



- Arvutusülesannetes esita kindlasti ka lahenduskäik, muidu Sinu vastust ei arvestata!
- Valikvastuseliste ülesannete hindamisel arvestame õigete ja valede valikute osakaalu!

1.1. Mida tähistab põhjapolaarjoon? (0,5 p)

Arvestus:

23,5 ° N 75,1° S 66,3° N 75,1° N 66,3° S

23,5 ° N

75,1° S

66,3° N

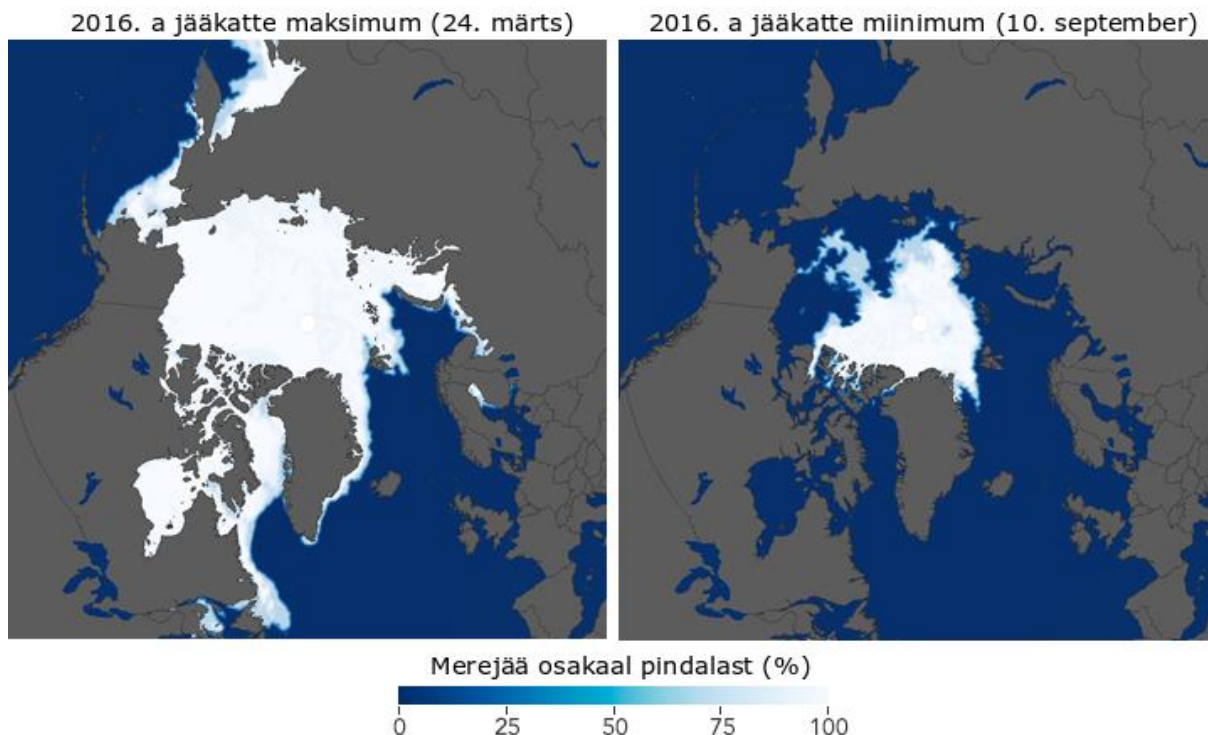
75,1° N

66,3° S

Arvestus:

Arvestus:

Merejää on Maa kliimasüsteemis ülitähtis roll: see mõjutab soojuse ja mageda vee liikumist polaarmeres. Arktikas toimib merejää maakera külmpakina, peegeldades oma heledalt pinnalt päikesekiirgust tagasi atmosfääri ning hoides arktilist keskkonda jahedana. Jää ulatus muutub aasta jooksul. Suvel paistab päike 24 tundi järjest, tuues piirkonda soojust ja päikesevalgust. Merejää sulab ja taandub, tema ulatus kahaneb miinimumini tavaliselt septembriks. Talvise polaaröö jooksul polaarmeri külmub, jää ulatus on kõige suurem märtsikuus. Viimastel aastatel on arktilise merejää ulatus olnud rekordiliselt väike: kaksteist kõige madalamat septembrikuu miinimumi on esinenud viimase 12 aasta jooksul. Talvised jää ulatuse maksimumid olid madalaimad aastatel 2015–2018.



