(\text{puhas}) = m(\text{kuumas}) - m(\text{jahedas})$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ g} \cdot \frac{78,7}{21,3} = 369 \text{ g}$

$m(\text{puhas}) = 100 \text{ g} - 369 \text{ g} \cdot \frac{4,80}{100} = 82,3 \text{ g} \approx 82 \text{ g}$



b) i) $m(\text{CuSO}_4) = 100 \text{ g} \cdot \frac{160}{250} = 64,0 \text{ g}$

$\%(\text{CuSO}_4) = \frac{64}{600} \cdot 100 = 10,7 \approx 11$

ii) $\Delta m(1 \text{ mol}) = M(\text{FeSO}_4) - M(\text{CuSO}_4) = (152 - 160) \text{ g} = -8 \text{ g}$

$n(\text{CuSO}_4, \text{reageerinud}) = \frac{-2 \text{ g}}{-8 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}$

$n(\text{CuSO}_4, \text{algul}) = \frac{64,0 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 0,400 \text{ mol}$

$n(\text{CuSO}_4, \text{alles}) = (0,400 - 0,25) \text{ mol} = 0,15 \text{ mol}$

$\%(\text{CuSO}_4) = \frac{0,15 \text{ mol} \cdot 160 \text{ g/mol}}{598 \text{ g}} \cdot 100 = 4,0$

3. a) i) **B** – O₂, hapnik

C – H₂O, vesi

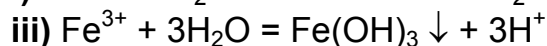
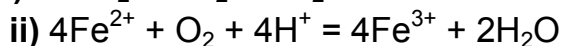
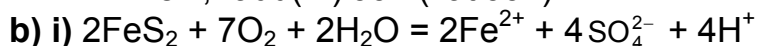
D – Fe(OH)₃, raud(III)hüdrokksiid

ii) **X** – Fe²⁺, raud(II)ioon (katioon)

Y – SO₄²⁻, sulfaatioon (anioon)

Q – H⁺, vesinikioon (katioon)

Z – Fe³⁺, raud(III)ioon (katioon)



c) i) Reaktsiooni (hüdrolüüsi) tõttu on vees H⁺ ionide liig, mistõttu vesi on happelise reaktsiooniga.

ii) Mida väiksem on terakese suurus, seda suurem on eripind ja seda paremini on tagatud hapniku ligipääs reageerivale osakesele.

4. a) Kuna tegemist on 3. perioodis paikneva leelismuldmetallide rühma kuuluva elemendiga, siis peab **X** olema magneesium.

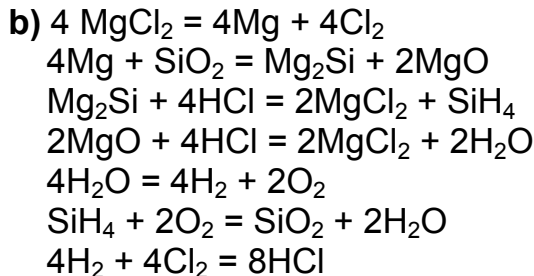
A – MgCl₂, magneesiumkloriid (saame **X** protsendilise sisalduse kaudu)

X – Mg, magneesium

B – Cl₂, kloor

D – SiO₂, ränidioksiid

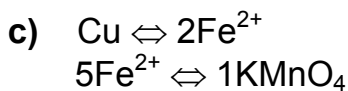
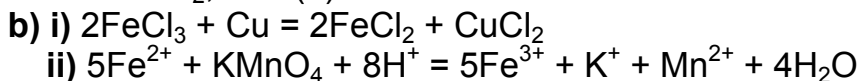
- E** – Mg₂Si, magneesiumsiliitsiid
G – MgO, magneesiumoksiid
J – HCl, vesinikkloriid(hape)
L – SiH₄, silaan
M – H₂O, vesi, divesinikmonooksiid
R – O₂, hapnik
T – H₂, vesinik



c) i) $\%(\mathbf{X}) = \frac{24,3}{95,2} \cdot 100 = \mathbf{25,5}$

ii) $\%(\mathbf{X}) = \frac{48,6}{76,6} \cdot 100 = \mathbf{63,4}$

- 5. a)** **A** – FeCl₃, raud(III)kloriid
B – CuCl₂, vask(II)kloriid
C – FeCl₂, raud(II)kloriid



m(Cu) = $\frac{1}{2} \cdot \frac{5}{1} \cdot 1 \text{ dm}^3 \cdot 15 \text{ cm}^3 \cdot 0,000855 \text{ mol} / \text{ dm}^3 \cdot \frac{1}{10 \text{ cm}^3} \cdot 63,5 \text{ g} / \text{ mol} = \mathbf{0,204 \text{ g}}$

