



LAHENDUSED

1. Seened (49,75 p)

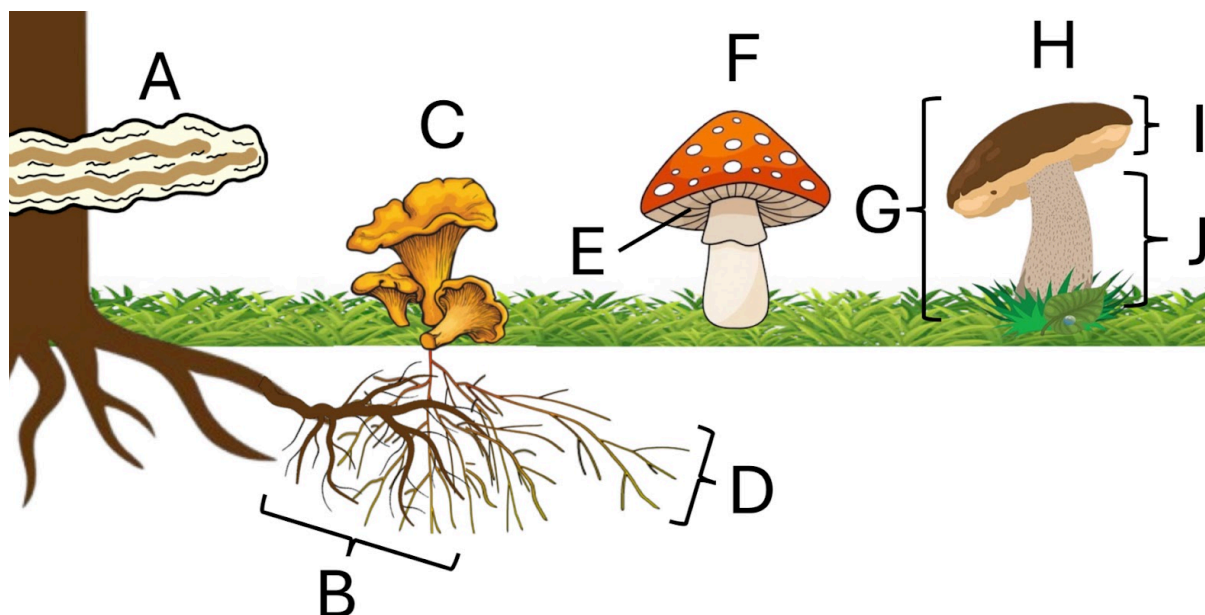
1.1. Seente ehitus ja osa elusloodusest (15,25 p)

Seened on eluslooduse riik, mille esindajatel on ökosüsteemides palju tähtsaid rolle. Seened on looduses lagundajateks, teevad koostööd taimedega ning on toiduks paljudele loomadele ja ka inimesele.

Seente keha koosneb omavahel ühendatud niitjatest rakkudest, mis levivad maa all sarnaselt puujuurtele — seda struktuuri kutsutakse **seeneniidistikuks**. Soodsate olude korral kasvatab seen endale maapealsed **viljakehad**, mis koosnevad **seenejalast** ja **seenekübarast**. Kukeseentel on eripäraselt sujuv üleminek seenejala ja -kübara vahel. Kübara alaküljel on tihti **eoslehekesed**, kus valmivad paljunemiseks vajalikud eosed.

Paljude seente (sh kukeseente) seeneniidistik seostub puude juurtega, moodustades seenjuure ehk **mükoriisa**, mille kaudu saavad seened puudelt suhkruid ja puud seentelt raskesti omastatavaid mineraale ja vett. Teisalt võib seente ja puude kooselu olla kahjulik: **juurepess** on seen, mis kasvab puude tüvel, põhjustades selle mädanemist ja tuues suurt kahju metsamajandusele.

1.1.1. Tuvasta jooniselt, milliseid nimetusi tähistavad tähed A–J. Kirjuta vastav täht tabelis nimetuse alla. (2,5 p)



Joonis 1. Metsas kasvavad seened.



Nimetus	<u>kärbseeseen</u>	puravik	kukeseen	juurepess	viljakeha
Täht	F	H	C	A	G
Nimetus	seenejalg	seenekübar	eoslehekesed	seeneiidid	mükoriisa
Täht	J	I	E	D	B

1.1.2. Tõmba eelmises ülesandes ring ümber nimetusele, mis tähistab mürgiseent. (0,5 p)
kärbseeseen (F)

1.1.3. Eri liikide kooselu vorme nimetatakse sümbioosiks. Sümbioos võib olla mõlemale liigile kasulik (**mutualism**), ühele kasulik ja teisele kahjulik (**parasitism**), ühele kasulik ja teisele neutraalne (**kommensalism**) või ühele neutraalne ja teisele kahjulik (**amensalism**). Mis tüüpi on kukeseente ja puude sümbioos? (0,5 p)

- A. parasitism
- B. mutualism**
- C. kommensalism
- D. amensalism

1.1.4. Mis tüüpi on juurepessu ja puude sümbioos? (0,5 p)

- A. parasitism**
- B. mutualism
- C. kommensalism
- D. amensalism

1.1.5. Kukeseened moodustavad mükoriisa eelistatult Eesti kahe levinuima okaspuuga ja Eesti rahvuspuuga. Tuvasta jooniselt 2, milliseid puid tähistavad tähed A–G. Kirjuta vastav täht tabelis tabelis nimetuse alla. (1,75 p)



A	B	C	D	E	F	G	
Puu	kuusk	vaher	kask	tamm	hobukastan	mänd	pihlakas



Täht	B	D	A	E	G	F	C
------	---	---	---	---	---	---	---

1.1.6. Tõmba tabelis ring ümber tähtedele, mis tähistavad puid, millega võiksid kukeseened mükoriisa moodustada. (1,5 p)

B, E, F (iga vale või puuduv ring -0,5 p)

Kukeseened võivad kasvada ühel ringjoonel, moodustades seeneringe (tuntud ka kui nõiaringid). See juhtub, kui eosel alguse saanud seeneniidistik saab takistusteta kasvada, laienedes ühtlase kiirusega igas suunas. Iga aastaga kasvab seeneringi raadius umbes 15 cm võrra.

1.1.7. Kui pikk on seenering, mis on moodustunud 2-aastase kasvamise tagajärjel? (1,5 p)

$$C = 2 \text{ aastat} \times 2\pi r = 2 \text{ aastat} \times 2\pi \times 15 \text{ cm/aastas} \approx 188.5 \text{ cm}$$

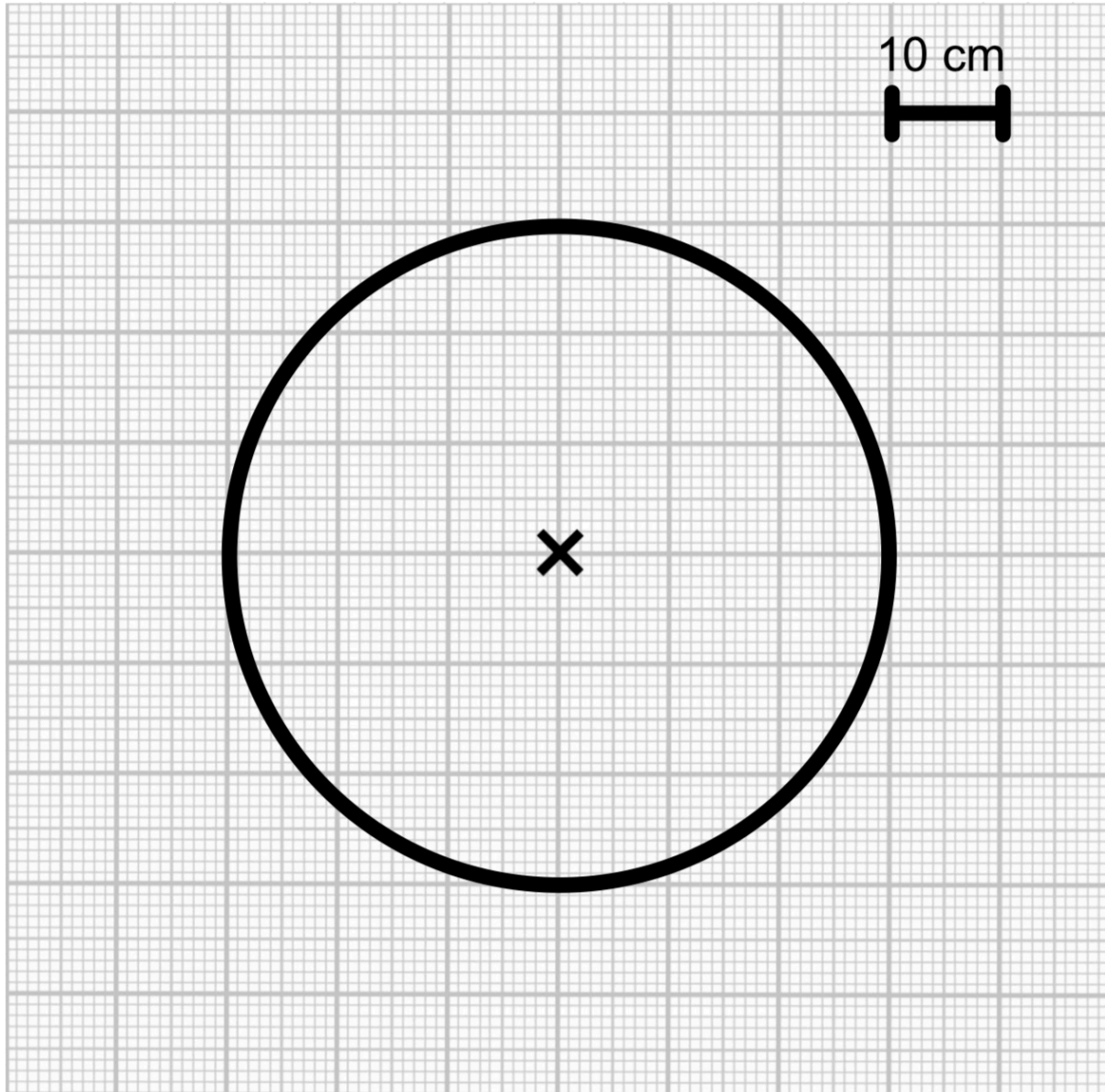
(arvutuskäik 1 p + ühik 0,5 p)

(lubatud ka $\pi = 3.14$, vastus tuleb 188.4 cm)

(lubatud ka ühelisteni vastuse ümardamine, vastus tuleb 188 cm)



1.1.8. Vastuste vihikus on ruudustikus X-ga tähistatud seeneringi leviku algpunkt. **Joonesta vaba käega võimalikult täpne seeneringi ringjoon, mis moodustub, kui seeneniidistik on saanud 2 aastat takistusteta kasvada.** Lisa joonisele mõõtkava! **(1,5 p)**



(ringjoon enamjaolt korrapäraselt keskpunkti ümber 0,5 p + õige suurus vastavalt mõõtkavale 0,5 p + mõistlik mõõtkava 0,5 p)



1.1.9. Arvesta, et seeneringil kasvavad seened ühtlaselt ja nende maksimaalne tihedus on üks seen iga 5 cm kohta. **Mitu seent saab maksimaalselt kasvada 2-aastasel seeneringil?** Kui sa eelmises ülesandes ei leidnud vastust, siis oletage, et antud seeneringi pikkus on 103 cm. **(2 p)**

$n = 188,5 \text{ cm} / 5 \text{ cm/seen} = 37 \text{ seent} + \text{jääk (ümardatud alla, sest seente tihedus ei saa olla üle maksimumi)}$ (arvutuskäik 1 p + ühik 0,5 p + alla ümardamine 0,5 p)

Alternatiivselt: $n = 103 \text{ cm} / 5 \text{ cm/seen} = 20 \text{ seent} + \text{jääk (ümardatud alla)}$

1.1.10. Märki vastuste vihikus tabelisse, kas toiduahel on õigesti (+) või valesti (–) moodustatud. **(2,5 p)**

toiduahel	õige / vale
pilvik → teetigu → siil → mäger → hunt	+
kassikakk → ronk → kärnkonn → nälkjas → kukeseen	–
kivipuravik → leethiir → rästik → madukotkas	+
tatik → orav → rebane	+
valge kärbseseen → seenesääsk → hunt → suitsupääsuke → ilves	–