Joonis 1. Suurim ja vähim arktilise jääkatte ulatus 2016. aastal.

2.1. Kirjelda kaardi põhjal ühte positiivset ja ühte negatiivset tagajärge inimesele või loodusele, mille toob kaasa jääkatte ulatuslik vähenemine. (2 p)

Positiivne tagajärg	Negatiivne tagajärg

Arvestus:

2.2. Vali loetelust kõige sobivam väide ja tee sellele ring ümber (0,5 p).

Arktilise jääkatte ulatus on kõige väiksem septembris, sest:

- A. septembris langeb Põhja-Jäämere piirkonnas kõige rohkem päikeseenergiat.
- B. septembris lõpeb jää sulamine ning algab vee külmumine.
- C. septembris on Põhja-Jäämere piirkonnas kõrgeim kuu keskmine õhutemperatuur.
- D. septembris põhjustavad vees vohavad vetikad jää sulamist.

Arvestus:

2.3. Viimase poolsajandi kestel on arktilise jääkatte ulatus (merejää pindala) olnud pidevas langustrendis. Joonisel 2 on toodud septembrikuu jääkatte ulatus aastatel 1979–2019 koos lineaarse trendijoonega. Kui langus samas tempos jätkub, siis on oodata, et tulevikus on Põhja-Jäämeri osa aastast täielikult jäävaba.

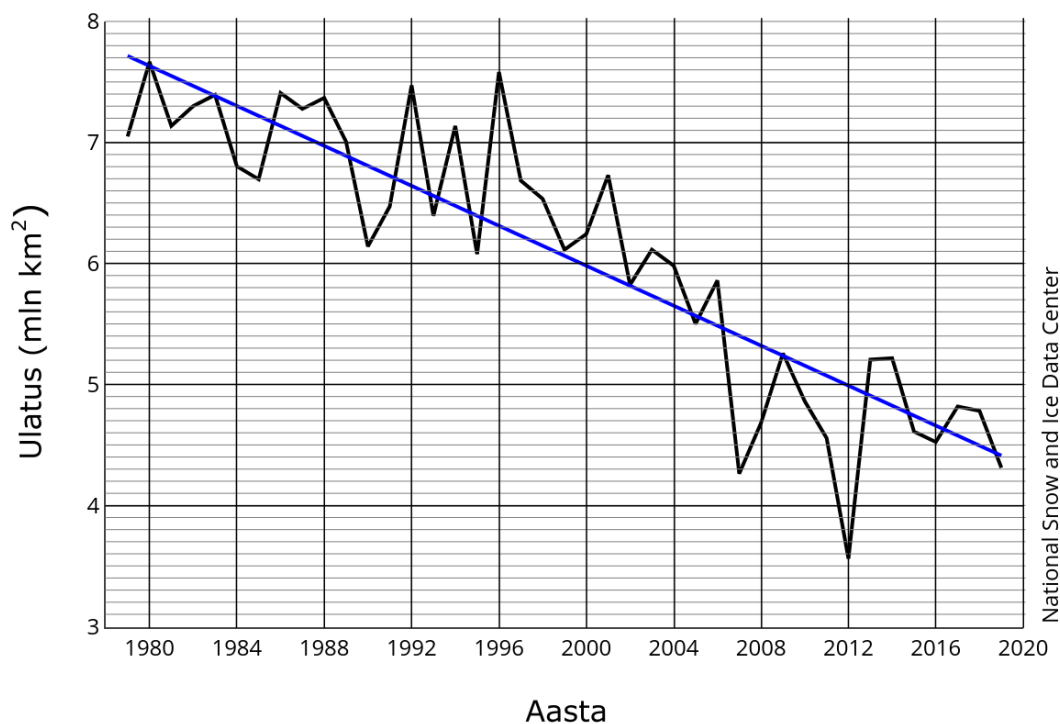


Millised väited septembrikuu jääkatte vähenemise graafiku (joonis 2) kohta on tõesed ja millised valed? Märki väite juurde T (tõene) või V (vale). (2 p)

Väide	T/V
Arktilise jääkatte vähenemine on kindla suunaga juhuslik protsess.	
Graafiku sakid on põhjustatud aastaegade vaheldumisest.	
Septembrikuu jääkate väheneb iga aastaga üha kiiremini.	
Septembrikuu jääkatte vähenemise trend on lineaarne.	

