

EESTI LOODUSTEADUSTE OLÜMPIAAD 2007 a.

PIIRKONDLIK VÕISTLUS (olümpiaadi teoreetiline voor)

3. märtsil 2007.a.

VALIKTEST (20 punkti)

Valikvastusega ülesannetes ringista oma valik või valikud. Vastamisel kaalu oma vastuseid hästi, sest valed vastused annavad miinuspunkte! Püüa vastamisel vältida parandusi! Kui tahad vastust muuta, palun kirjuta sõnadega juurde: „ÕIGE VASTUS“. Valiktesti õiged vastused on tähistatud **roheline tausta ning punaste plusspunktidega. Vale valik andis negatiivseid punkte.**

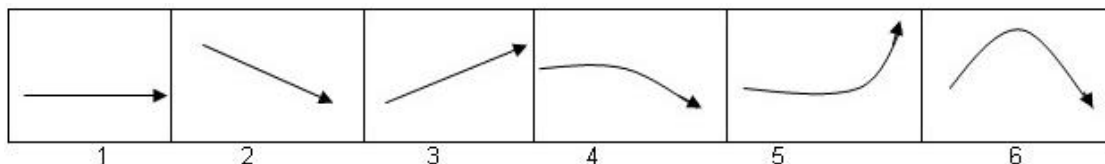
1. Nelja suurima massilise sisaldusega keemilise elemendi hulka elusrakkudes kuuluvad:

- | | |
|----------------------|-------|
| a) N, P, K, O | — 0,5 |
| b) O, C, H, N | +2 |
| c) C, O, H, Ca | — 0,5 |
| d) H, C, P, N | — 0,5 |
| e) O, C, P, H | — 0,5 |
| f) N, O, S, C | — 0,5 |
| g) H, C, P, O | — 0,5 |

2. Millised neist väidetest inimese põlvnemise kohta on teaduslikult täpsed?

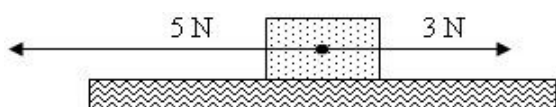
- | | |
|--|----------|
| a) Kõik tänapäeva inimesed põlvnevad ühisest esiemast. | 0 (null) |
| b) Kõik tänapäeva inimesed põlvnevad ühisest esiisast. | 0 (null) |
| c) Kõik tänapäeva inimesed põlvnevad ühistest esiisast ja esiemast. | +2 |
| d) Tänapäeva inimesed põlvnevad erinevatest esivanematest. | — 0,5 |
| e) Kõik tänapäeva inimesed pärinevad Ida-Aafrikast | +2 |
| f) Kõik tänapäeva inimesed pärinevad Kagu-Aasiast. | — 0,5 |
| g) Kõik tänapäeva inimesed pärinevad Vahemere piirkonnast. | — 0,5 |
| h) Tänapäeva inimesed on välja arenenud mitmes paigas samaaegselt. | — 0,5 |

3. Saarel elas kaks suurimetaja liiki – rohusööja ja kiskja. Milline graafikujoon kajastab kõige täpsemini rohusööja arvukuse (püsttelg) muutust ajas (vertikaaltelg), kui ökosüsteemist kaob teda jahtinud kiskja?

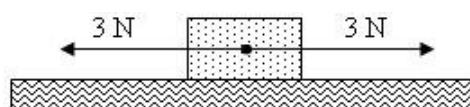


- a) 1 —0,5
b) 2 —0,5
c) 3 —0,5
d) 4 —0,5
e) 5 —0,5
f) 6 +2
g) mitte ükski ei sobi. —0,5

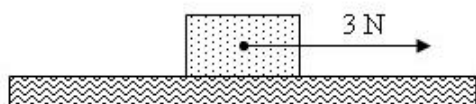
4. Horisontaalsel laual asuvat klotsi, mille mass on 1 kg, tõmmatakse niidist. Niidile mõjuv jõud on 3 N. Klotsi ja laua hõõrdeegur (hõõrdejõu ja rõhumisjõu jagatis) on 0,5. Millisel joonisel on kujutatud õigesti klotsile horisontaalsihis mõjuvad jõud ($g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$). Tõmba õiget vastust tähistavale tähele ring ümber.



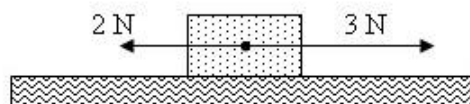
a)



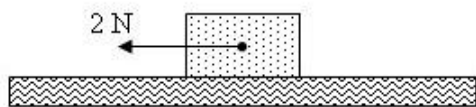
b)



c)



d)



e)