- 6. a) i)** 1. $A_r(\mathbf{X}) = (110,5 \cdot 0,8045) / n = 88,89 / n$
 2. $A_r(\mathbf{X}) = (132,1 \cdot 0,6730) / n = 88,89 / n$
 3. $A_r(\mathbf{X}) = (153,7 \cdot 0,5784) / n = 88,89 / n$
 4. $A_r(\mathbf{X}) = (218,5 \cdot 0,4069) / n = 88,89 / n$
 5. $A_r(\mathbf{X}) = (801,7 \cdot 0,1109) / n = 88,89 / n$
 Kui $n = 1$, siis $A_r(\mathbf{X}) = 88,89$

- ii)** 1) $A_r(\mathbf{A}) = (110,5 \cdot 0,1955) / n = 21,6 / n$
 2. $m(\mathbf{A}) = (132,1 \cdot 0,3270) = 43,20$
 $43,20 \cdot (n / 21,6) = 2n$

$A_r(\mathbf{A}) = \frac{43,20}{2n}$

3. $A_r(\mathbf{A}) = (153,7 \cdot 0,4216) / 3n = 64,80 / 3n$
 4. $A_r(\mathbf{A}) = (218,5 \cdot 0,5931) / 6n = 129,6 / 6n$
 5. $A_r(\mathbf{A}) = (801,7 \cdot 0,8891) / 33n = 712,8 / 33n$

Kui $n = 1$, siis aatommass 21,6 ei sobi, kui $n = 2$, siis aatommass $A_r(\mathbf{A}) = 10,8$

- b) i)** element **X** on ütrium, **Y**
 element **A** on boor **B**

- ii)** 1. YB₂; 2. YB₄; 3. YB₆; 4. YB₁₂; 5. YB₆₆

Ülesanne 1: Hingamine

Kokku 12 punkti

Õhus on 21% \approx 20% hapnikku. (1 p.)

Kümnel hingetõmbel käib kopsudest läbi 5 l õhku. (1 p.)

See sisaldab 1 liitri hapnikku. (1 p.)

Ühest liitrist hapnikust omastab organism ligikaudu 0,2 liitrit hapnikku. (1 p.)

Antud reaktsioonis osaleb 6 mooli O_2 . (1 p.)

0,2 liitrit hapnikku normaalrõhul on $0,2/22,4 \text{ mol} = 0,0089 \text{ mol} \approx 0,009 \text{ mol}$. (2 p.)

Kuue mooli hapniku kohta tuleb üks mool glükoosi. (1 p.)

Seega glükoosi kulub kuus korda vähem, 0,0015 mol. (1 p.)

Glükoosi molaarmass on 180 g/mol. (1 p.)

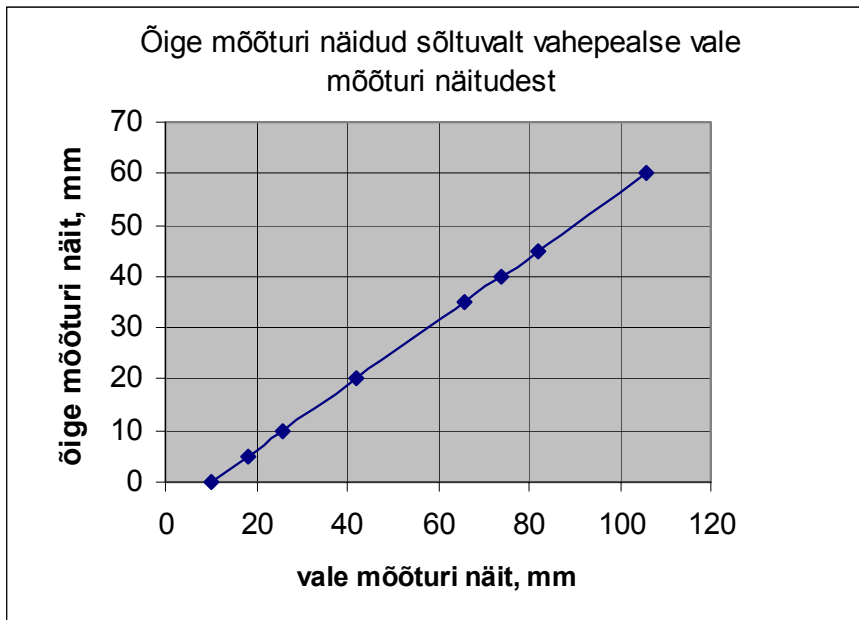
Järelikult minutis kulub 0,27 grammi glükoosi. (1 p.)