Arvestus:

Kuu keskmine arktilise merejää ulatus
septembris 1979-2019



Joonis 2. Arktilise jääkatte ulatus septembris aastatel 1979–2019.

2.4. Kui suured olid arktilise merejää septembrikuise ulatuse väärtused trendijooone järgi aastatel 1979 ja 2019? Märki vastus tabelisse koos õigete ühikutega! (0,5 + 0,5 p)

1979	
2019	

Arvestus:



2.5. Kui palju vähenes graafiku trendijoone järgi septembrikuu arktilise jääkatte ulatus ajavahemikul 1979–2019 kokku? (1 p)

Vastus:

Arvestus:

2.6. Kui palju vähenes septembrikuu arktilise jääkatte ulatus iga aasta kohta keskmiselt? (1,5 p)

Vastus:

Arvestus:

2.7. Kui eeldada, et jääkatte ulatuse vähenemine jätkub sama lineaarse langustrendiga, siis ligikaudu mis aastaks võiks ennustada olukorda, kus Põhja-Jäämeri on esmakordselt täielikult jäävaba? Näita oma lahenduskäiku koos valitud andmetega! (2 p)

Vastus:

Arvestus:



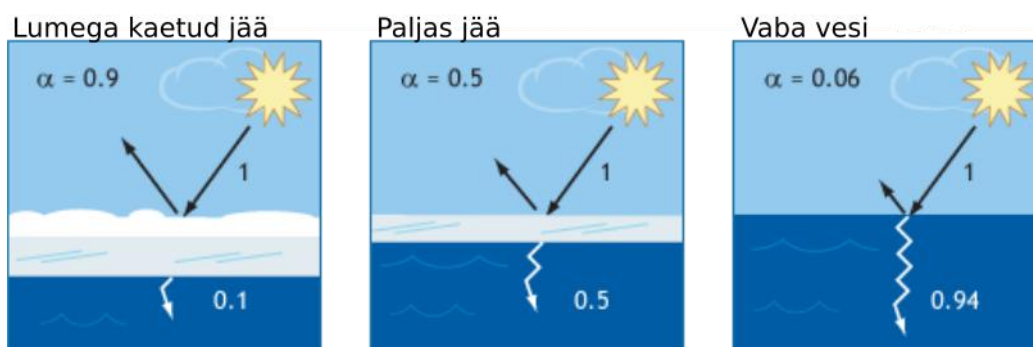
2.8. Too välja üks võimalik põhjus, miks tehtud ennustus ei pruugi täpselt paika pidada. Põhjenda! (2 p)

--

Arvestus:

Ülesanne 3: Arktika albeedo muutumine. (16 p)

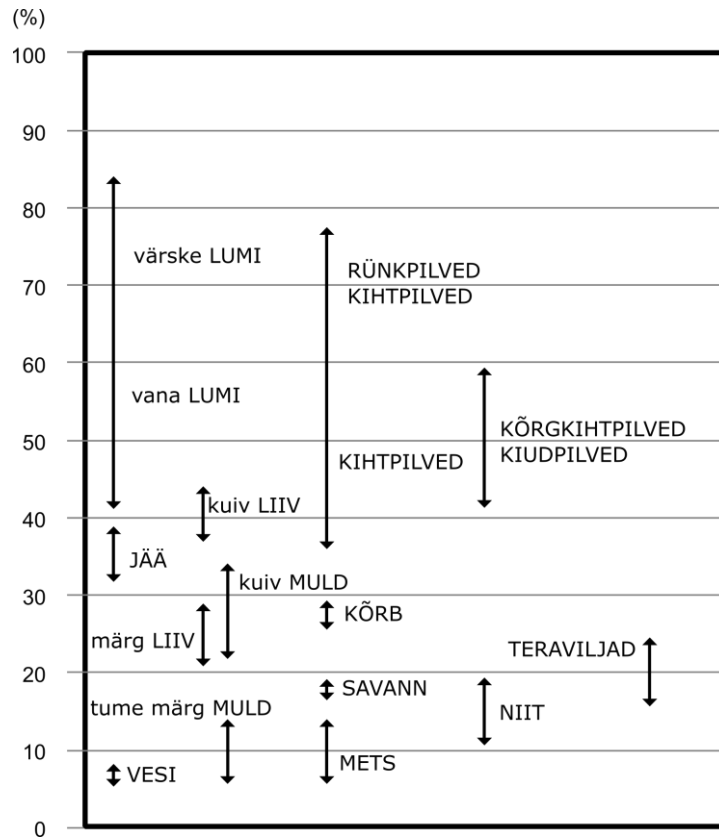
Pinna albeedo näitab, kui suur osa pealelangeva päikesekiirguse energiast peegeldub tagasi atmosfääri. Albeedo väärtus on 0 ja 1 vahel, seda väljendatakse ka protsentides (0...100%). Ühtlasi võimaldab albeedo hinnata, kui suur osa kiirgusest saab neelduda pinnas ja selle all (joonis 3). Näiteks, kui albeedo on 0,3, siis peegeldub 30% kiirgusest tagasi ja 70% kiirgusest neeldub aluspinnas. Satelliitidelt paistavad suurema albeedoga kohad heledamatena.