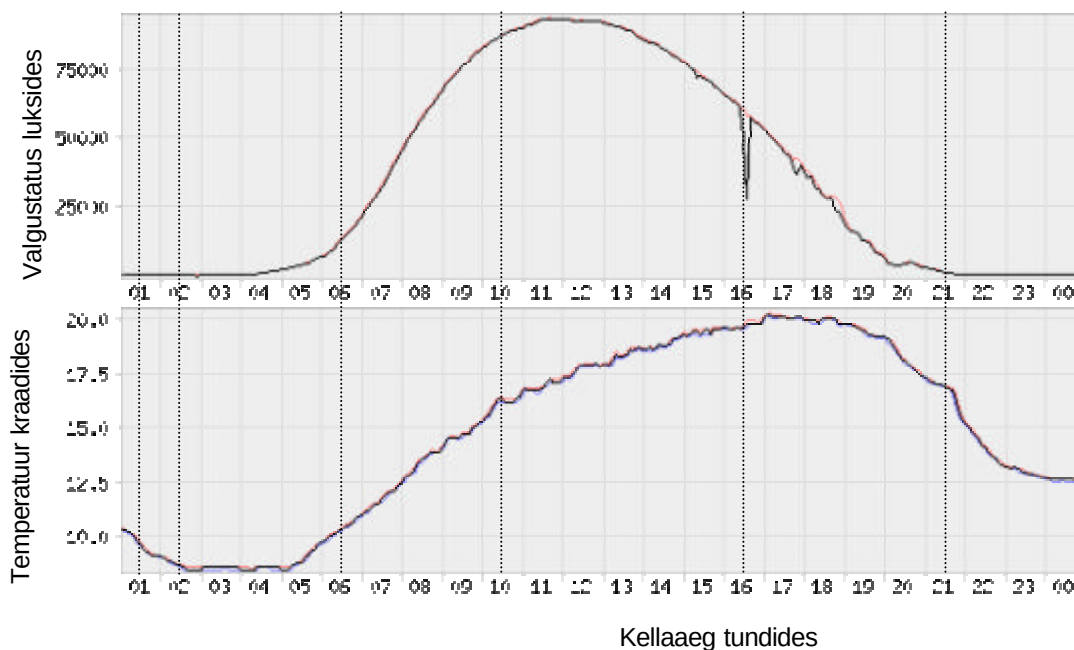
- A —0,5
B +2
C —0,5
D —0,5
E —0,5

5. Füüsikalises tähenduses on inimese vereringe keerukas, pumbast ja torude võrgustikust koosnev ringleva vedeliku süsteem. Verel aitab veresoontes ringelda:

- | | |
|-----------------------|-------|
| a) hõõrdejõud, | — 0,5 |
| b) magnetjõud, | — 0,5 |
| c) elastsusjõud, | +2 |
| d) raskusjõud, | — 0,5 |
| e) üleslükkejõud, | — 0,5 |
| f) gravitatsioonijõud | — 0,5 |

6. Tartu Ülikooli füüsikahoone (Tähe tänav 4, Tartu) katusel asuv ilmajaam registreerib teiste ilma karakteristikute kõrval pidevalt valgustatuse ja õhutemperatuuri. Saadud andmete põhjal koostab arvuti graafikud. Andmed säilitatakse arhiivis. Järgnevalt on esitatud 3. juuli 2006. a. ööpäevane valgustatus ja temperatuuri käik.

Valgustatus mõõdetakse luksides (1 lx). Täielikule pimedusele vastab 0 lx. Lugemiseks sobiv valgustus on 100 lx. Valgustatuse mõõtmisel paikneb mõõteelement horisontaalselt.



Järgmistele küsimustele vastamiseks kasutage allpool toodud lauseid **a** – **f**. Ringistage küsimusele järgnevas tabelis sobivaid lauseid tähistavad tähed.

1. Miks öösel ajavahemikus 01...02 õhutemperatuur langeb?

A + 2 p	B + 2 p	C — 0,5	D — 0,5	E — 0,5	F — 0,5
----------------	----------------	---------	---------	---------	---------

2. Miks ajavahemikus 06...10 õhutemperatuur tõuseb?

A — 0,5	B — 0,5	C + 2 p	D — 0,5	E + 2 p	F — 0,5
---------	---------	----------------	---------	----------------	---------

3. Miks ajavahemikus 16...21 õhutemperatuur langeb?

A — 0,5	B + 2 p	C — 0,5	D — 0,5	E — 0,5	F + 2 p
---------	----------------	---------	---------	---------	----------------

Vastuste laused

- Maapind kiirgab maailmaruumi soojust ja jahtub.
- Õhk annab soojust maapinnale ja jahtub.
- Õhk saab soojust maapinnalt ning soojeneb.
- Päike soojendab maapinda.
- Päike soojendab maapinda rohkem, kui maapind lahkuva soojuskiirguse tõttu jahtub.
- Maapind jahtub lahkuva soojuskiirguse tõttu rohkem kui soojeneb päikesekiirguse tõttu.

7. Keskkonna aluselisust või happelisust on võimalik kindlaks teha spetsiaalse mõõteriista – pH-meetriga. Selleks otstarbeks kasutatakse ka mitmesuguseid keemilisi aineid (indikaatoreid), mis muudavad värvi happe või alusega kokku puutudes. Millistest loetletud taimeosadest saaks valmistada looduslikku pH-indikaatorit?

- banaani vili — 0,5
- punase peakapsa lehed ++** +2
- mustika mari ++** +2
- kurgi vili — 0,5
- punase peedi juur ++** +2
- valge sõstra mari — 0,5
- kartulimugul — 0,5
- sidruni vili — 0,5

8. Läbipaistmatus kanistris juhiti kokku kaks tundmatut elektrolüüdi lahust. Mahuti ülaossa kinnitatud püstisest torust hakkas levima teravat lõhna. Anuma sein muutus soojaks. Millised väited anumas toimunud reaktsiooni kohta on suure kindlusega tõesed?