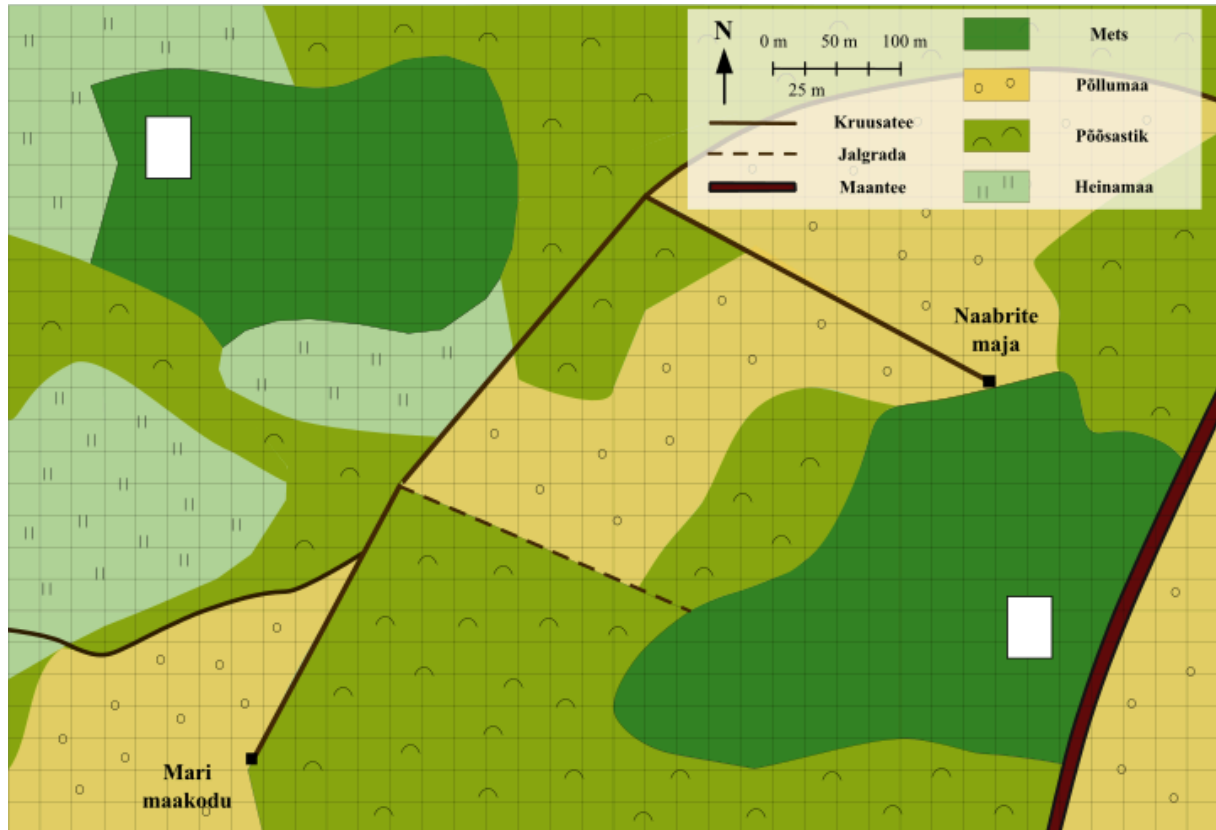
1.1.11. Milline loomade hõimkond või klass põhjustab enim seente „ussitamist“? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. **(1 p)**

- A. limused
- B. ümarussid
- C. paelussid
- D. putukad



1.2. Seenelkäik (14 p)

Marile meeldib vanaema maakodu läheduses seenel käia ning ta otsustab ühel augustikuu pärastlõunal minna kukeseeni otsima. All on näidatud Mari vanaema koduümbruse kaart.



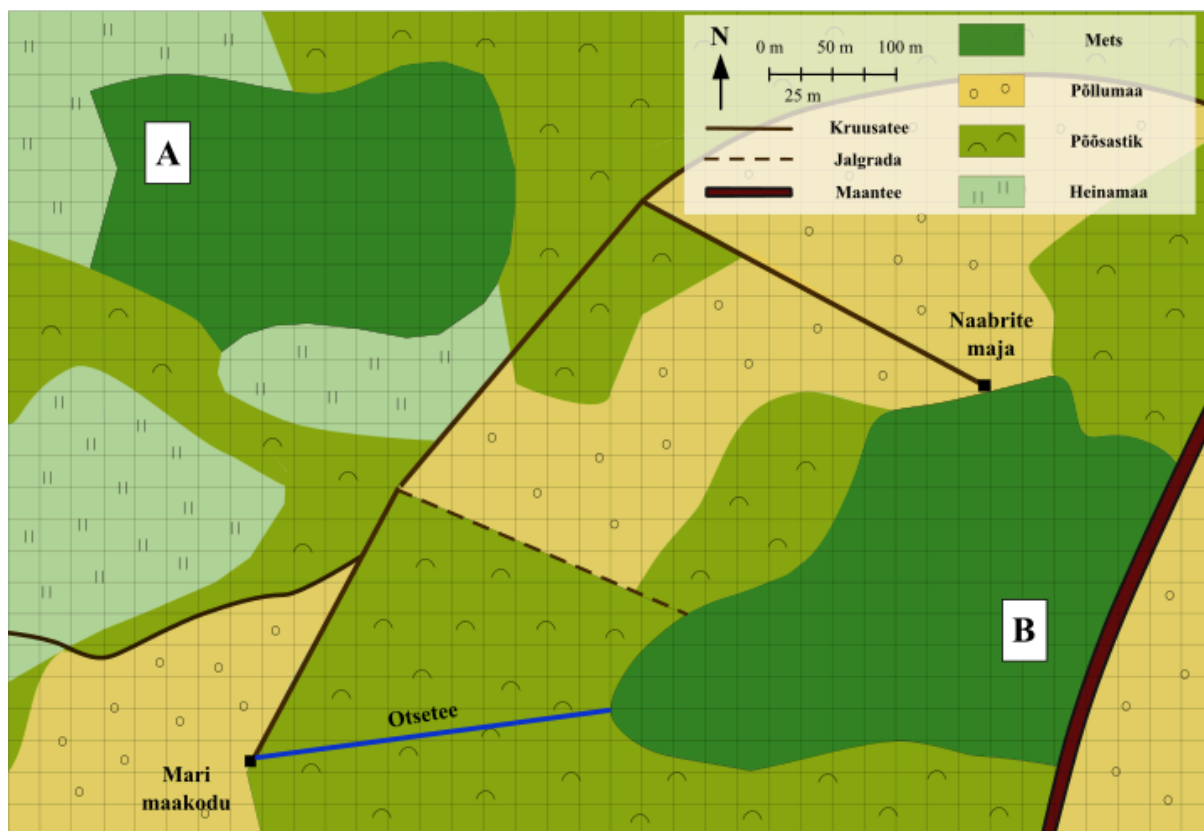
Joonis 3. Maakodu ümbruse kaart

Maakodu läheduses on kaks metsatukka. **Metsatukk A** asub vanaema majast põhja pool, **metsatukk B** jääb majast ida poole.



1.2.1. Tähistä kaardil kumbki mets õige tähega. (0,5 p)

Vt kaarti. Mõlemad korrektsed tähed 0,5 p, muul juhul 0 p.



Kuna vanaema käis alles hiljuti metsas **A** seeni korjamas, otsustab Mari minna seeni otsima metsa **B**. Metsa jõudmiseks on Maril kolm valikut:

- 1) minna **jalgsi** linnulennult kõige otsemat teed pidi läbi põõsastikuga kaetud ala;
- 2) minna **jalgsi** kõigepealt mööda kruusateed põhja poole ning seejärel keerata idapoolsesse metsa suunduvale jalgrajale;
- 3) sõita **jalgrattaga** mööda kruusateed metsaserval elavate naabrite majani.

Mööda kruusateed jalutab Mari keskmise kiirusega 4 km/h, väiksematel jalgradadel kiirusega 3 km/h. Läbi põõsastiku kõndides on Mari kiirus keskmiselt ainult 2 km/h. Jalgrattaga sõidab Mari kiirusega 15 km/h.

1.2.2. Joonista kaardile kõige lühem tee Mari maakodu väravast metsa B, mis viib läbi põõsastiku. (1 p)

Vt kaarti 1.2.1 juures. Tee õiges kohas 1 p.

Küsimustele 1.2.3.—1.2.4 vastamisel on soovituslik kasutada joonlauda. Vastuste hindamisel arvestatakse mõistliku mõõteveega.



1.2.3. Leia kaardi abil iga võimaliku metsateekonna pikkus. Kanna oma vastused vastustelehel olevasse tabelisse. **(2,5 p)**

Teekonna pikkus mööda otseteed läbi põõsastiku:	Teekonna pikkus mööda kruusateed ja jalgrada:	Teekonna pikkus mööda kruusateed naabrite majani:
280 m (±10 m annab 0,5 p) (±20 m annab 0,25 p)	(Kruusateelõik) 240 m (±10 m annab 0,5 p) (±20 m annab 0,25 p)	830 m (±20 m annab 1 p) (±40 m annab 0,5 p)
	(Jalgrajalõik) 250 m (±10m annab 0,5 p) (±20m annab 0,25 p)	

1.2.4. Arvuta, kui palju aega kulub Maril metsa minekuks

- kõige lühemat teed pidi. **(1 p)**
- kui ta jalutab mööda kruusateed ning jalgrada. **(1 p)**
- kui ta sõidab jalgrattaga. **(1 p)**

Esita oma vastused minutites, ümardatuna lähima täisarvuni.

Kõige lühemat teed pidi. Otsetee: $0,28 \text{ km} / 2 \text{ km/h} = 0,14 \text{ h} = 8 \text{ min}$ (õige arvutuskäik 0,5p, õige vastus õigetes ühikutes 0,5p)
Kui ta jalutab mööda kruusateed ning jalgrada. Kruusatee + jalgrate: $(0,24 \text{ km} / 4 \text{ km/h}) + (0,25 \text{ km} / 3 \text{ km/h}) = 0,143 \text{ h} = 9 \text{ min}$ (õige arvutuskäik õigete kiirustega 0,5p; õige vastus õigetes ühikutes 0,5p)
Kui ta sõidab jalgrattaga. Kruusatee jalgrattaga: $0,83 \text{ km} / 15 \text{ km/h} = 0,055 \text{ h} = 3 \text{ min}$ (õige arvutuskäik 0,5p, õige vastus õigetes ühikutes 0,5p)

Mari tahab metsast koju jõuda enne pimedat, seega peab ta hindama, kui palju aega tal seenelkäigule kokku võiks kuluda. Selleks peab Mari kõigepealt leidma metsa B pindala. Kuna Mari kaart on kaetud 25 m x 25 m joonestikuga, on antud juhul kõige lihtsam moodus pindala leidmiseks kasutada **ühikruudu meetodit**. Selleks tuleb kokku lugeda kõik metsa pindalaga kattuvad ruudud. Iga ruut, mis on täielikult metsaga kaetud, läheb arvesse kui täisruut, osaliselt metsaga kaetud ruut läheb arvesse kui ½ ruutu.

1.2.5. Loe kokku metsa B katvad täis- ning poolikud ruudud. Täisruute on ____ ning poolikuid ruute on ____ . **(2 p)**

Täisruute 102	Poolikuid ruute 55
----------------------	---------------------------

Kumbki õige vastus 1p. Kui täisruute on loetud valesti ±1, siis 0,5 p, kui rohkem, siis 0p. Kui poolikuid ruute on loetud valesti ±1, siis punkte ei kaota, kui ±2, siis 0,5p, kui rohkem, siis 0p.



1.2.6. Arvuta metsa B pindala. Vastus esita hektarites (1 ha = 10 000 m²). (2 p)

$$S = 25\text{m} \times 25\text{m} \times (102 + 55 / 2) \times (1 \text{ ha} / 10\,000 \text{ m}^2) = 8,1 \text{ ha}$$

Vastus: 8,1 ha

Vanaema sõnul kulub ühe hektari metsa põhjalikuks läbiuurimiseks pool tundi. Vanema maakodu lähistel loojub päike sel päeval kell 20:30.