Joonis 3. Puhta lume, palja jää ja vaba veepinna albeedod.

Arktika piirkonnas on paksu lumekihiga kaetud jää albeedo kõrge, sest väga suur osa kiirgusest peegeldub puhtalt lumelt tagasi (joonis 3). Paljas või õhukese lumekihiga kaetud jää on tumedam ja selle albeedo on väiksem. Vaba vesi aga neelab valdava osa pealelangevast kiirgusest.

Nagu jooniselt 4 näha, on erinevate pinnakatete albeedod väga erinevad.



Joonis 4. Ülevaade erinevate pindade albeedost.

3.1. Millistelt pindadelt peegeldub päikesekiirgus sama intensiivselt kui lumepinnalt? Nimeta vähemalt 4. (2 p)

Arvestus:

3.2. Kuidas muudavad lumekihiga kaetud jää vahel olevad lombid ja lahvandused merejää keskmiist albeedot? Põhjenda! (1 p)

Arvestus:

3.3. Kuidas muudab jää ulatuse vähenemine Arktika keskmist albeedot? Põhjenda! (1 p)

Arvestus:



3.4. Arvuta, mitu korda muutus Arktikas neelduva kiirgusenergia hulk 2016. a septembris võrreldes 1980. a septembriga jääkatte vähenemisest tingitud albeedo muutumise tõttu. (Teiste tingimuste muutumine jäta arvestamata).

Võta arvesse, et jääkatte maksimaalne ulatus esineb tavaliselt märtsis, kui kogu piirkond pindalaga 15,5 mln km² on jääga kaetud. Septembris 1980 ja septembris 2016 oli jää ulatus vastavalt 7,6 mln km² ja 4,6 mln km², ülejäänud pindalal oli vaba vesi. Jääga kaetud ala keskmiseks albeedo väärtuseks võta 0,5; vaba vee albeedo leia jooniselt 3.

3.4.1. Leia vaadeldava arktilise piirkonna keskmine albeedo 1980. a septembris ja 2016. a septembris! (6 p)

Vastus:	September 1980	September 2016
Keskmine albeedo piirkonnas		

Arvestus:

3.4.2. Leia septembris 2016 ja septembris 1980 piirkonnas neeldunud kiirgusenergiate suhe! (2,5 p)

Vastus:

Arvestus:

3.4.3. Millise pinnakattega võib võrrelda Arktika merepiirkonda 2016. a. septembris, pidades silmas arvutatud keskmist albeedot? Kasuta joonist 4 ja nimeta vähemalt kolm pinnakatte tüüpi! (1,5 p)

Arvestus:

3.4.4. Kas albeedo muutumine pidurdab või kiirendab Arktika piirkonna kliima soojenemist?

Ülesanne 4: Jäämägi (4,5 p)

4.1. Jääkaru Rose (kehakaaluga 350 kg) puhkab jääpangal, mille ruumala on 12,0 m³. Kui jääpanga tiheduseks on mageveejää tihedus (0,9167 g/cm³), siis **mis on jääpanga mass ilma jääkaruta?** (1,5 p)

4.2. Rose'i juurde ujub jääkaru Jack (kehakaaluga 700 kg), kes sooviks jääpangal koos veetleva Rose'iga hinge tõmmata. Uurime, kas jääpank kannab nii Jacki kui ka Rose'i keharaskust, veepinna alla vajumata. Ümbritseva merevee tihedus on 1029 kg/m^3 ning raskuskiirendus on $9,8 \text{ m/s}^2$.