- toimunud keemiline reaktsioon oli eksotermiline** +2
- toimunud keemiline reaktsioon oli endotermiline — 0,5
- toimus ühinemisreaktsioon — 0,5
- toimus lagunemisreaktsioon — 0,5
- toimus vahetusreaktsioon** +2
- eraldus ammoniaak** +2
- eraldus gaasiline mittemetalli oksiid — 0,5
- eraldus gaasiline halogeen (kloor või fluor) — 0,5
- tõenäoliselt reageerisid kaks soola — 0,5
- tõenäoliselt reageerisid ammooniumisool ja alus** +2
- tõenäoliselt reageerisid väävel- või lämmastikhape ja sool — 0,5
- tõenäoliselt reageerisid vesinikhalogeniid ja alus — 0,5
- ükski väidetest ei ole usutav — 0,5

9. Korrektsed paarid on:

- a) A-5 — 0,5
- b) D-1 — 0,5
- c) E-2 — 0,5
- d) E-4 — 0,5
- e) B-6 — 0,5
- f) F-4 — 0,5
- g) **C-3** +2

A	Lubja põletamine	1	$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
B	Lubja kustutamine	2	$\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$
C	Lubimõrdi kivistumine	3	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
D	Karstikoobaste tekkimine	4	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
E	Stalaktiitide tekkimine	5	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
F	Katlakivi eemaldamine	6	$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$

10. Roostetamist sobib keemia keeles nimetada järgnevalt:

- a) roseerumine — 0,5
- b) roostetumine — 0,5
- c) **oksüdeerumine** +2
- d) redutseerumine — 0,5
- e) navigatsioon — 0,5
- f) inhibitsioon — 0,5
- g) **korrosioon** +2
- h) elektrolüütiline dissotsiatsioon — 0,5

ÜLESANNE KEEMIAST: **LÄMMASTIK (20 punkti)**

Enamus biomolekule koosnevad viiest peamisest elemendist, millest üks on lämmastik. Seetõttu teostatakse orgaanilistesse ühenditesse seotud lämmastiku (edaspidi: orgaanilise lämmastiku) seiret ökosüsteemides. Üheks oluliseks ökosüsteeme mõjutavaks teguriks on orgaanilise lämmastiku esinemine reovees.

Orgaanilise lämmastiku (ainult 3-valentse) summaarse sisalduse määramiseks kasutatakse meetodit, mille võttis 1883. aastal kasutusele Taani keemik Kjeldahl. Järgnevalt on kirjeldatud, kuidas Kjeldahli meetodiga määrati orgaanilise lämmastiku sisaldus reovees.

Orgaanilise lämmastiku määramiseks reovee proovis mõõdeti 50 ml reovett ja valati kolbi, mis sisaldas kontsentreeritud H_2SO_4 , K_2SO_4 ja CuSO_4 segu. Seejärel viidi lahuse ruumala kontsentreeritud H_2SO_4 lisades 500 ml-ni ning kolb suleti hermeetiliselt klapiga, mille kaudu gaasilised ained said kolvist väljuda. Järgnevalt kuumutati segu keemiseni ($\sim 380^\circ\text{C}$). Sellises agressiivses keskkonnas orgaanilised molekulid lagunesid termolüüsi tulemusena ja tekkisid madalmolekulaarsed anorgaanilised ühendid: H_2O , CO_2 , SO_2 ja NH_3 . Ammoniaak reageeris H_2SO_4 -ga ning jäi lahusesse NH_4HSO_4 koostises. Gaaside eraldumise lõppemine ning lahuse värvuse muutus viitasid reaktsiooni lõppemisele. Kolbi jäänud segu (edaspidi: Süsteem X) reaktsiooni lõppedes jahutati.

Süsteemile X, mis sisaldas NH_4HSO_4 , lisati suures ülehulgas kontsentreeritud NaOH lahust, et tõsta segu pH-d. Saadud segu kuumutamisel eraldus NH_3 (g). Selleks, et puhastada eraldunud NH_3 lisanditest, juhitati see läbi destillaatori ning absorbeeriti seejärel 100 ml-s 0,01M HCl lahuses. Selliselt saadud lahust tiitriti 0,045M NaOH lahusega (nn tagasitiitrimine) ning selleks kulus 21,1ml NaOH lahust.

1. Milline oli Cu^{2+} ionide roll lahuses, mis saadi reovee lisamisel kolbi, kus oli kontsentreeritud H_2SO_4 , K_2SO_4 ja CuSO_4 ? – 3 punkti
2. Milline oli K_2SO_4 roll lahuses, mis saadi reovee lisamisel kolbi, kus oli kontsentreeritud H_2SO_4 , K_2SO_4 ja CuSO_4 ? – 3 punkti

Leidke NH_3 hulk Süsteemis X! – 8 punkti (iga õige võrrandi osa ja tehte eest 1 p. ja vahevastuse ja lõppvastuse eest 3 punkti.)

3. Arvutage reovee proovis sisaldunud summaarse orgaanilise lämmastiku kontsentratsioon (mg/l), mida tähistatakse TKN (Total Kjeldahl Nitrogen – summaarne Kjeldahli lämmastik). - 6 punkti (lämmastiku aatomi välja toomine eraldi 1 punkt)

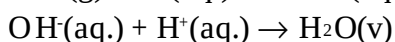
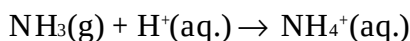
Lahendus:

1) Cu^{2+} ioonid toimivad termolüüsil katalüsaatorina.

2) K_2SO_4 on neutraalne sool, mida kasutatakse segu keemistemperatuuri tõstmiseks vajaliku 380 °C-ni, mida nõuab täieliku termolüüsi läbiviimine.