1.2.7. Kui Mari kasutab metsaminekuks kõige kiiremat moodust ja soovib kogu metsatuka läbi uurida, siis hiljemalt mis kell peab ta vanaema maja juurest teele asuma, et päikeseloojanguks koju jõuda? Eelda, et Mari jalutab metsatuka läbi nii efektiivselt, ehk ta ei läbi ühtegi piirkonda kaks korda. Lisaks võid eeldada, et korjatud seemned ei vähenda Mari kiirust ei kõndimisel ega jalgrattaga sõitmisel. (3 p)

Aeg kokku = teekond metsa + metsas veedetud aeg + teekond koju

Metsas veedetud aeg: 8,1 ha x 30 min = 243 min = 4 h 3 min (1p)

Kiireim teekond rattaga sõites: 2 x 3 min = 6 min

(0,5 p õige teekonnavaliku eest, 0,5p kahega korrutamise eest; kokku 1p)

Aeg kokku: 243 min + 6 min = 249 min = 4 h 9 min

Mari peab vanaema juurest teele asuma hiljemalt kl **16:21** (õige kellaaeg 1p)

Ülekanduvate vigade eest (eelnevalt valesti leitud teepikkused, ruutude arvud) ei karista.

1.3. Kukeseenetoidud (20,5 p)

Kui kukeseened on edukalt kokku korjatud, viib Mari need linna kokkamishuvilisele isale Jürile.

Jürile meeldib kukeseenepulbrit maitseainena kasutada. Pulbri valmistamiseks puhastab ta seemned ära, kuivatab need saunalaval ning jahvatab seejärel pulbriks. Puhastatud värskete kukeseente massist moodustab vesi ligikaudu 90%. Kuivatatud seente veesisaldus on keskmiselt 5%.

1.3.1. Kui palju kukeseenepulbrit saab ühest kilogrammist värsketest kukeseentest? Esita vastus grammides. (2 p)

1 kg värsked seemni sisaldab $(100 - 90)/100 \times 1 \text{ kg} = 100 \text{ g}$ kuivmassi.

Kukeseenepulbrit veesisaldusega 5% saab seega $100 \text{ g} \times (100\%/95\%) = 105,3 = 105 \text{ g}$

(arvutuskäik 1,5 p, õige vastus 0,5 p)

Vastus: 105 g

Kukeseened sisaldavad rohkesti erinevaid toitaineid, näiteks D-vitamiini ja mitmeid olulisi mineraalaineid. Tabelis 1 on välja toodud mõned kukeseentes sisalduvad toitained, iga



toitainepäevane soovitatav annus keskmise inimese jaoks ning iga toitainepäevane sisaldus 100 grammis värsketes kukeseentes.

	Sisaldus 100 g värsketes kukeseentes	Keskmise inimese soovitatav päevane annus
Magneesium (Mg)	13,0 mg	400 mg
Raud (Fe)	3,47 mg	18,3 mg
Vask (Cu)	0,353 mg	0,905 mg
Mangaan (Mn)	0,286 mg	2,3 mg
Vitamiin D	5,3 µg	20,38 µg
Vitamiin B2	0,215 mg	1,265 mg

Tabel 1. Toitainete sisaldused kukeseentes.

Kasuta ülesannete 1.3.2.–1.3.5. lahendamiseks tabelis 1 toodud andmeid.

1.3.2. Mitu protsenti keskmise inimese päevasest rauavajadusest katab 100 g värskete kukeseente söömine? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. 24%
- B. 2,4%
- C. **19%**
- D. 3,47%

1.3.3. Juhul kui kukeseened oleksid ainsaks kättesaadavaks raua allikaks, siis vähemalt kui palju peaks keskmine inimene oma päevase rauavajaduse rahuldamiseks tarbima värsked kukeseeni? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. **527 g**
- B. 643 g
- C. 1,03 kg
- D. 583 g

1.3.4. Kui inimene on söönud 250 g kukeseeni, siis kui suure osa oma päevasest D-vitamiini vajadusest on ta sellega katnud? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. 36%
- B. 73%
- C. **65%**
- D. 153%

1.3.5. Milline on Fe ja Mg aatomite arvude suhe kukeseentes ühe massiühiku kohta? Vastamisel võib abiks olla keemiliste elementide perioodilisustabel. (2 p)



100 g seentes on 13 mg Mg ning 3,47 mg Fe. Aatomite suhte leidmiseks tuleb kummagi elemendi sisaldus grammides läbi jagada vastava elemendi molaarmassiga.
Mg : Fe suhe on seega $13,0 / 24,3 : 3,47 / 55,85 = 8,6 : 1$

Kukeseened sisaldavad eriti suurel hulgal vaske (Cu). Inimkeha vajab vaske muuhulgas närvi- ning immuunsüsteemi tõrgeteta talitluseks.

Mari isa tegi õhtusöögiks kukeseenerisotot. Risoto sisse pani ta 500 g värskeid kukeseeni ja lisas maitsestamiseks roale ka 15 g kukeseenepulbrit. Valmis risoto jagas ta võrdselt nelja pereliikme vahel. Eelda, et seente kuivatamisel ja küpsetamisel Cu kaotsi ei lähe. Kui sul ei õnnestunud lahendada alapunkti 1.3.1., siis võid arvestada, et 1 kg värsketest seentest saab 100 g kukeseenepulbrit.

1.3.6. Leia, kui palju vaske (milligrammides) on 1,0 g kukeseenepulbris. (2 p)

Kuivatatud seenepulbris on Cu kontsentreeritud $(1000 \text{ g} / 105 \text{ g}) \times (0,353 \text{ mg Cu}) / 100 \text{ g} = 0,034 \text{ mg/g}$ (0,035 mg/g kasutades etteantud väärtust)
(Õige arvutuskäik 1 p, õige vastus 0,5 p, õige ühik 0,5 p)

1.3.7. Arvuta, kui palju vaske saab Mari oma risotoportsjonist. Kui sul ei õnnestunud leida kukeseenepulbri vasesisaldust, siis kasuta väärtust 0,040 mg Cu 1 g pulbri kohta. (3 p)

Cu värsketest seentest: $500 \text{ g} \times (0,353 \text{ mg} / 100 \text{ g}) = 1,765 \text{ mg}$ (1 p)
Cu seenepulbrist: $15 \text{ g} \times 0,034 \text{ mg} / \text{g} = 0,51 \text{ mg}$ (1 p)
Mari saab oma portsjonist $(1,765 \text{ mg} + 0,51 \text{ mg}) / 4 = 0,57 \text{ mg Cu}$
(0,5 p 4-ga jagamise eest, 0,5 p õige vastuse eest kasutatud väärtustega)

1.3.8. Kas Mari saab oma risotoportsjonist kätte päevase vajaliku Cu koguse? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (0,5 p)

A. saab

B. ei saa

(0,57 mg < 0,905 mg) (õige vastus 0,5p)

Viimased allesjäänud kukeseened otsustab Jüri marineerida ja talvekuudeks keldrisse hoiule pista. Marinaadiresepti kuulub erinevaid koduköögis leiduvaid aineid.

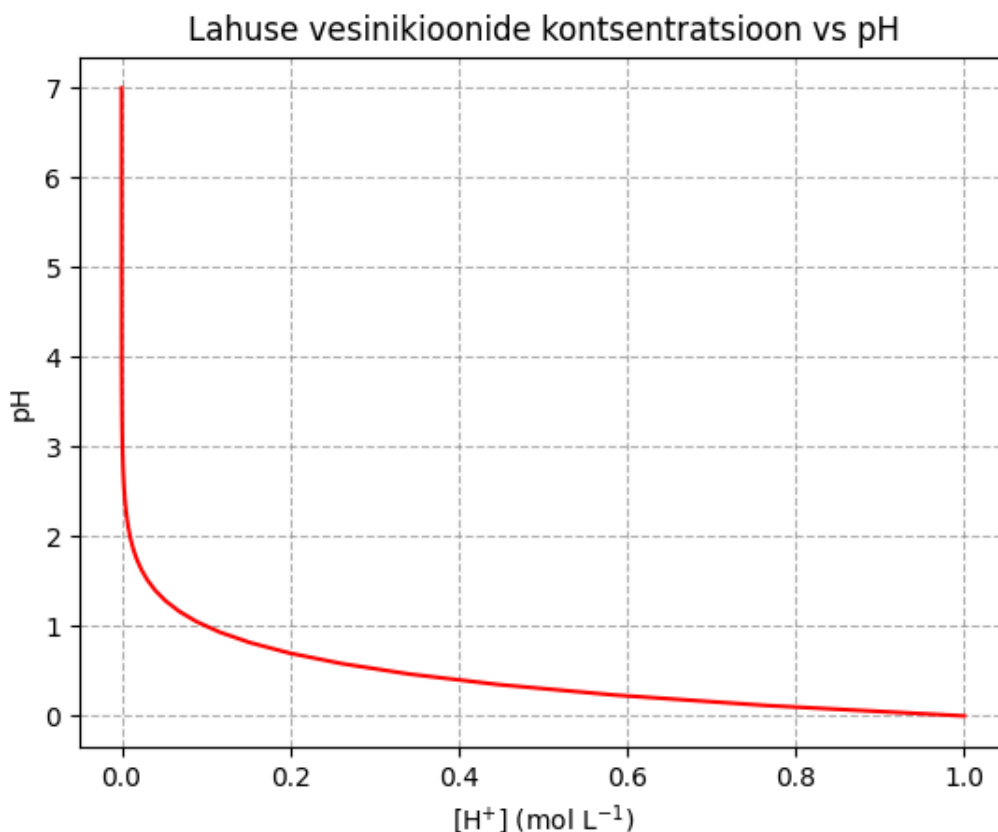
Jüri kasutab oma marinaadi valmistamiseks kaht **hapet**: äädikhapet ning sidrunhapet. Happed on keemilised ühendid, mis jagunevad lahuses happeanioonideks ning vesinikioonideks.

Üheprootonilise happe molekul annab lahusesse ühe vesinikiooni, mitmeprootonilise happe molekul võib aga lahusesse anda rohkem kui ühe vesinikiooni.

Ainete ja ainete segude happelisus on oluline omadus, mille kirjeldamiseks kasutatakse väärtust nimega pH. pH skaala on mugav viis väljendada ainete happelisust ehk vabade



vesinikioonide kontsentratsiooni lahuses. Enamiku lahuste pH on vahemikus 0–14. Neutraalse lahuse (näiteks puhta vee) pH on 7. All on toodud graafik, mis kirjeldab pH ja vesinikioonide kontsentratsiooni omavahelist suhet.

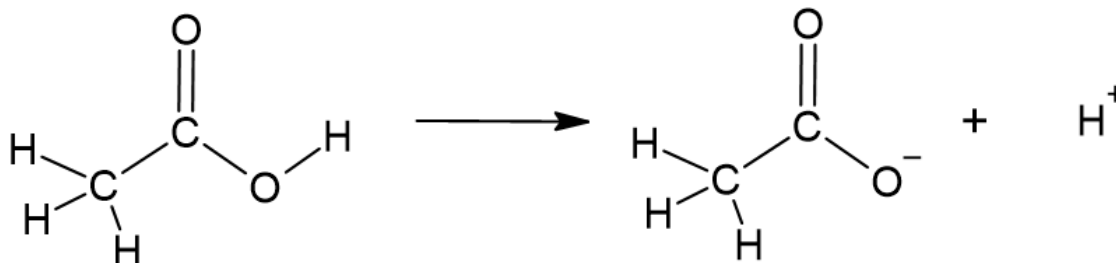


Joonis 4. Lahuse pH ning vabade vesinikioonide kontsentratsiooni seos.

1.3.9. Tõmba ring ümber õigele sõnale. (1 p)

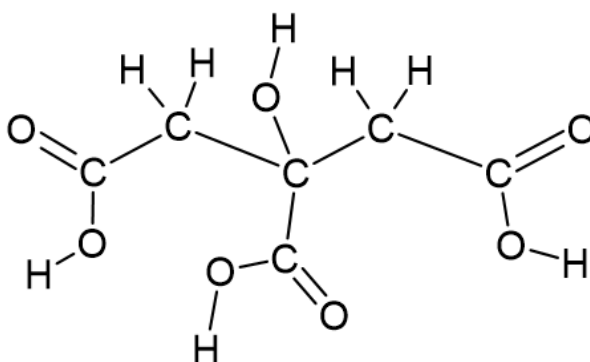
- Mida rohkem on lahuses vesinikioone, seda **kõrgem/madalam** on lahuse pH.
- Mida madalam on lahuse pH, seda **suurem/väiksem** on H⁺ ionide kontsentratsioonide erinevus kahe pH ühiku vahel.

Mitmed kodumajapidamistes kasutusel olevad happed kuuluvad **karboksüülhapete** klassi – nende seas äädikhape. Äädikhappe molekul koosneb metüülrühmast (CH₃-) ning selle küljes olevast karboksüülrühmast (-COOH) – **joonisel 5** on kujutatud karboksüülhappe struktuurivalem, mis näitab aatomitevahelisi sidemeid. Ainult karboksüülrühma koosseisu kuuluvad vesinikud saavad vesilahuse happeliseks muuta. Äädikhape jaguneb vesilahuses atsetaatiooniks ning vesinikiooniks.