See teeb 4,5 kJ/min. (1 p.)

Ülesanne 2: Aidake meteoroloogil!

Kokku 11 p

- a) Tabeli andmete põhjal tuleb joonistada graafik, mis näitab õige ja vale mõõteri näitude omavahelist sõltuvust:



- b) Sellelt graafikult tuleb lugeda korrigeeritud näidud (Õigeks loetakse tabelis toodud arv ± 1 mm):

Vale mõõteri näit, mm	Korrigeeritud näit mm
90	50± 1
110	62± 1
15	3± 1
20	6± 1
50	25± 1
60	31± 1

Ülesanne 3: Päikesedušš

Kokku 20 punkti

- 1) Graafikult tuleb leida päevaste dooside D väärtused:
õigeks loetakse $21 \pm 2 \text{ MJm}^{-2}$, juunis ja $9 \pm 1.5 \text{ MJ m}^{-2}$ märtsis. Täpsed suurused on vastavalt 20.5 ja 8.7 MJm^{-2} .
Päevaste dooside leidmiseks võib kasutada erinevaid mooduseid:
 - a. liita kokku valge aja tunnisummad;
 - b. leida graafikualune pindala (lahutada joonealune piirkond ristkülikuteks ja kolmnurkadeks ning leida nende pindalade summa (telgede ühikuid arvestades);
 - c. kasutada mõlemat meetodit või ühte meetodit mitu korda ja arvutada leitud tulemuste keskmine. Viimasel juhul saab esitada ka dooside hindamise vea.
- 2) Salvestatud energia: $Q = k_{\text{kollektor}} S_{\text{kollektor}} D$.
Õigeks loetakse $(57 - 69) \text{ MJ}$ juunis ning $(22.5 - 31.5) \text{ MJ}$ märtsis.
- 3) Päevase päikesekiirguse poolt soojendatud 40-kraadise vee ruumala:
$$V = \frac{Q}{c \rho (T_2 - T_1)}$$
 õigeks loetakse: juunis $(450 - 550) \text{ l}$, täpne väärtus 489 l ;
märtsis $(180 - 250) \text{ l}$, täpne väärtus 209 l .
- 4) Dušši võtvate inimeste arv: hindamistäpsuse vahemikule vastavalt $(4.5 - 5.5)$ inimest juunis ja $(1.8 - 2.5)$ inimest märtsis. Õige on ka ümardamine täisarvudeni: juunis 5 -6, märtsis 2-3 inimest.
- 5) Arukas argumentatsioon päikeseduši poolt või vastu annab kuni 4 punkti.

Ülesanne 4: Vaal ja ränivetikad

Kokku 25 punkti

a) Üks kilogramm $C_6H_{12}O_6$ moodustub:

$$1\text{kg} \frac{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 6 = 1,467\text{kg} \text{ süsihappegaasist}$$

Viie aasta jooksul kasutab vaal:

$$75,0 \frac{\text{kg}}{\text{päev}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot 10 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot 365 \frac{\text{päev}}{\text{aasta}} \cdot 5\text{aasta} = 13.687.500 \text{ kg } C_6H_{12}O_6,$$

mis vastab:

$$13.687.500\text{kg} C_6H_{12}O_6 \cdot 1,467 \frac{\text{kg}CO_2}{\text{kg}C_6H_{12}O_6} = 20.075.000\text{kg}CO_2$$

ehk

$$\frac{20.075.000\text{kg}}{1,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,128 \cdot 10^7 \text{ m}^3$$

b) Ränivetikad peavad läbi töötlemata:

$$V = \frac{1,128 \cdot 10^7 \text{ m}^3}{0,23 \frac{\text{ml}}{\text{l}}} \cdot 1000 \frac{\text{ml}}{\text{l}} = 4,9 \cdot 10^{10} \text{ m}^3 \text{ vett}$$

c) Tuhande vaala toitmisel on haaratud:

$$\frac{1000\text{vaala} \cdot 4,9 \cdot 10^{10} \frac{\text{m}^3}{\text{vaal}}}{1,37 \cdot 10^{18} \text{ m}^3} \cdot 100\% = 3,58 \cdot 10^{-3}\% \text{ ookeanist}$$

d) Müoglobiini molekuli ruumala on:

$$V = \frac{1}{2} \cdot 4,5\text{nm} \cdot 3,5\text{nm} \cdot 2,5\text{nm} \left(10^{-9} \frac{\text{m}}{\text{nm}}\right)^3 = 19,69 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$$

Müoglobiini molaarmass on:

$$M(Mb) = \rho \cdot V \cdot N_A = 1400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 19,69 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 16,6 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

e) Vaal võib ühes kilogrammis lihas koes säilitada:

$$\frac{1\text{kg} \cdot 0,2}{16,6 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 0,012\text{mol } O_2$$

f) Oletades, et vaal koosneb vaid lihaskoest, võib ta vee all püsida:

$$t = \frac{0,012\text{mol} \cdot 400 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1000 \frac{\text{J}}{\text{kJ}}}{0,5 \frac{\text{J}}{\text{s}}} = 9600\text{s} = 2 \text{ tundi ja } 40 \text{ minutit}$$

Ülesanne 5: Dinosaurused

Kokku 12 punkti

Keemia: vanuse määramine (**radioaktiivsed isotoobid**), kaevatava pinnase **pH** ja **keemilise koostise** kindlakstegemine, **fossiliseerumisega** seotud keemiliste protsesside selgitamine, **fossiilide keemilise koostise** tuvastamine (nt sauruste menüü kindlakstegemisel), väljakaevatud fossiilide **säilitamiseks** keemiliselt sobiva keskkonna kindlaksmääramine.

Füüsika: kaevatavate **kivimikihtide füüsikaliste omaduste** tundmine, vastava **kaevetehnika** väljatöötamine, lihtmehhanismide jm seadmete rakendamine pinnase eemaldamisel jms, **fossiilide tekkeks vajalike füüsikaliste tegurite** tundmine (mattumine raskusjõu toimele jne), fossiilide **transpordiga** seotud küsimused (purunemise vältimine jms). Sauruste **kehakaalu** hindamine jälgede sügavuse järgi. Sauruste **väljasuremisega** seotud küsimuste uurimine (võimalikud seosed **astronoomiliste** sündmustega, nt asteroiditabamus).

Bioloogia/ökoloogia: leidude põhjal järelduste tegemine sauruste kehaehituse, toitumis- ja sigimisviisi jm **kohastumuste**, samuti **fülogeneesi** ja **taksonoomia** kohta. Kaevamispiirkonna võimalike bioloogilist laadi **riskitegurite** (nt maod, parasiidid jms) tundmine. Sauruste **väljasuremisega** seotud küsimuste uurimine (võimalikud seosed elupaikade kao, konkurentsiga.)

Geograafia/geoloogia: biogeograafia – erinevate liikide **areaalide** kindlakstegemine, **levikuga** seotud küsimused (sh kust mingi liigi fossiile otsida). **Kliima** mõjud liikide levikule ja kadumisele, samuti fossiilide tekkele ja säilimisele. Geoloogiliste **kihtide** tuvastamine, leidude **suhtelise vanuse** määramine. Sauruste **väljasuremisega** seotud küsimuste uurimine (võimalikud seosed **kliimamuutustega**, ägenenud vulkaanilise tegevusega).

Hindamine

Iga korrektse väite eest (õige teadusharu juures) 1 punkt. Pooliku (põhjendamata) või terminoloogiliselt ebatäpse väite eest 0,5 p. Kokku kuni 12 punkti.