3)

Süsteemis Y:



$$n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl}) - n(\text{NaOH})$$

$$n(\text{NH}_3) = 0.01\text{M} \cdot 100\text{ml} \cdot 10^{-3}\text{l/ml} - 0.045\text{M} \cdot 21.1\text{ml} \cdot 10^{-3}\text{l/ml} = 50.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Süsteemis X:

$$n(\text{NH}_3) = 10 \cdot 50.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol} = 50.5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

4)

$$j_{TKN} = \frac{n(NH_3) \cdot M(N) \cdot 10^3 \text{ mg/g}}{50 \text{ ml} \cdot 10^{-3} \text{ l/ml}} = \frac{50,5 \cdot 10^{-5} \cdot 14,0 \text{ g/mol} \cdot 10^3 \text{ mg/g}}{50 \text{ ml} \cdot 10^{-3} \text{ l/ml}} = 141,4 \text{ mg/l}$$

ÜLESANNE BIOLOOGIAST: **KOODIPÄIKE (8 punkti)**

Rakutuuma kromosoomides asuv pärilikkusaine DNA määrab ära elusorganismi arengu, ehituse ja omadused. DNA kujutab endast väikeste „molekulijuppide“ – nukleotiidide kindla järjestusega ülipikki ahelaid. Nukleotiidide on DNA-s neli ja nende nimetuste lühendid on A, T, G ja C. DNAsse salvestatud pärilikkusinfo alusel „ehitavad“ (sünteesitavad) valgud aga koosnevad aminohapetest. Kui rakus tekib vajadus mingi valgu sünteesimiseks, kopeeritakse DNA-s olev info sarnase ehitusega RNA molekulisse. RNA liigub rakutuumast ribosoomidesse, kus selle järgi toimub valkude süntees. RNA-s on samad nukleotiidid, nagu DNA-s, üksnes T asemel on U.

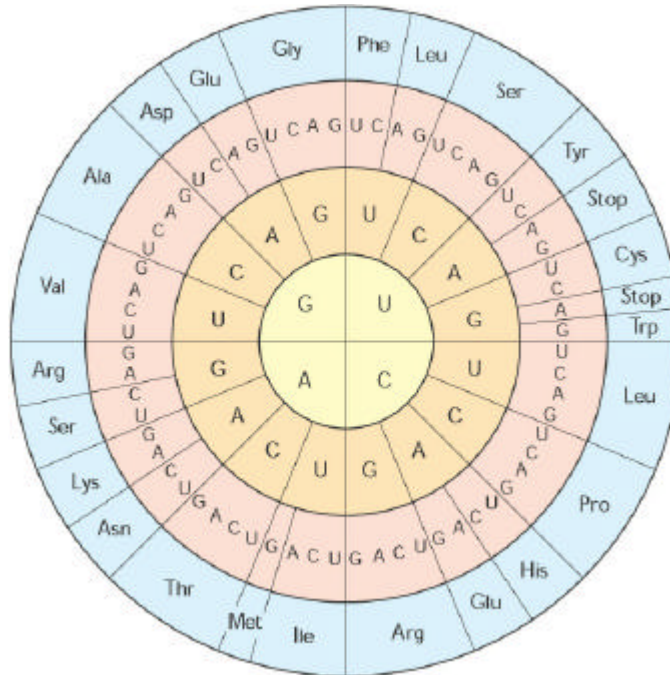
Ribosoomid toodavad valke vastavalt RNA molekuli nukleotiidide järjestusel põhinevatele koodonitele. Koodoni moodustavad kolm järjestikust nukleotiidi. Valgu sünteesimine algab koodonist GUG või AUG, millele vastavad aminohapped on Val ja Met (lühendid aminohapete nimetustest). Kuni alguskoodonini valgusüntees ei toimu ja alguskoodonistenesest aminohapet ei sünteesita. Järgnevalt annab iga järgmine RNA koodon valgumolekulile ühe aminohappe.

Neljast erinevast nukleotiidist saab moodustuda 64 erinevat „kolmikut“. Juuresoleval joonisel on kujutatud nn koodipäikest, mida loetakse seestpoolt väljapoole. Koodipäikest kasutatakse RNA järjestuste „tõlkimisel“ aminohapeteks.

Vali esitatud RNA ahelate hulgast selline (sellised), mille abil oleks võimalik ribosoomis valmistada järgnevatest aminohapetest koosnev lühike valgujupp:

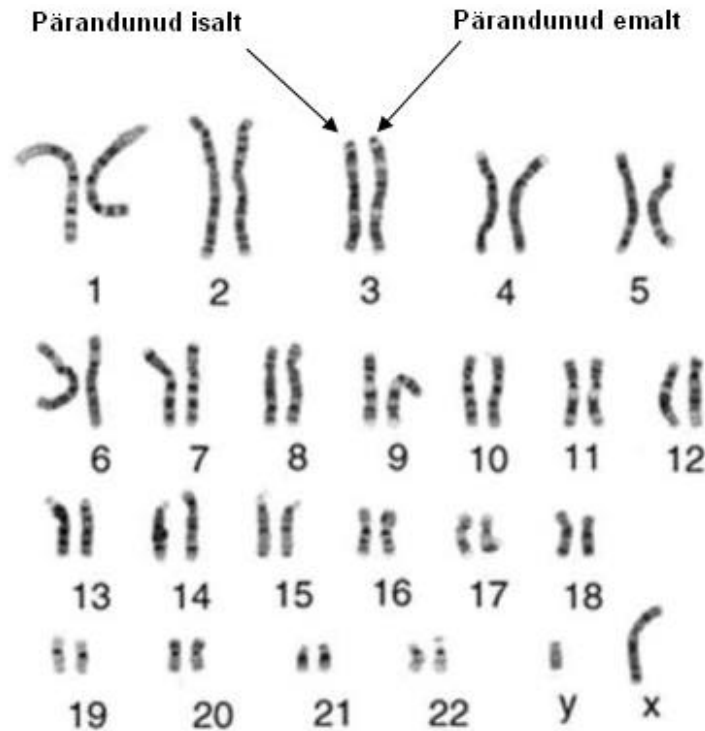
Gly-Leu-Pro-Arg-Leu-Leu-Asn-Ala-His-Glu-Arg