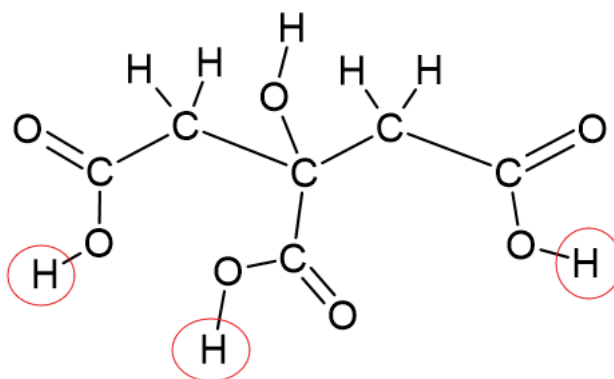
Joonis 5. Äädikhappe jagunemine happeaniooniks ja vesinikiooniks.

Joonisel 6 on toodud teise marinaadis kasutust leidva happe, sidrunhappe struktuurivalem.



Joonis 6. Sidrunhappe molekuli struktuurivalem.

1.3.10. Tõmba joonisel 6 ring ümber kõigile happelistele vesinikuaatomitele sidrunhappe molekulis. (1,5 p)

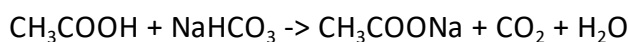


(0,5 p iga õigesti märgitud vesiniku eest, -0,5 p iga valesti märgitud vesiniku eest)

Samuti köögis kasutatav söögisooda ehk naatriumvesinikkarbonaat (NaHCO₃) on vastupidiselt hapetele aluseline ühend, mis reageerib lahuses leiduvate vabade vesinikioonidega. Maril hakkas seente puhastamise ajal igav ning ta otsustas marinaadi koostisosadega natuke katseid teha. Mari leidis, et söögisooda ja äädika kokkuvalamisel tekivad mullid.



All on toodud äädikhappe ja söögisooda vahelise reaktsiooni võrrand, mille käigus tekivad naatriumatsetaat (sool), süsihappegaas ning vesi.



1.3.11. Milline reaktsioonisaadus ülaltoodud reaktsioonis tekitab Mari nähtud mullid?

Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. CH_3COONa
- B. CO_2
- C. H_2O

Sidrunhappe lahus reageerib söögisoodaga väga sarnaselt, moodustades happeanioonist ning naatriumiooni soola, vee ning süsihappegaasi. Alapunktide 1.3.12.—1.3.14. lahendamisel võid eeldada, et reaktsioon on täielik, st et kõik karboksüülrühmade koostisesse kuuluvad vesinikuaatomid sidrunhappe molekulis osalevad reaktsioonis.

1.3.12. Mitu mooli naatriumvesinikkarbonaati on vaja täielikuks reaktsiooniks ühe mooli sidrunhappega? (1 p)

3 mol NaHCO_3

1.3.13. Kirjuta sidrunhappe molekulaalem. Molekulaalem iseloomustab aine molekuli moodustavate aatomite liiki ja arvu, kuid ei sisalda informatsiooni aatomitevaheliste sidemete kohta. Näiteks äädikhappe molekulaalem on $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$. **(1,5 p)**

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$

1.3.14. Kirjuta sidrunhappe ning söögisooda omavahelise reaktsiooni tasakaalustatud võrrand. (2 p)

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + 3\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (reaktsioon 1 p, tasakaalustamine 1 p)



2. „Targad“ materjalid (20 p)

„Targad“ materjalid on materjalid, mille omadused muutuvad oluliselt, kui muudetakse mõnda välist tingimust, nt temperatuuri, valgust, keskkonna aluselisust-happelisust, elektri- või magnetvälja, mehaanilist pinget, rõhku jt. Selles ülesandes saad tutvuda temperatuuri ja valguse mõjul muutuvate materjalidega.

2.1. Fotolülitid (3 p)

Fotolülitid on molekulid, mille kuju või keemilised omadused muutuvad kokkupuutel valgusega. Tuntuimate tehislise fotolülitite hulgas on fotokroomsed materjalid, mis muudavad kokkupuutel valgusega oma värvi. Fotolüliteid leidub aga ka looduses, kus need on eksisteerinud ammu enne inimese eksperimente materjaliteaduses, mängides olulist rolli paljudes bioloogilistes protsessides.

Tuntud bioloogilise fotolüliti näide üks on silma nägemispigmentidest – **rodopsiin** ehk nägemispurpur. Rodopsiin on äärmiselt tundlik nähtava valguse suhtes, ta laguneb eredas valguses ja taastab oma toime pimedas. Rodopsiini täielikuks taastumiseks (pärast ereda valgusega kokkupuudet) kulub inimesel umbes 30 minutit.

Selgroogsete loomade nägemisvõime tugineb kahte tüüpi valgustundlikele retseptorrakkudele. Kepikesed ehk **kepprakud** toimivad hästi nõrga valgustatuse korral, kuid ei erista värve. Need annavad meile võime hämaras must-valgelt näha. Kolvikesed ehk **koonusrakud** toimivad hästi eredas valguses ning reageerivad erinevalt eri lainepikkustega valgustele. Erinevatest kolvikestest (mida inimesel on reeglina kolme tüüpi) aju nägemiskeskusesse jõudvate närvisignaali kombinatsioon võimaldab meil eristada värve.

2.1.1. Kus leidub inimese silmades rodopsiini? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. Koonusrakkudes
- B. Kepprakkudes

2.1.2. Päikeselisel suvepäeval sõpradega peitust mängides läks Juku vanaisa keldrisse ja sulges enda taga ukse. Kuna keldris puudus tehislik valgustus, valgustas seda vaid vaevu märgatav kogus päikesevalgust, mis pääses sisse läbi uksepragude. Vahetult pärast ukse sulgemist ei näinud Juku keldris mitte midagi. **Kuidas oli Juku nägemisvõime keldripimeduses muutunud, kui ta oli end keldris peitnud 10 minutit? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)**

- A. Kahanenund
- B. Jäänud samaks
- C. Kasvanud



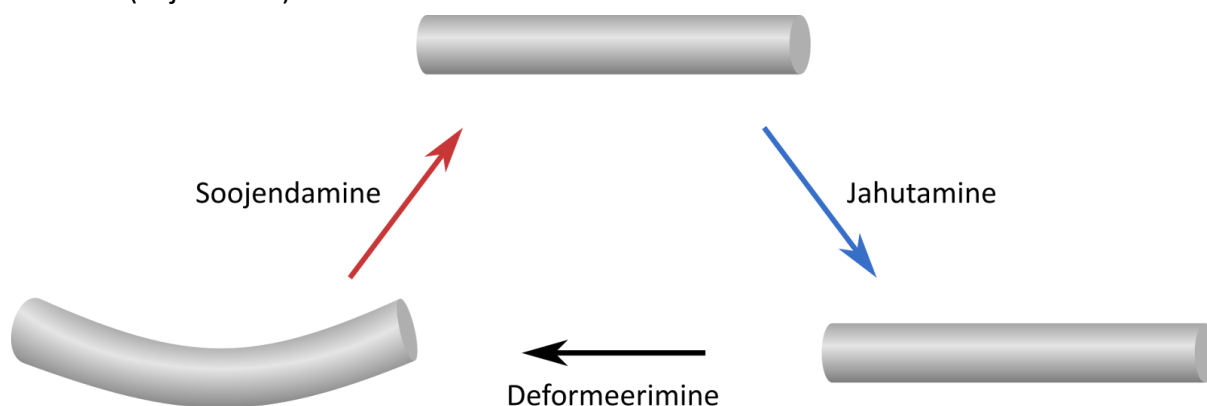
Üks tuntumaid tehislake fotolülite rakendusi on fotokroomsest materjalist tehtud läätsed päikeseprillides. Nende valmistamisel kasutatakse tavaliselt materjale, mis muutuvad ultraviolettkiirguse (UV-kiirguse) käes tumedaks ning selle puudumisel naasevad värvitusse olekusse. Mida tumedamad on prilliklaasid, seda suurema osa neid tabavast valgusest ja UV-kiirgusest need neelavad. Seetõttu kaitsevad need meie silmi hästi päikesevalguses, millest oluline osa jääb inimesele kahjulikku UV-kiirgusspektrisse.

2.1.3. Kas fotokroomsed läätsed tumenevad sama palju valgete LED-lampidega valgustatud siseruumis kui päikesevalguses? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

- A. Ei, sest päikesevalgus on palju eredam kui tehnilik valgus
- B. Jah, sest päikesevalguses tumenevad need sama palju kui sama eredas tehnilises valguses
- C. Ei, sest tehnilikus valguses on UV osakaal palju madalam kui päikesevalguses
- D. Jah, sest tehniliku valguse UV-kiirgus on intensiivsem kui päikesevalguses

2.2. Kujumälu (17 p)

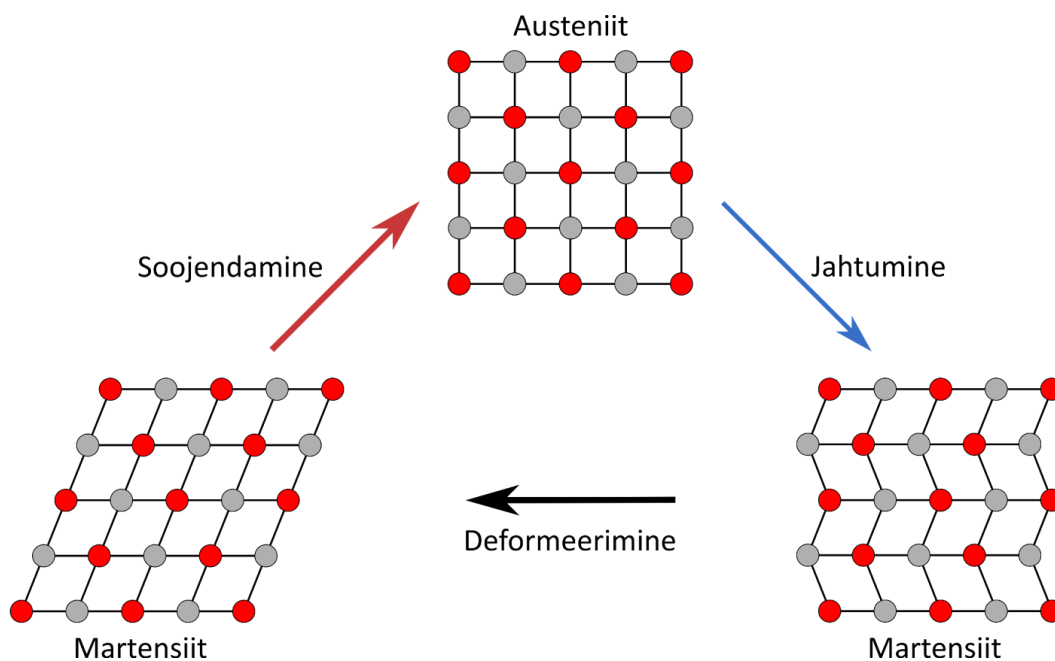
Kujumäluga sulamid on erilised materjalid, mis mäletavad oma kuju. Kui neid jahedas olekus deformeerida (nt painutada või väänata), siis nad suudavad kuumutamisel oma esialgse kuju taastada (vt joonist 7).



Joonis 7. Kujumäluga sulami muutused seda deformeerides, soojendades ja jahutades.