Ülesanne 6: Puulehed

Kokku 20 punkti

Keemiku tekst	35, 37, 33, 14, 12, 15, 25, 40, 21, 11, 2, 34, 3, 39
Füüsiku tekst	7, 1, 38, 22, 31, 36, 6, 17, 23, 30, 13, 18, 27
Bioloogi tekst	10, 20, 4, 24, 26, 29, 8, 9, 28, 32, 5, 16, 19

Õige kood küsimus 6, venekeelne:

Текст химика	23, 18, 19, 29, 38, 24, 3, 4, 16, 13, 36, 37, 20, 10	всего 14 рядов
Текст физика	12, 35, 7, 2, 8, 30, 34, 26, 21, 31, 6, 1	всего 12 рядов
Текст биолога	9, 39, 27, 33, 14, 25, 5, 40, 28, 32, 15, 22, 17, 11	всего 14 рядов

Keemik

Temperatuuri toimel laguneb lehtedes roheline klorofüll, mis muidu varjutab kollase värvusega karotinoide. Nii värvuvad lehed kollaseks. Et taim ei kaotaks olulisi raskesti kättesaadavaid keemilisi elemente (eelkõige lämmastikku, fosforit ja kaaliumi), siis enne lehtede langemist lagundatakse lisaks klorofüllile ka valgud ja nukleiinhapped ning laguproduktidest moodustunud ühendid (eelkõige tärklis) säilitatakse varuainena tüves. Punane ja purpurne värvus on põhjustatud mõnede liikide lehtedes sügisel üleliigsetest sahhariididest (suhkrutest) sünteesitavate ja vakuoolidesse kogunevate pigmentide ehk värvainete antotsüaanide poolt. Lisaks võib vakuoolides leiduda ka kollaseid või oranže pigmente – flavoone. Värvus sõltub erinevate pigmentide vahekorra-ast. Lehed langevad, kuna madala temperatuuri ja lühikese päeva korral indutseeritakse ensüümide tsellulaasi ja pektinaasi süntees, mis lagundavad lehekaenla rakke omavahel ühendavaid keemilisi sidemeid. See põhjustab lehe langemise.

Füüsik

Lehed omandavad kõige eredama värvitooni päikesepaisteliste ilmade (tugeva päikese otsekiirguse) ja lühiajaliste öökülmade (negatiivsete õhutemperatuuride) toimel, kuna siis on füüsikalised tingimused vastavate pigmentide moodustumiseks kõige soodsamad. Värvitooni muutus rohelisest kollaseks või punaseks on tingitud lehtede pinnalt peegelduva valguse lainepikkuste spektri muutustest. Lehed langevad, kuna rakukihte kooshoidev jõud lehekaenla piirkonnas muutub raskusjõust väiksemaks. Nähtus on vajalik, kuna talvel suurte lumedadude korral kuhjuks lehtede pinnale suure massiga lumekogum, mille raskusjõud ületaks puuokste elastsusjõu ja põhjustaks okste murdumise. Samuti läheneb lehtedes olev vesi negatiivsete temperatuuride mõjul üle tahkesse agregaatolekusse, mis toob kaasa selle ruumala suurenemise (paisumise), mis põhjustaks lehe sisestruktuuride mehaanilisi vigastusi.

Bioloog

Lehtede värvusevahetus on tingitud kloroplastides toimuvatest muutustest (roheline pigmendi – klorofüllil lagunemisest), mis põhjustavad roheline värvitooni kadumise. Seetõttu tõusevad esile kollast pigmenti sisaldavad plastiidid - kromoplastid, samuti võivad vakuoolide rakumahla ilmuda punased, oranžid või purpursed pigmendid. Lehed langevad, kuna katkevad rakkudevahelised ühendused (laguneb rakuvaheaine ehk vahelamell) leherootsu alaosas tekkiva erilise 2-rakulise kihi keskel. Lehtede langemine on vajalik, kuna külmade ilmadega ei suudaks taim juurte abil kompenseerida lehepinna kaudu aurustuvat vett. Samuti võiksid oksad lehtedele koguneva lume all murduda. Vee külmumine põhjustaks raku organellide kahjustumise ja lehe hukkumise, mis tingiks suure koguse vajalike toitainete kaotsimineku. Seega lehtede langetamine sügisel on taimede ellujäämiseks oluline evolutsiooniline kohastumus.

Kokku 40 fragmenti - iga õige fragmenti number õige teksti juures – 0,5 punkti (kokku 20 punkti). Iga fragmenti topelt kasutamise eest 0,5 punkti maha.