- a) GCGCCUGCUAAAUGCCCAUAGACCAUGGCCAGGCUACCACGAUAAU
- b) GGAACCACGCCUGCUAAAUGGGGCUGACCAGCGAUAAUUAGACCAU
- c) UACCGUGGGACUACCGCGUCUACUCAAUAGCGCACCAACGCCGCCUG
- d) GGCUACCACGCCUGCUAAAUGCCCACCAGCGAUAAUUAGACCAUGG
- e) GACCAUGGGGCUACCACGCCUGCUAAAUGCCCACCAGCGAUAAUUA
- f) GGCUACCACGCCUGCUAAAUGGGAUAGACCAUGGCCAGCGAUAAU



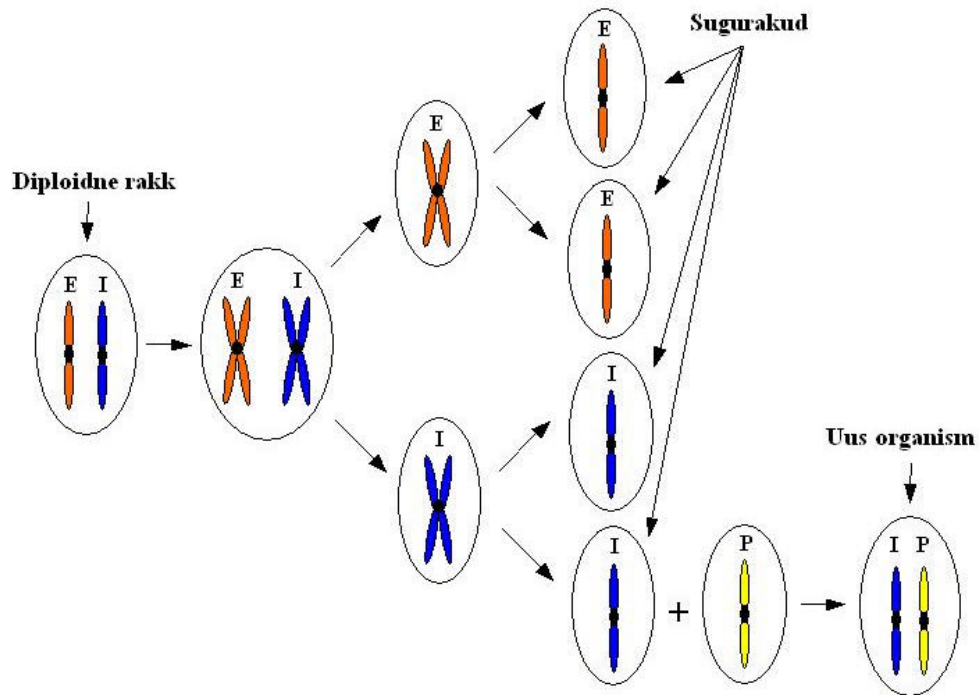
ÜLESANNE GENEETIKAST: PÄRILIKKUS (12 punkti)

Inimene on äärmiselt keerulise ehituse ning talitlusega organism, kelle kõiki molekulaarseid protsesse ei osata siiani täpselt kirjeldada. Hämmastav on, et kogu nähtav keerukus põhineb ainult 23 kromosoomipaaril, mis sisaldavad kogu vajalikku infot raku ning terve inimorganismi arenguks ja toimimiseks. Igas keharakus on iga kromosoomi kaks eksemplari – üks on pärandunud isalt ja teine emalt (joonis 1). Kaks sarnast kromosoomi moodustavad raku paari ning neid nimetatakse homoloogilisteks kromosoomideks.



Joonis 1. Inimese keharaku kromosoomistik. Inimesel on 24 erinevat kromosoomi, millest kaks (X ja Y) määravad inimese soo. Iga homoloogiliste kromosoomide paar koosneb ühest emapoolsest kromosoomist ja ühest isapoolsest kromosoomist. Sugukromosoomid moodustavad koos ühe paari (23nda) ning antud juhul on tegemist mehega (üks X ja üks Y kromosoom). Kokku on inimese keharakus seega 46 kromosoomi.

Inimorganism koosnebki peamiselt sellistest keharakkudest, kus igat kromosoomi on kaks eksemplari ning seetõttu nimetatakse neid rakke diploidseteks ($2n$). Hoopis erinevad on aga sugurakud, mis sisaldavad igast kromosoomist ainult ühte koopiat. Seega nimetatakse sugurakke haploidseteks ($1n$). Joonisel 2 on skemaatiliselt näidatud, kuidas saab diploidsest keharakust tekkida neli haploidset sugurakku, millest igaüks võib liitudes vastassugupoole sugurakuga anda aluse tervele uuele inimorganismile.



Joonis 2. Sugurakkude moodustumise protsess. Diploidsest rakust moodustub spetsiaalse rakujagunemise tulemusena neli sugurakku, millest igaüks sisaldab ühe kromosoomi igast 23-st homologiliste kromosoomide paarist (1n). Lihtsuse mõttes on siin jagunemise skeem antud ainult 1 homologiliste kromosoomide paari kohta. Juhuslikkuse alusel moodustab üks neist sugurakkudest viljastumisel partneri juhusliku sugurakuga (P) uue organismi. Uus organism on taas diploidne. E – emapoolne kromosoom, I – isapoolne kromosoom, P – partneri kromosoom.