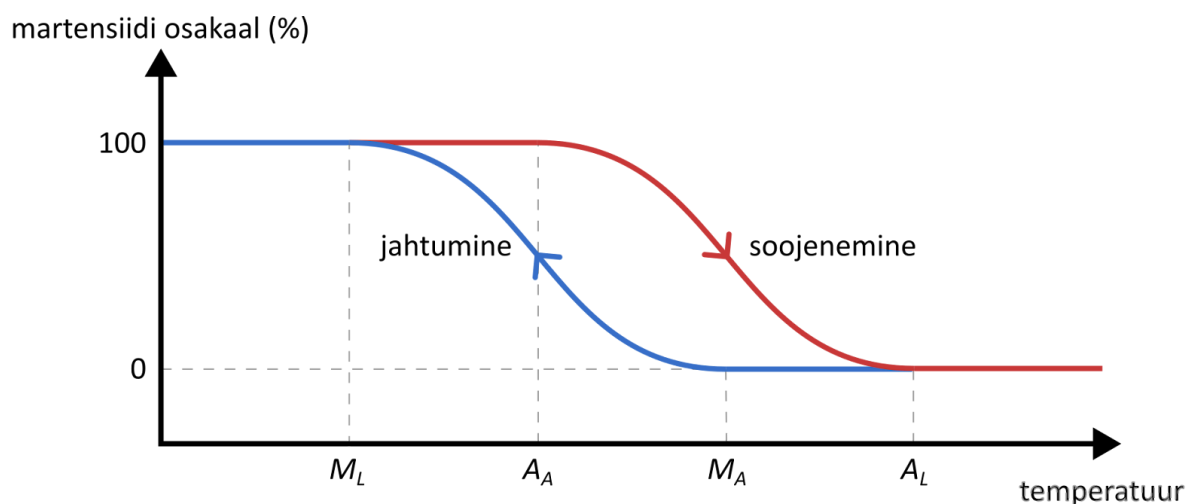
Kõige levinum kujumäluga sulam **nitinol** koosneb **niklist** ja **titaanist**. Kujumäluga sulamitest valmistatud esemed taastavad pärast deformatsiooni oma kuju, kuna nende **kristallstruktuur** (aatomite korrapärane paigutus) muutub sõltuvalt temperatuurist.

Nitinoli kõrgel temperatuuril esinev kristallstruktuur kannab nimetust **austeniit** ja madalal temperatuuril esinev – **martensiit**. Nende olekute täpne kristallstruktuur pole meie jaoks oluline. Nitinoli lihtsustatud kristallstruktuuri muutused seda deformeerides, soojendades ja jahutades on näidatud joonisel 8.



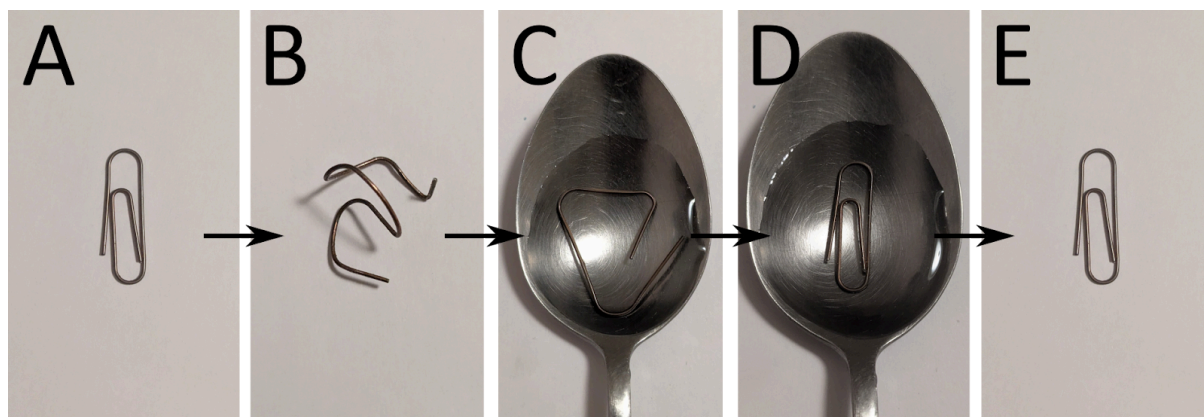
Joonis 8. Nitinoli lihtsustatud kristallstruktuuri muutused seda deformeerides, soojendades ja jahutades.

Nitinoli martensiitse ja austeniitse oleku vahelise üleminekuga on seotud neli temperatuuri (vt joonist 9). Täielikult austeniitsest olekust alustades hakkab martensiit moodustuma, kui sulam jahutatakse martensiidi algtemperatuurini M_A , üleminek jõuab lõpule martensiidi lõpptemperatuuril M_L . Täielikult martensiitsest olekust alustades hakkab austeniit moodustuma, kui sulamit kuumutatakse austeniidi algtemperatuurini A_A , üleminek jõuab lõpule austeniidi lõpptemperatuuril A_L .



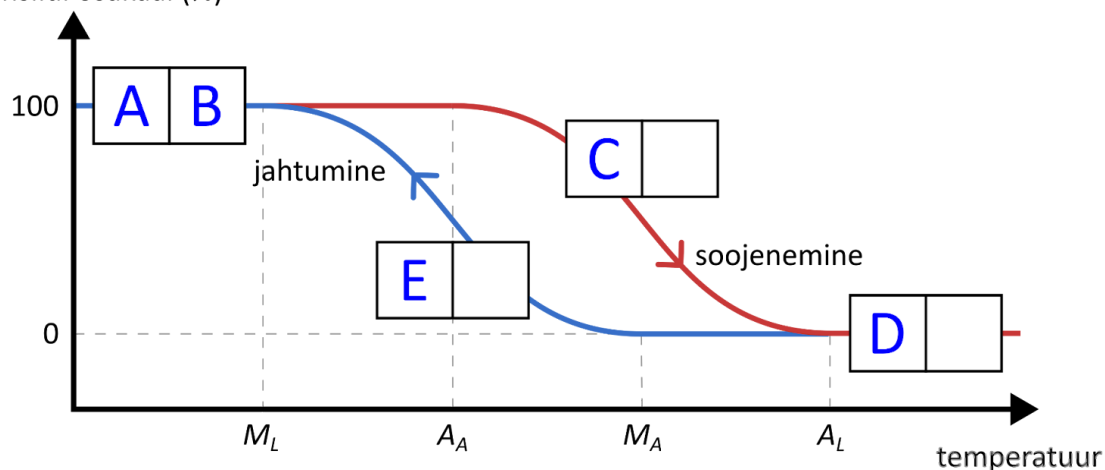
Joonis 9. Nitinoli martensiitse oleku osakaal sõltuvalt temperatuurist.

Joonisel 10 on kujutatud nitinolist kirjaklambri käitumist deformeerumise ja temperatuurimuutuse käigus.



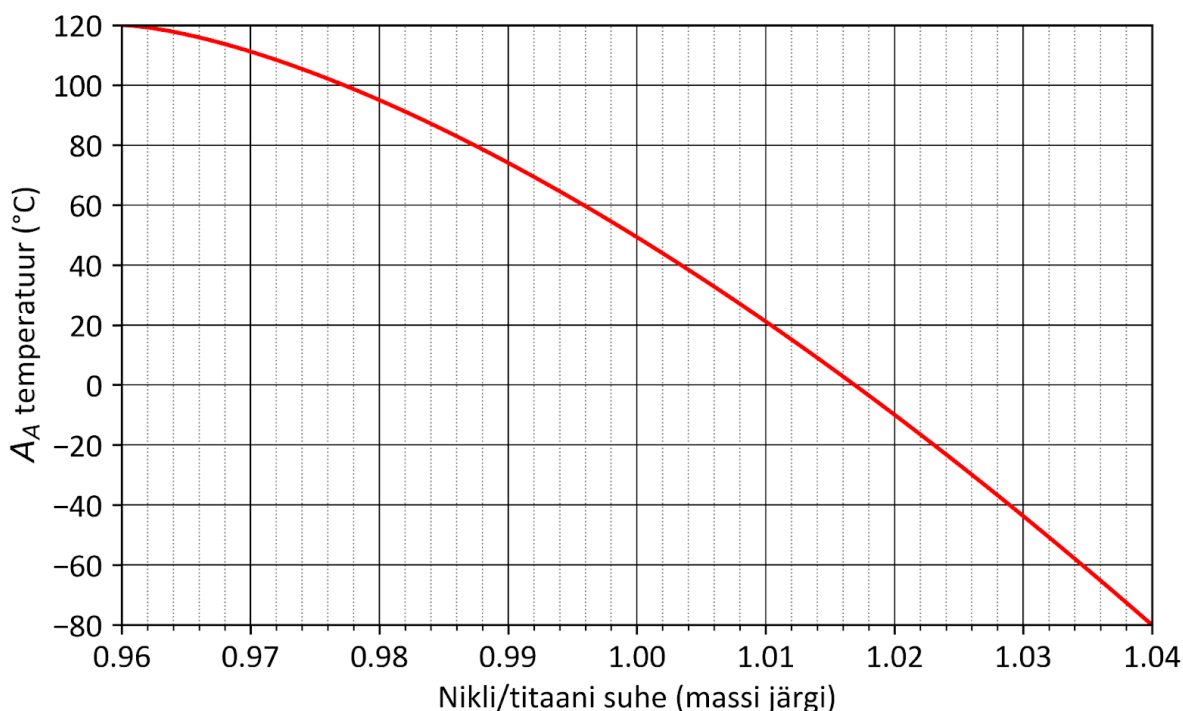
Joonis 10. A on külm kirjaklamber, B on külm deformeerunud kirjaklamber, C on kuumas vees kaju taastama hakkav kirjaklamber, D on kuum kirjaklamber ja E on jahtuv kirjaklamber.

2.2.1. Kirjuta iga joonisel 10 näidatud olekule vastav täht sobivasse lahtrisse vastuste vihiku joonisel. Mõni lahter võib jääda tühjaks. (2,5 p)
martensiidi osakaal (%)





Nitinoliga seotud temperatuurid M_A , M_L , A_A ja A_L on väga tundlikud nikli ja titaani suhtele sulamis (vt joonist 11), kuna nende suhe on tihedalt seotud nitinoli kristallstruktuuriga.



Joonis 11. Nitinoli oleku ülemineku temperatuuri A_A ligikaudne sõltuvus nikli ja titaani suhtest (massi järgi).

2.2.2. Millise minimaalse nikli ja titaani suhte juures hakkaks deformeeritud nitinoli kuju taastuma, kui see asetada vette temperatuuriga 60 °C? (1 p)

Taastumise algus vastab temperatuurile A_A . Joonise 11 järgi vastab 60 °C umbes suhtele **0,996**.

2.2.3. Millise minimaalse nikli ja titaani suhte juures hakkaks nitinoli kuju taastuma pärast deformatsiooni juba inimese käe temperatuuril? (1,5 p)

Käetemperatuur on umbes 30 °C. (kõik mõistlikud hinnangud loetakse õigeks, koos põhjendusega ka suuremad erinevused, 0,5 p)
Taastumise algus vastab temperatuurile A_A . Joonise 11 järgi vastab 30 °C umbes suhtele umbes **1,007**. (1 p)

Nitinoli valmistamiseks kuumutatakse vaakumis nikli ja titaani väikseid tükke koos. Nikli sulamistemperatuur on 1728 K (1455 °C) ja titaanil 1941 K (1668 °C). Puhas nikkel on keemiliselt aktiivne, kuid hapnikuga kokkupuutel moodustub selle pinnale oksiidikiht, mis kaitseb metalli edasise oksüdeerumise eest. Sarnaselt niklile on puhas titaan keemiliselt aktiivne, kuid hapniku reageerimisel tekkinud oksiidikiht kaitseb seda edasise reageerimise eest. Kõrgetel temperatuuridel aga oksiidikiht titaani ei kaitse, õhuhapnikus põleb titaan juba 1200 °C juures.



2.2.4. Miks on vajalik nitinoli valmistamiseks niklit ja titaani kuumutada vaakumis? (1 p)

- A. Titaani sulamistemperatuuri vähendamiseks
- B. Sulami moodustumiseks vajaliku oksiidikihi tekkimiseks
- C. Titaani sulamiseks nii, et see põlema ei läheks
- D. Nitinoli tiheduse vähendamiseks

Nitinol valmistatakse enamasti peenikese silindrilise traadina, kuna sellisel kujul on seda hea kasutada.