4.2.1. Kui suur raskusjõud mõjub jääpangale ja jääkarudele kokku? (1 p)

4.2.2. Milline on maksimaalne üleslükkejõud, mis võib jääpangale mõjuda? (1 p)

4.2.3. Otsusta, kas jääpank ujub ka siis, kui mõlemad jääkarud sellel puhkavad. Põhjenda! (1 p)

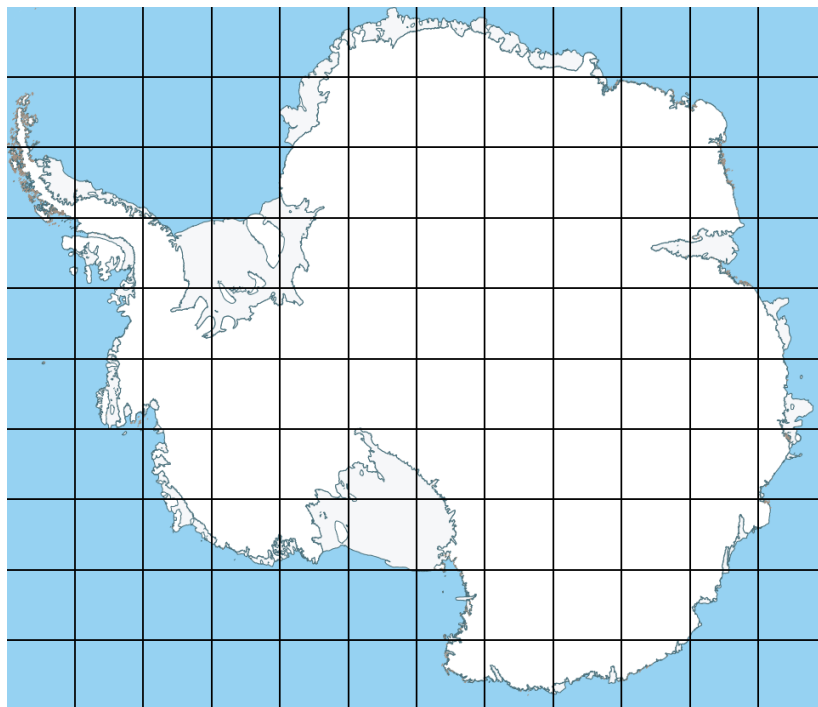
Arvestus:

Ülesanne 5: Antarktise mõju veetaseme tõusule (11,5 p)

Antarktis on külm ja lummine loodusega manner maakera lõunapoolusel, mis on kaetud keskmiselt 2,16 kilomeetri paksuse jääkihiga. See jääkiht moodustab 70% maailma mageveevaru. Antarktiline manner on seejuures maailma kõrgeim kontinent. Kuigi mandrijää pakub huvi nii polaaruurijatele kui -turistidele, võib kliima soojenedes selline suur jäälahmakas inimkonnale ka ohtu kujutada. Nimelt, kui jää peaks ära sulama, võib nii mõnigi piirkond lõpuks vee alla jääda. Kui palju siis ikkagi veetase tõuseks? Seda hakkad järgnevas ülesandes uurima.

5.1. Alustada tuleks Antarktise jäämassi pindala väljauurimisest. Selleks on olemas järgnev kaart. **Leia ühikruudu meetodil umbkaudne Antarktise jäämassi pindala ruutkilomeetrites.** Ühe ruudu pindala on umbkaudu 200 000 km². Ühikruudu meetodil leitakse pindala vastavalt valemile:

S = täisruudud + poolruudud / 2. Poolruuduks võib arvestada iga ruudu, kus on veel jääkatet. **Näita oma lahenduskäiku!** (1,5 p)



Joonis 5. Antarktise kaart. Valge alaga on tähistatud mandrijää. Hallid alad on šelfiustikud, mis tuleb võtta samuti ruutude lugemisel arvesse.



Vastus:

Arvestus:

5.2. Arvuta Antarktise jäämassi ruumala kuupkilomeetrites, kasutades eespool olevaid andmeid. Näita lahenduskäiku! (0,75 p)

Vastus:

Arvestus:

Kindlasti tead, et vesi paisub jäätumisel. Järelikult peaks kogu jää sulamisel vett tekkima ruumalaliselt vähem, kui oli jääd.