Ülesanne 1:

Erinevalt inimesest on koeral tervelt 40 erinevat kromosoomi.

- a) Mitu homologiliste kromosoomide paari on koeral 2n rakkudes?

39

1 punkt

- b) Mitu kromosoomi on koera sugurakkudes?

39

1 punkt

Ülesanne 2:

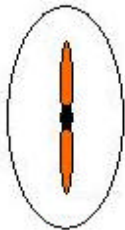
Taimede maailmas on omavahel võimalik ristata arbuuse, kus ühel on sarnaselt inimesele 2n kromosoomistik ning teisel hoopis 4n (neljakordne) kromosoomistik.

- a) Joonista, millise kromosoomistikuga on kummagi arbuusi sugurakud (sarnaselt joonisele 2 ühe kromosoomide paari põhjal; joonistada ainult sugurakud).

- b) Joonista, millise kordsuse ehk ploidsusega ($?n$) oleks nende omavaheliste järglaste kromosoomistik. Märgi joonisele juurde, mitu kromosoomi saab järglane $2n$ arbuusilt ning mitu $4n$ arbuusilt.

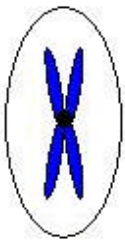
a)

Arbuus ($2n$):



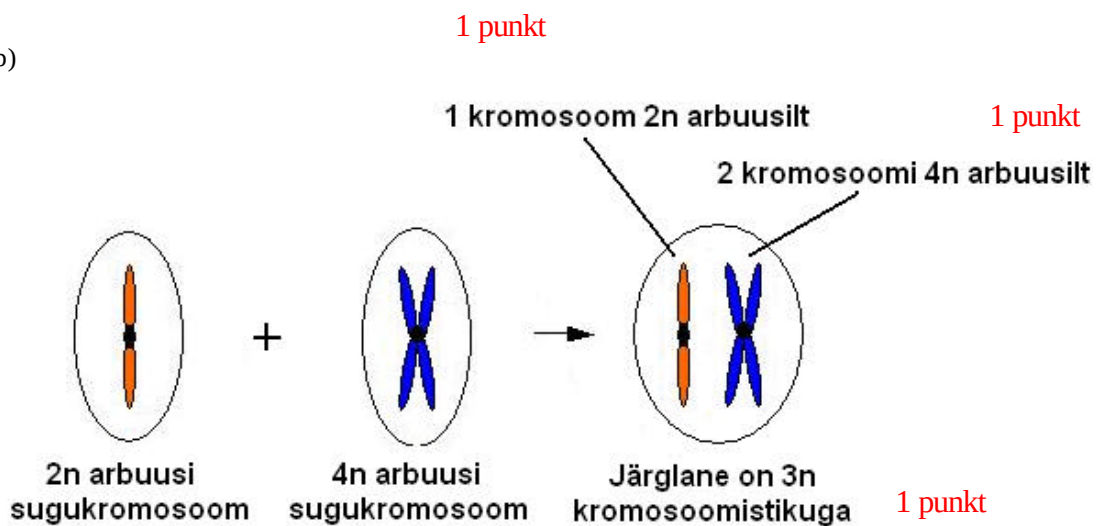
1 punkt

Arbuus ($4n$):



1 punkt

b)



Sündroomid.

Sugurakkude moodustumine ning küpsemine on suhteliselt täpne ning kontrollitud protsess, kus „vigased“ (näiteks vale kromosoomide arvuga) sugurakud elimineeritakse ega jõua viljastamiseni. Antud protsess ei ole aga täiesti veatu. Näiteks mida hilisemas eas otsustab naine last saada, seda suurem on tõenäosus, et viljastatakse mõni „vigane“ munarakk, kuna sugurakkude kontrollmehhanismid hakkavad

„väsimä”. Kõige tuntumaks näiteks on siin Downi sündroom, mille puhul on keharakkudes normaalse kahe koopiat asemel kolm koopiat 21. kromosoomi ning mille tekkeallosus suureneb võrdeliselt ema eaga. Sarnaselt tuleb vahel ette hálbeid ka sugukromosoomide arvus, mis võivad põhjustada mitmesuguseid arengulisi kõrvalekaldeid. Järgnevalt on toodud ära erinevad sugukromosoomide arvu kõrvalekalded, mida on inimestel leitud. Teades, et naise soo määrab kromosoomistik XX ja mehel XY, siis kirjuta, kas järgnevate indiviidide puhul on tegemist mehe või naisega.

- | | |
|--|---------|
| 1. X (Turneri sündroom) – Naine | 1 punkt |
| 2. XXXY (Klinefelteri sündroom) – Mees | 1 punkt |
| 3. XYY – Mees | 1 punkt |
| 4. XYY – Mees | 1 punkt |
| 5. XXX – Naine | 1 punkt |

ÜLESANNE FÜÜSIKAST: AUTO TURVAPATJADE KATSETAMINE (12 punkti)

Autode turvasüsteemide katsetamisel antakse katseautole teatud kiirus ja lastakse tal siis põrkuda vastu barjääri, mille tagajärjel auto järsult peatub. Auto turvapadjad peavad avanema, kui põrkumisel katseautole mõjuv jõud ületab väärtuse 15 kN.

Näpunäide: Newtoni 2. seaduse järgi saab kiirenduse (kiiruse muutuse ajaühikus) leida, kui kehale mõjuv jõud jagada keha massiga. (Newtoni 2. seadus: $F = m a$).

Teie ülesandeks on tabelis 1 olevate katsetulemuste põhjal uurida kahe auto katsetamise käiku, leida kummalegi autole kokkupõrkel mõjuv jõud ja arvutustulemuste põhjal otsustada, kas turvapadjad reageerisid nõuetekohaselt.