2.2.5. Kui pika silindrilise nitinoli traadi läbimõõduga 2,0 mm saab maksimaalselt teha, kasutades 1,00 g niklit ja 1,02 g titaani? Nitinoli tihedus on $6,45 \text{ g/cm}^3$ ja silindri ruumala $V = S_p h$, kus h on silindri kõrgus ja S_p silindri põhja pindala. $S_p = \pi d^2 / 4$, kus d on ringi läbimõõt ja $\pi \approx 3,14$. (2 p)

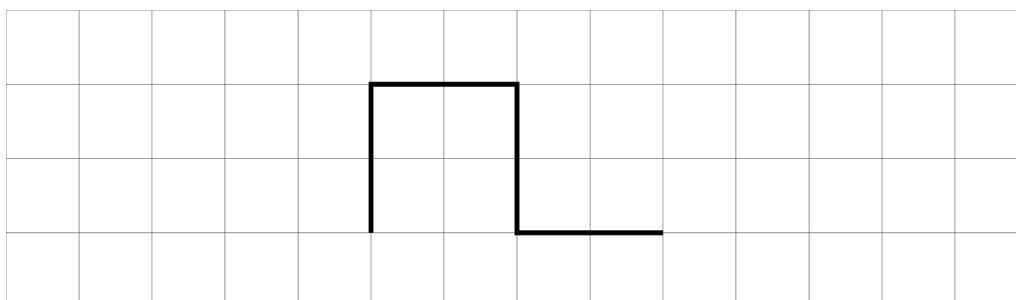
Kogumass on $1,00 \text{ g} + 1,02 \text{ g} = 2,02 \text{ g}$. (0,5 p)
Sellise massiga nitinoli ruumala on $2,02 \text{ g} / 6,45 \text{ g/cm}^3 \approx 0,31318 \text{ cm}^3 = 313,18 \text{ mm}^3$.
(0,5 p)
2,0 mm läbimõõduga silindri ruumala põhja pindala on $\pi \times (2,0 \text{ mm})^2 / 4 \approx 3,14 \text{ mm}^2$.
(0,5 p)
Traadi pikkus on ruumala jagatud pindalaga:
 $313,18 \text{ mm}^3 / 3,14 \text{ mm}^2 \approx 99,7 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$. (0,5 p)

2.2.6. Mis oleks 1,00 g niklist ja 1,02 g titaanist koosneva nitinoli jaoks temperatuur A_A ? (2 p)

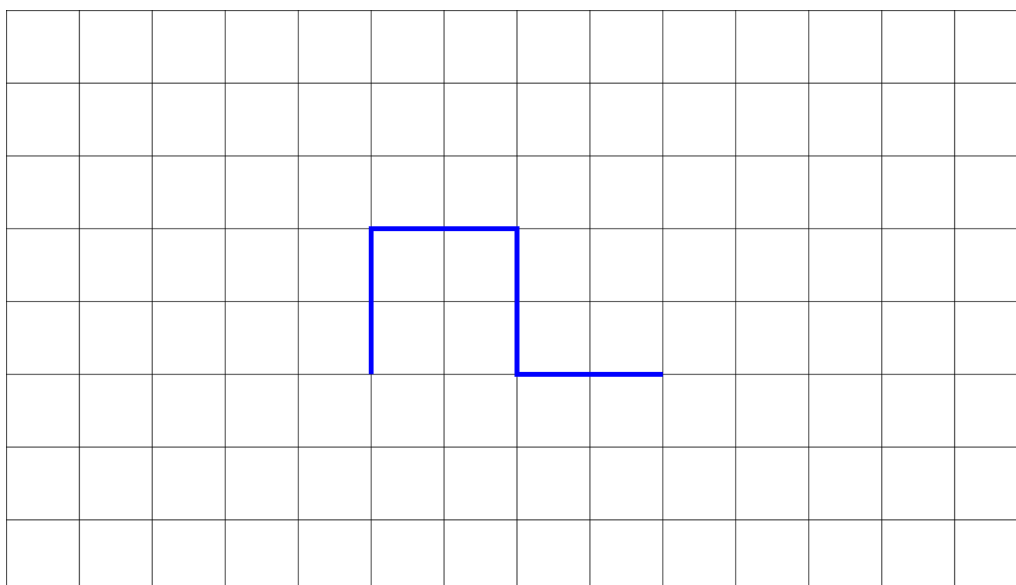
Nikli ja titaani suhe on $1,00 \text{ g} / 1,02 \text{ g} \approx 0,98$. (1 p)
Joonise 11 järgi vastab suhe 0,98 umbes temperatuurile $95 \text{ }^\circ\text{C}$. (1 p)

Nitinoli kuju esialgseks fikseerimiseks tuleb sulamit kuumutada umbes $500 \text{ }^\circ\text{C}$ juurde ja seal natuke aega hoida.

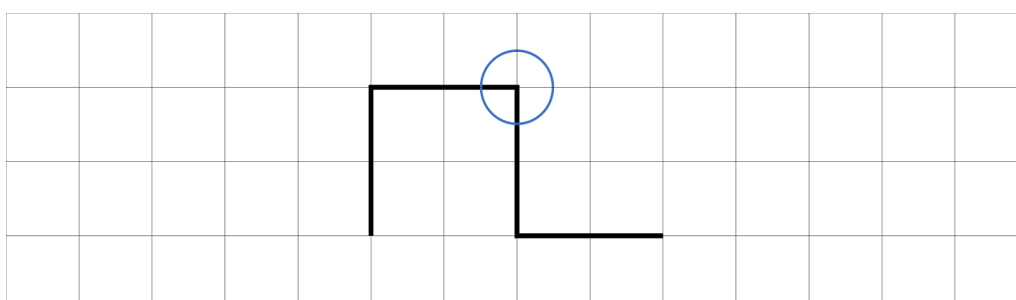
2.2.7. Nitinoli traat kuumutati $500 \text{ }^\circ\text{C}$ juurde joonisel 12 oleva kujuga. Pärast jahtumist painutati traat sirgeks ja soojendati temperatuurini A_L . Joonista traadi kuju pärast selle soojendamist temperatuurini A_L . (2 p)



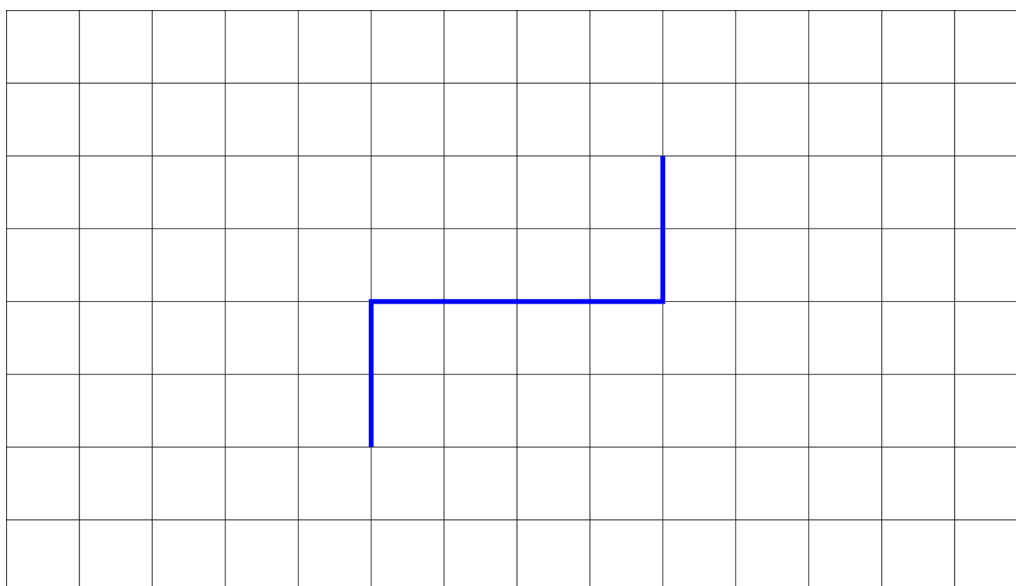
Joonis 12. Kuumutatud nitinoli traadi kuju.



2.2.8. Nüüd kuumutati nitinoli traat $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ juurde joonisel 13 oleva kujuga, välja arvatud ringiga tähistatud koht, mida hoiti külmana. Pärast jahtumist painutati traat jälle sirgeks ja soojendati temperatuurini A_L . **Joonista traadi kuju pärast selle soojendamist temperatuurini A_L . (2 p)**



Joonis 13. Kuumutatud nitinoli traadi kuju, ringiga tähistatud osa hoiti külmana.





2.2.9. Kujumäluga nitinoli kasutatakse peamiselt kolmel erineval eesmärgil:

- A. Passiivne kuju taastamine:** nitinol taastab eelnevalt määratud kuju ja ei mõjuta selle käigus oluliselt teisi süsteemi osasid.
- B. Pinge tekitamine:** nitinol on asendis, kus ta ei saa täielikult oma kuju taastada, seega tekitab ta kuju taastamisel süsteemis sisemist pinget või survet.
- C. Mehaaniline aktiveerimine:** nitinol taastab eelnevalt määratud kuju ja liigutab selle käigus (mehaaniliselt) teisi süsteemi osasid.

Kirjuta tabelis iga rakenduse juurde sellele vastava eesmärgi täht. Vihje: iga eesmärk sobib täpselt kahe rakenduse jaoks. **(3 p)**

Rakendus	Eesmärgi täht
Väikeste kuupsatelliitide transpordi ajaks kokku volditud nitinolist antennid, mis avanevad soojendamise abil.	A
Breketite kaaretraadid, mis suutemperatuuril soojenedes tõmbavad hambaid õigesse kohta.	B
Automaatse tulekustuti aktiveerimine, kui nitinolist detailid liigutavad kuumenedes tulekustuti teisi komponente.	C
Iseeneslikult soojas kokku tõmbuvad vedrud, mille mõlemad otsad on kinnitatud.	B
Väikeste robotite nitinolist „jäsemete“ liikumine roboti asukoha muutmiseks nitinoli elektrivooluga soojendades.	C
Mustkunstnike poolt kasutatavad „isepainduvad“ lusikad neid käetemperatuuril hoides.	A



3. Teadus ja libateadus (35,5 p)

Pärast hoogsat edenemist Vana-Kreekas ja Roomas pidurdus teaduse areng õhtumaades kuni uusajani, mil Lääne-Euroopas arendati välja teaduslik meetod. Alates sellest ajast on teadusel olnud tohutu mõju meie teadmistele ja eluviisile. Samas proovivad mõned huvirühmad teaduse kõrget mainet ära kasutada, varjates oma tegelikke eesmärke võltsi teaduslikkuse taha. Sellist tegevust nimetatakse pseudoteaduseks ehk libateaduseks.

3.1. Teaduslik meetod (17,5 p)

Teaduslik meetod hõlmab toiminguid tõeste teadmiste saamiseks. Loodusteaduses tähendab see üldjuhul teaduslikult põhjendatud oletuste (hüpoteeside) sõnastamist ning nende kehtivuse kontrollimist vaatluste ja/või katsete abil. Samuti võib teadlane sõnastada uurimisküsimusi ja neile vastuseid leida. Selle käigus avastavad teadlased uusi teaduslikke fakte, formuleerivad looduseadusi ja arendavad hangitud teadmiste põhjal looduse toimimist laiemalt seletavaid teaduslikke teooriaid. Teadusuuringut tuleb teostada ja kirjeldada nii täpselt, et teised teadlased saaksid selle tulemusi kontrollida ja ümber lükata. Järgnevas **tabelis** on tutvustatud teaduslikul meetodil põhineva teadusuuringu etappe.

TEADUSTÖÖ ETAPP	Tähendus	Olulisus
1. Uurimisprobleemi leidmine, sõnastamine	Uurimisobjektiga seotud vastuolu või lünk teadmistes või lahenduseta praktiline probleem.	On uuringu ajendiks, käivitajaks. Probleemi aktuaalsus aitab leida uuringule rahastust.
2. Info kogumine	Ülevaate omandamine probleemist ja senisest teemakohasest teadustööst.	Aitab täpsustada probleemi ja lünk teadmistes, uuringut kavandada.
3. Hüpoteeside või uurimisküsimuste sõnastamine	Hüpotees – kontrollitav teaduspõhine oletus. Uurimisküsimus – küsimus, millele uuring peab veenvalt vastama.	Määrab uuringu fookuse. Ebasobiv hüpotees või uurimisküsimus ei võimalda saada väärtuslikku infot.
4. Uuringu kavandamine	Vaatluste ja/või katsete (eksperimentide) ning hilisema andmetöötamise kavandamine, sobivate meetodite valik.	Vaid hästi kavandatud uuring saab pakkuda olulisi ja usutavaid tulemusi.
5. Uuringu läbiviimine	Eksperimentide, vaatluste vm tegevuste läbiviimine andmete kogumiseks.	Andmete kogumine annab infosendi analüüsiks ja järelduste tegemiseks.



6. Andmetöötlus ja -analüüs, järelduste tegemine	Uuringu käigus kogutud andmete korrastamine ja analüüsimine (sageli asjakohaste arvutiprogrammide abil), et teha kindlaks uuringu tulemused.	Võimaldab hüpoteeside kehtivust matemaatiliselt kontrollida või uurimisküsimustele vastata, uuritud nähtuse kohta mudelit luua jne.
7. Tulemuste avalikustamine	Uuringu ja selle oluliste tulemuste kirjeldamine, uurimisraporti või teadusartikli koostamine ja avaldamine tunnustatud väljaandes.	Teadusartikkel või raport muudab uuringu kättesaadavaks ja kontrollitavaks teistele teadlastele, võimaldab autori(te)le tagasisidet.