Tabelis 1 on kahe katseauto turvapatjade katsetuse tulemused.

Katseauto FRD mass oli 1700 kg ja katseauto TOY mass 1100 kg. Mõõteriistad registreerisid autode kiirused alates ajahetkest $t = 0$ s. Ajahetkel $t = 16$ s toimus kokkupõrge barjääriga, seejärel autod peatusid täielikult ühe sekundi jooksul.

Pidage silmas, et kiiruseid mõõdeti riistaga, mille määramatus (lubatav viga) oli $\pm 2,5$ km/h.

Tabelist kahjuks puuduvad mõned kiirused kiirusemõõtja tõrkumise tõttu.

Tabel 1. Katseautode FRD ja TOY kiirused katse jooksul

Aeg, s	$t = 0$	$t = 2$	$t = 4$	$t = 6$	$t = 8$	$t = 10$	$t = 12$	$t = 14$	$t = 16$	$t = 17$	turvapadjad
v_{FRD} , km/h	puudub	61,0	59,6	60,4	58,8	60,6	59,6	puudub	puudub	0	avanesid
v_{TOY} , km/h	puudub	52,9	56,5	59,2	61,8	64,6	68,2	70,6	puudub	0	ei avanenud

Töö käik:

- Joonistage mõlema auto kiiruste graafikud (samas teljestikus)
- Leidke graafikult nõutavad kiiruste ja kiirenduste väärtused. Selgitage nende leidmist.
- Arvutage kokkupõrkel mõlemale autole mõjuv keskmine jõud. Selgitage jõu arvutamist
- Saadud tulemused ja lõppotsus kandke tabelisse 2.
- Põhjendage lõppotsust

LAHENDUS:

Autode turvasüsteemide katsetamisel antakse katseautole teatud kiirus ja lastakse tal siis põrkuda vastu barjääri, mille tagajärjel auto järsult peatub. Auto turvapadjad peavad avanema, kui põrkumisel katseautole mõjuv jõud ületab väärtuse 15 kN.

Näpunäide: Newtoni 2. seaduse järgi saab kiirenduse, e. kiiruse muutuse ajaühikus leida, kui kehale mõjuv jõud jagada keha massiga. (Newtoni 2. seadus: $F = m a$).

Teie ülesandeks on tabelis 1. olevate katsetulemuste põhjal uurida kahe auto katsetamise käiku, leida kummalegi autole kokkupõrkel mõjuv jõud ja arvutustulemuste põhjal otsustada, kas turvapadjad reageerisid nõuetekohaselt.

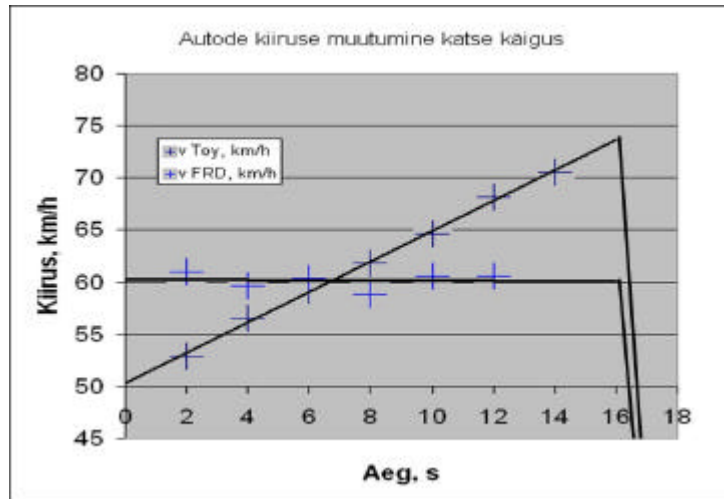
Katseauto FRD mass oli 1700 kg ja katseauto TOY mass 1100 kg. Mõõteriistad registreerisid autode kiirused alates ajahetkest $t = 0$ s. Ajahetkel $t = 16$ s toimus kokkupõrge barjääriga, seejärel autod peatusid täielikult ühe sekundi jooksul.

Pidage silmas, et kiiruseid mõõdeti riistaga, mille määramatus (lubatav viga) oli $\pm 2,5$ km/h.

Tabelist kahjuks puuduvad mõned kiirused kiirusemõõtja tõrkumise tõttu.

Lahendus:

1. Joonistage mõlema auto kiiruste graafikud (samas teljestikus)



Kommentaariid:

- graafikule kantud kiiruste järgi näeme, et katse jooksul liikus TOY ühtlaselt kiirenevalt ja FRD ühtlase kiirusega (mõõtemääramatuse piires). Seega võib katsepunktidest läbi joonistada lähendussirged ja nende järgi leida tabelis puudunud kiiruste väärtused.
- Kiiruse kahanemise põhjuseks on kokkupõrge seinaga 16-ndal sekundil, enne kokkupõrget pole põhjust kiiruse kahanemiseks
- Ülesande tekstist ei nähtu, et katse alguses olid autod paigal

Märkus: Kiiruste teljestiku võinuks valida ka vahemikus 0 – 75 km/h, kuid kitsam vahemik võimaldab kiiruste väärtusi graafikult täpsemalt hinnata.

2. Leidke graafikult nõutavad kiiruste ja kiirenduste väärtused. Selgitage nende leidmist.

- Keskmine kiirendus ajavahemikus 0 – 16 s: $a_{0-16} = \frac{(v_{16} - v_0) \frac{km}{h}}{16s}$, kusjuures kiiruste väärtused on leitud lähendussirgetelt.

3. Arvutage kokkupõrkel mõlemale autole mõjuv keskmine jõud:

- Kokkupõrkel mõjuv jõud: $F = m a_{\text{kokkupõrge}}$

Kokkupõrkel ilmneva kiirenduse saame leida, kui jagame kiiruse muutuse

kokkupõrkel peatumiseks kulunud ajaga: $a_{\text{kokkupõrge}} = \frac{(v_{16} - v_{17}) \frac{km}{h}}{1 \text{ s}}$, kusjuures

ülesande tingimuste kohaselt $v_{17} = 0$.

Tabel 2. Katseautode testimise kokkuvõte

Auto	Graafikult leitud kiirus hetkel $t = 0 \text{ s}$ km/h	Graafikult leitud kiirus hetkel $t = 16 \text{ s}$ km/h	Keskmine kiirendus vahemikus $0 - 16 \text{ s}$ m s^{-2}	Põrkumisel mõjuv keskmine jõud kN	Põrkumisel mõjuva jõu vähim ja suurim väärtus* kN	Turvapadja seisund	Kas turvapadi reageeris õigesti
FRD	60±2.5	60±2.5	0	-28,3	-27,2 - -29,5	avanes	jah
TOY	50±2.5	74±2.5	0.41	-22,6	-21,8 - -23,4	ei avanenud	ei

*mõõtem äärmatust arvestades

Hindamine: kokku 12 punkti: graafik 4p, kiirused ja kiirendused 4p, kokkupõrkejõu arvutamine: 3p, otsustus ja põhjendus 1p.

ÜLESANNE FÜÜSIKAST: KÕRREGA JOOMINE (8 punkti)

Kõrre abil juues tekitab inimene oma suus alarõhu. Vesi tõuseb kõrres ülespoole, sest veesambale mõjuva raskusjõu tasakaalustab rõhkude vahest (välisõhus ja suus) tingitud jõud.

Kui pika kõrrega suudab inimene tõmmata vett allpool asuvast klaasist suhu, kui ta suudab suus tekitada madalama rõhu, mis on a) 80%, b) 70%, c) 50% ja d) 40% atmosfäärirõhust? Vee tihedus $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$, atmosfäärirõhk $P_a = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Joonistage graafik, mis kujutab kõrres tõusva veesamba kõrguse sõltuvust suu ja atmosfääri rõhkude suhtest.

Millist liiki sõltuvust graafik näitab?

LAHENDUS:

Kõrre abil juues tekitab inimene oma suus alarõhu. Vesi tõuseb kõrres ülespoole, sest veesamba kaal tasakaalustab rõhkude vahe välisõhus ja suus.

Kui pika kõrrega suudab inimene tõmmata vett allpool asuvast klaasist suhu, kui ta suudab suus tekitada madalama rõhu, mis on a) 80%, b) 70%, c) 50% ja d) 40% atmosfäärirõhust? Vee erikaal $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$, atmosfäärirõhk $P_a = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$. Joonistage graafik, mis kujutab kõrres tõusva veesamba kõrguse sõltuvust suu ja atmosfääri rõhkude suhtest. Millist liiki sõltuvust graafik näitab?

Lahendus:

Kui tekitame suus alarõhu, siis tõuseb vedelikusammas kõrres vedeliku pinnale mõjuva atmosfäärirõhu toimel. Vedelik tõuseb kõrguseni h , mille korral kõrres oleva vedeliku kaal tasakaalustab suus ja atmosfääris olevate rõhkude vahe:

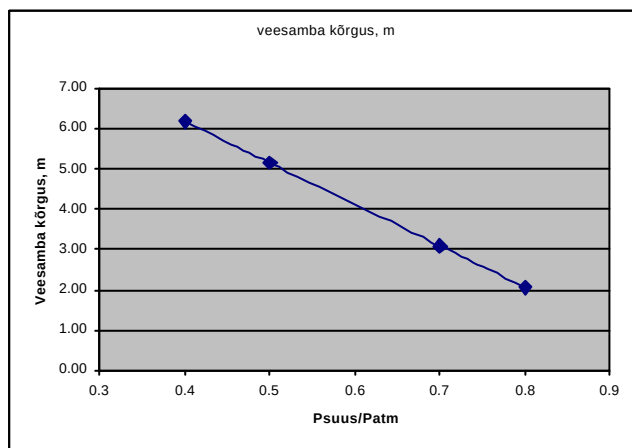
$$P_{\text{suus}} - P_{\text{atm}} = \rho g h$$

Samba kõrguse saab seega leida valemist:

$$h = \frac{P_{\text{suus}} - P_{\text{atm}}}{\rho g}$$

Kui alarõhk suus on 50%, siis $P_{\text{suus}} = 0.5 P_{\text{atm}}$.

Erinevate alarõhkude jaoks leitud vedelikusamba kõrgused on järgmised



$$h_{50\%} = \frac{5,05 \cdot 10^4 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = -5,15 \text{ m}, \quad h_{80\%} = -2,06 \text{ m}, \quad h_{70\%} = -3,09 \text{ m}, \quad h_{40\%} = -6,18 \text{ m}$$

(miinusmärk näitab, et vedelik, millest imetakse, asub suust allpool)

Tegemist on võrdelise (lineaarse) sõltuvusega: veesamba kõrgus on seda suurem, mida väiksem on suus oleva rõhu ja atmosfäärirõhu suhe

Hindamine: Kokku 8 punkti.

Rõhkude tasakaalu valem: 2p

Kõrguste arvutamine: 2p

Graafik: 3p

Väide sõltuvuse kohta: 1p