3.1.1. Tutvu eeltoodud infoga ja märgi, millised väited teaduse ja teadusliku meetodi kohta on tõesed (kirjuta väite järele +) ja millised väärad (kirjuta -). (5 p, sh iga õige 0,5 p)

Väide	+ / -
A. Teadus sündis meie ajaarvamise esimestel sajanditel Vahemere piirkonnas.	-
B. Korralikult tehtav teadus on inimkonnale alati kasulik, sest see tähendab probleemide lahendamist.	-
C. Tavapärane teaduslik meetod loodusteadustes tähendab, et teadlased sõnastavad oletusi ja kontrollivad nende tõesust.	+
D. Uurimisteamaga äriiselt seotud mõjuka erarahastaja leidmine aitab tõsta teadustöö usaldusväärsust.	-
E. Hüpotees on teaduslikult põhjendatud, aga tõestamata oletus.	+
F. Teadustöö ei pea korraga sisaldama nii uurimisküsimusi kui ka hüpoteese.	+
G. Uuringut kavandades tuleb keskenduda uurimisküsimustele vastuste leidmisele või hüpoteeside kontrollimisele, leides selleks tõhusaima meetodika.	+
H. Andmeanalüüsi usaldusväärsuse tagamiseks peaks teadlane kõik vajalikud arvutused isiklikult läbi tegema.	-
I. Teaduslik teooria on mingi teadlase tõendamata arvamus, mida on lihtne ümber lükata.	-
J. Uuringut ja selle tulemusi kokku võttev teadusartikkel tuleks võimalusel avaldada hea mainega erialases teadusajakirjas.	+



3.1.2. Millised järgnevatest oletustest on teaduslikud hüpoteesid? Kirjuta nende järele pluss (+) ja hüpoteesiks mitesobivate väidete järele miinus (-). (3 p, sh iga õige 0,5 p)

Oletus	+ / -
A. Sisserände kasv mõjub riigile halvemini kui sündimuse kasv.	-
B. Pisiliblika hele-nuialeediku (<i>Calamotropha aureliellus</i>) röövik eelistab toidutaimedena kõrrelisi tarnadele.	+
C. Erakond „Kaua võib?“ on populaarsem madalama haridustasemega inimeste hulgas.	+
D. Vanuse kasvades Eesti põhikooliõpilaste huvi looduse vastu väheneb.	+
E. Jaspisest ripatsi kaelas kandmine suurendab inimese elujõudu tõhusamalt kui mäekristallist ripatsi kandmine.	-
F. Romaan „Kuristik rukkis“ on parem kui romaan „Tõde ja õigus“.	-

3.1.3. Segadus teadustöö etappidega. Kandideerid teadusassistentiks Tartu Ülikooli teadusalase töögrupi juurde. Ühe ülesandena antakse Sulle uurimisprojekti kirjeldus, mis on tükideks lõigatud, iga tükk on tähistatud kindla tähega. **Sinu ülesandeks on tükid õigesti järjestada vastavalt teadusliku uurimistöö etappide järjestusele. (3,5 p, sh iga õige 0,5 p)**

M

10 ornitoloogi tegid kolme aasta vältel etteantud vaatlusprotokolli järgi vaatlusi võsa-lehelinnu elupaikades, et hinnata liigi arvukust ja pesitsemise edukust ning uurida selle seost hiid-lehelinnu esinemisega.

Pärnu Ülikooli zooloogia osakonna uurimisrühm tutvus võsa-lehelinnu kohta käiva teaduskirjanduse ning selle liigi ja temaga elupaiku jagavate liikide leiuandmetega.

E

A

Püstitati hüpotees, et hiljuti lõuna poolt Eestisse levinud hiid-lehelind tõrjub võsa-lehelindu tema eelistatud pesapaikadest.

Kirjastuse *Scientific European* väljaantavas ajakirjas *Ornithology Review* ilmus artikkel „*Invasiivse liigi hiid-lehelinnu mõju võsa-lehelinnu pesitsemisedukusele*“ (pealkiri tõlgitud eesti keelde).

S

U

Ilmnes, et elupaikades, kuhu oli asunud hiid-lehelind, õnnestus pesa rajamist alustanud võsa-lehelinnul järglaste saamine 21 %-l juhtudest, hiid-lehelinnuta elupaikades aga 78%-l juhtudest. Mitmel korral vaadeldi ka võsa-lehelinnu pesa ülevõtmist hiid-lehelinnu poolt.

Ornitoloogid märkasid, et Eestis varem tavaline võsa-lehelind on muutunud haruldaseks.

T

Kavandati kolmeaastane vaatlusprojekt võsa-lehelinnu teadaolevates elupaikades üle Eesti.

D

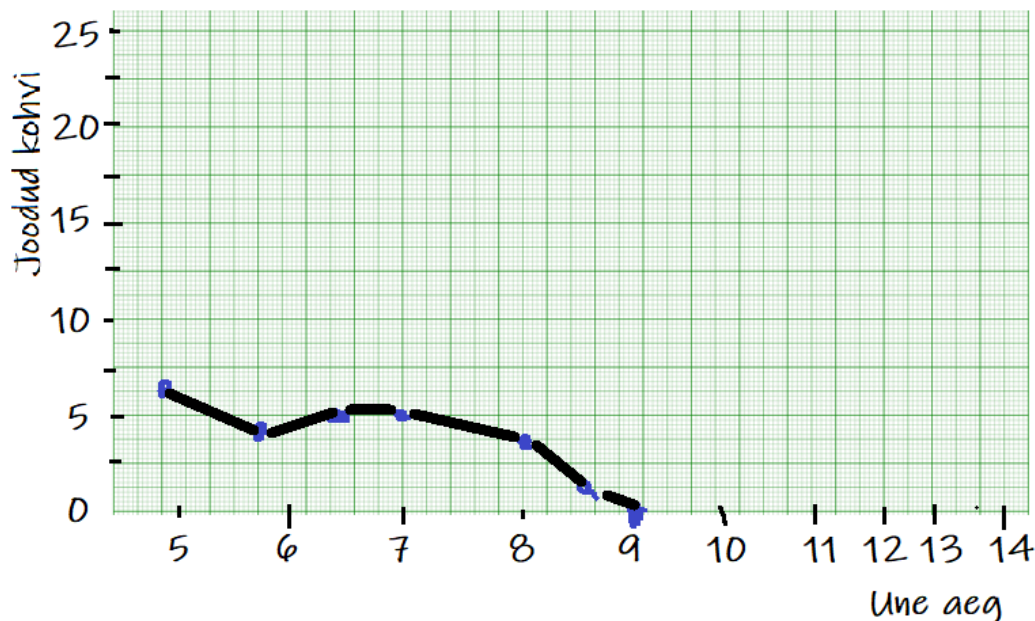
Teadustöö etapp	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Selle kirjeldusele vastav täht	T	E	A	D	M	U	S

(Venekeelne lahendussõna: **ПОНЯТИЕ.**)



3.1.4. Halb graafik. Teadustöös on väga oluline saadud tulemuste korrektne ja ülevaatlik esitamine. Jukule anti meditsiinikooli esimesel kursusel koduseks ülesandeks teha uurimisprojekt enda kohta, selgitamaks kohvijoomise seost öise unega. Järgnevalt on ära toodud graafik, mille Juku professorile esitas. Too ei jäänud Juku graafikuga aga üldse rahule. **Milliseid graafiku koostamise põhimõtete vastu tehtud eksimusi leiad Juku graafikult? (6 p)**

Kohvijoomise mõju inimeste unele



Joonis 14. Juku koostatud graafik.

1. Graafiku pealkiri on eksitav. Tegelikult kehtib see graafik vaid Juku ühe nädala kohta, mitte ei illustreeri kohvi mõju kõigile inimestele. Isegi kohvi mõju kohta Juku unele ei saa vaid ühe nädala andmete põhjal veenvaid järeldusi teha, vaja oleks pikemaajalist uuringut.

2. Üksikute juhuslike andmepunktide paarikaupa lõikudega ühendamise graafiku saamiseks **on väär**. Kui mõõtepunktid ei asu täpselt ühel sirgel, aga seos sarnaneb lineaarsega, oleks korrektne oleks olnud tõmmata seose graafiku saamiseks punktide vahele **lähendussirge**. (täpsemalt saab seda teha Microsoft Exceli vm statistikaprogrammi abil).

3. Etteantud ruumi kasutus on ebamõistlik: väärtuste piirkonnad mõlemal teljel on liiga suured, mistõttu graafik hõlmab vaid väikese osa teljestikust ja on sellisena halvasti loetav. **Telgede jaotised võiksid hõlmata vaid andmetega kaetud piirkondi**, seega oleksid x-telje väärtused võinud nt piirduda 10 tunniga ja kohvi kogused y-teljel 0...7 (8) tk, kahe väärtuse vahemikuna oleks saanud siis võtta 1 või isegi 2 cm. Alati ei pea telge alustama nullist, selles mõttes on unetundide alustamine 5-st õigustatud, samas oleks telje nullist alustamine une puhul ehk ülevaatlikum olnud.

4. Jaotised x-teljel on ebaühtlase laiusega, mis moonutab graafiku kuju. Millimeeterpaberit kasutatakse graafikute tegemiseks just põhjusel, et selle etteantud



joonestik hõlbustab täpsete, võrdse pikkusega jaotiste märkimist ja graafikult väärtuste lugemist.

5. Teljed on vahetuses: **x-teljele** peaks minema joodud kohvi kogus kui **sõltumatu muutuja** (katse käigus uurija poolt ette antav), **y-teljele** une aeg kui **sõltuv muutuja** (eeldatavasti sõltub joodud kohvi kogusest, seda sõltuvust tahame katses uurida.).

6. Telgede pealkirjad on ebamäärased: ei ole aru saada, mida täpsemalt tähendavad “une aeg” ja “joodud kohvi”. Vajalik oluks **lisada ühikud:** une puhul ilmselt tunnid, kohvi puhul tassid. Täiesti korrektne oluks lisada veel ka kohvitassi maht milliliitrites ja/või kohvi kangus ehk ühes tassis sisalduv kofeiini kogus milligrammides.

7. Andmepunktid peaks graafikule märkima mitte “mummudena”, vaid pigem (peenete) **ristikestega**, et nende asukohad (punktide koordinaadid ehk väärtused) oleksid täpsemalt näha.

8. Jooned on tehtud jämeda markeriga (ebatäpne), aga peaks olema **hariliku pliiatsiga**. Hariliku pliiatsi kirja saab ka kustutada, mis on jooniseid tehes sageli vajalik.

Iga korrektsest väljatoodud vigast annab 1 punkti, osaline või ebatäpne sõnastus 0,5 p. Võimalikud on ka teistsugused punktiväärilised vastused, juhul kui need on hästi põhjendatud.

3.2. Libateadus (18 p)

Libateadus on igasugune õpetus või uskumus (sageli koos sellega kaasnevate tehnikate ja vahenditega), mis ei ole teaduspõhine, aga jäljendab teadust, et saada kasu selle positiivsest mainest ühiskonnas. Libateadust eristab teadusest eelkõige selle väidete põhjendamatus – usutavate ja kontrollitavate uurimisandmete puudumine.

3.2.1. Mis võib ajendada inimesi, firmasid või ühinguid libateadusega tegelema? Too välja kolm võimalikku põhjust. (3 p)

1. Ärilised huvid. Libateaduslike argumentide abil soovitakse edendada mingi toote või teenuse müüki või tõrjuda selle suhtes tehtavat kriitikat.

2. Tähelepanu ja tunnustuse (kuulsuse) taotlemine. Seda soodustab moodne sotsiaalmeedia, mis võimaldab ühtlasi ka klikkide hulga pealt raha teenida. Korrektne teaduslik info ei ole samas pahatihti nii arusaadav ega põnev kui libateaduslik info.

3. Poliitilised huvid. Libateaduslike väidete abil püütakse edendada ühiskondlikku toetust oma poliitikale (parteile) ja/või konkurente maha teha.

4. Usu või veendumuse levitamine. Libateaduslike väidete abil püütakse edendada oma usku (religiooni) või veendumust (ideed või teooriat) või ka ümber lükata vastumeelseid ideid (teooriaid).



Iga korrektselt sõnastatud sisuliselt õige põhjendus annab 1 punkti, osaline või ebatäpne sõnastus 0,5 p. Võimalikud on ka teistsugused punktiväärilised vastused.

Libateaduse tunnused. Rootsi teadusfilosoof ja skeptik Sven Ove Hansson on välja toonud tunnuseid (allpool: **A–F**), mis viitavad, et teaduslikele sarnanevate väidete puhul on tegemist hoopis libateadusega. Lisaks on libateaduse uurijad kirjeldanud erinevaid libateaduslikes tekstides, sh reklaamides sageli kohatavaid tunnuseid, mis võiksid lugeja valvsaks teha (allpool vaid mõned neist: **G–J**).

A. Tuginemine autoriteedile – esile on toodud silmapaistev isik, kes on antud õpetuse või toote väljaarendajaks või soovitajaks, samas ei pruugi ta olla vastava valdkonna teadlane.

B. Katsete mittekorratavus – toetatakse katsetele, mida teadlastel samade tulemustega korrata ei õnnestu.

C. Valitud näited – oma toote, teenuse või õpetuse tõhususe kinnituseks esitatakse valitud üksiknäiteid, mis ei sobi veenvate üldistuste tegemiseks.

D. Tõrksus proovilepaneku suhtes – välditakse väidete testimist, leiutades vabandusi.

E. Ümberlukkava info eiramine – väidetega vastuolus olevaid andmeid, uuringuid eiratakse.

F. Sisseehitatud pettus – väidete või toodete testimine on korraldatud kallutatud viisil, tagamaks sobivaid tulemusi.

G. Mitteteaduslike mõistete kasutamine koos teaduslikega – need on ise välja mõeldud või pärit nt esoteerikast, religioonist, *new age*'ist jt mitteteaduslikest õpetustest.

H. Sisulised vastuolud üldtunnustatud teadusega (teadusliku maailmapildi, kehtivate teadusteooriate, loodusseadustega).

I. Sihtrühmaga manipuleerimine (nt emotsioonide tekitamine) sisuliste põhjenduste asemel.

J. Vastandumine teaduse peavoolule, nt teaduspõhisele meditsiinile, **vandenõuteooriate levitamine**.

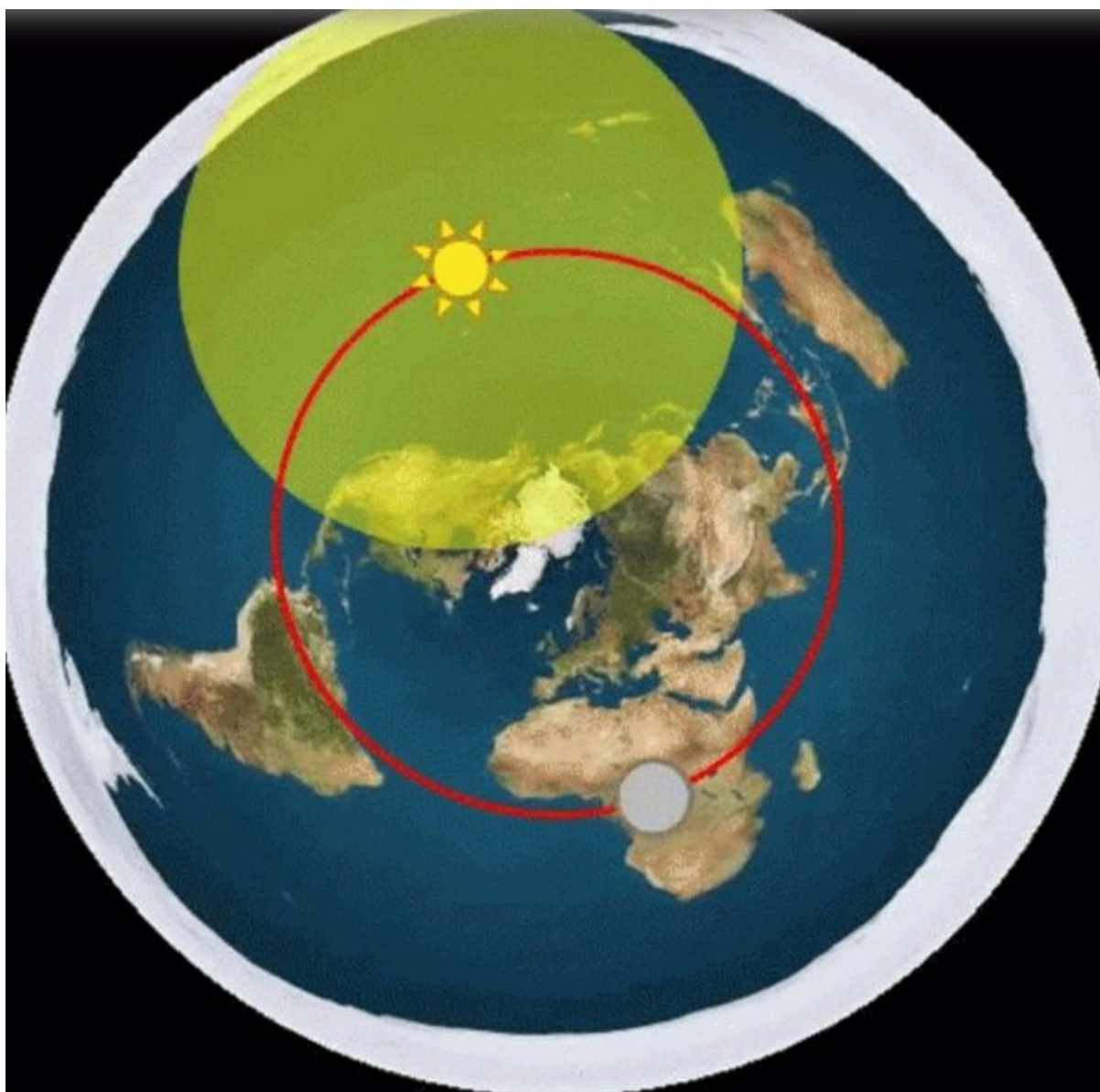
3.2.2. Tabelis on 10 libateadusele viitavat väidet (jutumärkides) või asjaolu. Kirjuta iga lause ette sellele libateaduse tunnusele vastav täht, mida lause kõige täpsemini illustreerib. Iga tähte (tunnust) kasuta ühel korral! (10 p, sh iga õigesti märgitud valik 1 p.)

Täht (A...J)	Libateadusele viitav väide või asjaolu
J	1. „Sinu perearst saab raha suurtelt ravimifirmadelt, ära tarbi nende mürgist keemiat, vaid vali meie firma kehasõbralikud loodustooted!”
A	2. „Ka väljapaistev psühholoog Mart Mallikas (PhD) kinnitab, et jutud inimtekkelisest kliimamuutusest on täiesti alusetud.”
C	3. „Meie seljavalu kreem aitab tõhusasti kõiki hädalisi – pärast selle kasutamist ei ole Mallel Türilt (65 a) ega Jaanil Paidest (76 a) enam valusid!”



B	4. Homöopaatilise ravi tõhusust väidetakse paari väikesemahulise uuringu abil, aga ei mainita põhjalikumaid uuringuid, mis ei ole neid tulemusi kinnitanud.
H	5. Liikumine <i>Creation Science</i> püüab küsitavate teaduslike tõendite abil põhjendada, et Piibli loomislugu on sõna-sõnalt õige ja evolutsiooniteooria väär.
G	6. „See kõrgtehnoloogiline kristallmedaljoni avab Sinu sisemised tšakrad ja vabastab Kundalini energia.“
F	7. Ionic-Detox „kehast mürke eemaldavasse jalavanni“ on peidetud vaske ja rauda sisaldav elektrolüüsiseade, mis eraldab vette pruune ja rohelisi metalliioone.
D	8. „Meie koduse haiguste diagnoosimise seadme tõhusust ei saa skeptikute poolt testida, sest neil on negatiivne hoiak, mis blokeerib seadme töö.“
E	9. Vaktsiinivastase autori uus menuraamat „Surmav süst“ kirjeldab vaktsiinidega seotud riske, jättes välja nende abil saavutatud edu haiguste alistamisel.
I	10. „Kas oled kaotanud lootuse, et võiksid end veel tunda terve ja energilisena? Meie uusimal teadusel põhinevad toidulisandid teevad Sinuga imet!“

Üks tuntumaid libeteaduse teooriaid on **lameda Maa** teooria, mille kohaselt Maa on lapik ketas ning Päike ja Kuu selle kohale tiirlema pandud väikesed valgusallikad. Alloleval pildil on kujutatud üks lameda Maa mudel, kus Päikese ja Kuu „orbiit“ on märgitud punase joonega.



Joonis 15. Lameda Maa kaart koos Päikese ja Kuu ühise orbiidiga.

3.2.3. Tahad veenda oma lameda Maa teooria pooldajast sõpra, et tema ideed on vastuolus tegelikkusega. Esita mõlema vastuväite kohta kaks seda toetavat põhjendust, kasutades loodusteaduslikke teadmisi ja loogikat! (4 p)

1. Päike ja Kuu ei saa tiirelda kaardil kujutatud orbiidil.
2. Päike ei ole lamp suhteliselt lähedal (u 100 km) Maale, vaid hoopis täht Maast kaugel (u 150 miljonit km).

Vastuväide 1

Põhjendus 1:

Sellise ühise orbiidi korral (lameda Maa kohal) ei näeks me Päikest ega Kuud loojumas ega tõusmas, vaid need muudaksid taevas lihtsalt asukohta ja suurust.



Põhjendus 2: Selline tiirlemine ei seletaks ka aastaegade vaheldumist, mis tuleneb Maa telje kaldenurgast orbiidi tasandi suhtes. Samuti ei seletaks see polaarpäeva ega -ööde.

Lisaks ei seleta see mudel päikese- ja kuuvarjutusi.

Vastuväide 2

Põhjendus 1:

Päike ja Kuu paistavad kõikjal Maal ühesuurustena, mis viitab, et tegu on kaugel asuvate väga suurte kehadega.

Põhjendus 2:

Samuti ei paistaks loojuv Päike ega Kuu siis sama suurtena nagu kõrgel horisondi kohal olles.

Lisaks ei suudaks väikeste lampide gravitatsioon tekitada tugevaid loodeid (tõusu ja mõõna).

Kuu ja Päikese kaugus Maast ning mõõtmed on kindlaks tehtud, tehes taevavaatlusi ja nende põhjal matemaatilisi arvutusi lähtuvalt geomeetriast ja trigonomeetriast (nt parallaksi järgi ning Päikese puhul Veenuse abil, mille liikumist üle Päikese saab vaadelda). Lisaks saab tahke pinnaga Kuu kaugust tänapäeval otseselt mõõta laserkaugusmõõtja (LIDARi) abil ja päikesevarjutuste ajal veenduda, et Päike on Kuust veelgi kaugemal.

Iga korrektselt sõnastatud sisuliselt õige põhjendus annab 1 punkti, osaline või ebatäpne sõnastus 0,5 p. Võimalikud on ka teistsugused punktiväärilised vastused.

3.2.4. Kirjelda ühte võimalust, kuidas saab vaatluste abil kinnitada, et Maa on ümar. (1 p)

Siin on palju võimalikke punktiväärilisi vastuseid.

- Merele vaadates saab jälgida, kuidas kaugenevad laevad kaovad horisondi taha või kauged suured objektid asuvad osaliselt horisondi all.
- Saab uurida Päikese näivat liikumist ööpäeva vältel Maa eri pikkuskraadidel – selline liikumine saab võimalik olla vaid kerakujulise Maa korral.
- Kõrge puu või torni otsa ronides näeb kaugemale (Maa kumeruse taha). Kõrgele tõustes võib uuesti näha ka madalamal juba loojunud päikest.
- Kuuvarjutused ei oleks sellisel kujul võimalikud, kui Maa oleks lame (Kuule langeb kuuvarjutuse ajal Maa ümar vari).
- Otseselt näeb Maa kumerust vähesel määral lennukiga ~10 km kõrgusel lennates, aga paremini näevad seda ja saavad jäädvustada kosmoses (nt rahvusvahelises kosmosejaamas) viibivad astronautid.
- Samal pikkuskraadil, aga eri laiuskraadidel viibides saab üheaegselt mõõta kindla pikkusega kepi (vm objekti) varju pikkust. Selle põhjal arvutatakse geograafia isaks



peetav Vana-Kreeka matemaatik Eratosthenes oma aja kohta väga täpselt välja Maa ümbermõõdu.

- Astronoomilised vaatlused: liikudes põhjast lõunasse, kaovad ühed tähtkujud horisondi taha ja teised ilmuvad nähtavale.
- Raskusjõud mõjuks kettakujulisel Maal ketta raskuskeskme suunas, ketta servadel seega külgsuunaliselt, mida aga vaatlused ei kinnita.