5.3. Arvuta mandrijääst tekkiva vee ruumala kuupkilomeetrites, kasutades sobivaid andmeid järgnevast tabelist. Näita oma lahenduskäiku! (3,25 p)

Soolase vee tihedus	1027 kg/m ³
Mageda vee tihedus	1000 kg/m ³
Magedast veest tekkinud jää tihedus	917 kg/m ³
Soolasest veest tekkinud jää tihedus	830 kg/m ³

Vastus:

Arvestus:



Nüüd, kui on teada, kui palju meil vett lisanduks, tuleb see maakera ookeanidesse ära jaotada. Selleks tuleb meil leida ookeanide kogupindala. On teada, et 29% Maast on maismaa koos siseveekogudega, ülejäänut katab ookean. Terve maakera pindala saame, kasutades kera pindala valemit $S=4\pi R^2$.

5.4. Arvuta maakera ookeanide pindala. Maakera keskmine raadius on 6367 km. **Näita oma lahenduskäiku!** (1 p)

Vastus:

Arvestus:

Paistab, et ongi kõik! Nüüd tuleb vaid kogu see veemass üle maailmamere ära jaotada.

5.5. Leia, mitu meetrit tõuseks merevee tase, kui kogu Antarktise mandrijää ära sulaks. (2 p)

Vastus:

Arvestus:

5.6. Miks on saadud lõpptulemus arvatavasti ebatäpne? Nimeta kaks põhjust. Põhjenda! (3 p)

Vastus:

Arvestus:



Ülesanne 6: Kasvuhoonegaasid (14 p)

Kasvuhoonegaasideks nimetatakse atmosfääris olevaid gaase, mis neelavad Maalt pärinevat soojuskiirgust ja kiirgavad seda Maale tagasi. Seetõttu on Maa temperatuur kõrgem, kui see oleks ilma atmosfäärita. Kuna sarnast mõju avaldab soojuskiirgusele ka kasvuhoonet kattev kile või klaas, nimetatakse seda nähtust kasvuhooneefektiks. Looduslik kasvuhooneefekt on eluks Maal hädavajalik. Inimtegevuse tagajärjel (peamiselt fossiilsete kütuste põletamine) on kasvuhoonegaaside kontsentratsioon aga kasvanud, mis võimendab kasvuhooneefekti ja põhjustab kliima soojenemist. Kolme olulise kasvuhoonegaasi panust kasvuhooneefekti kujutab alltoodud tabel.

Tabel 1. Kasvuhoonegaaside panus kasvuhooneefekti (protsentides) ja sisaldus atmosfääris ppm-ides (1 ppm näitab, et miljoni gaasiosakese seas on üks kasvuhoonegaasi molekul). Kuna protsentuaalne panus sõltub tingimustest (näiteks kas taevast on selge või pilves), on see antud vahemikuna.

Kasvuhoonegaas	osoon (O_3)	metaan (CH_4)	süsinikdioksiid (CO_2)
Ligikaudne sisaldus atmosfääris (ppm)	2–8	2	400
Panus kasvuhooneefekti (%)	3–7	4–9	9–26

6.1. Kui õhku lisandub võrdne arv metaani ja süsinikdioksiidi molekule, siis kumb aine põhjustab rohkem kasvuhooneefekti? (0,5 p)

--

Arvestus:

Suurim protsentuaalne kogupanus (36–72%) globaalsesse kasvuhooneefekti on tegelikult hoopis veeaurul. Seda tekib ka fossiilsete kütuste põlemisel, ent palju suuremates kogustes aurustub vett looduslike protsesside käigus. Kui õhk küllastub veeauruga, tekivad sademed ja nii püsib veeaur õhus teiste kasvuhoonegaasidega võrreldes väga lühiajaliselt (keskmiselt 9 päeva). Nõnda arvatakse, et otseselt fossiilsete kütuste põletamisel tekkiv veeaur ei suuda ülemaailmselt kasvuhooneefekti võimendada. Küll põhjustab temperatuuri kasv kaudselt veeauru sisalduse kasvu õhus, sest soe õhk mahutab rohkem veeauru kui külm.

Eesti loodusteaduste olümpiaadi 2019/2020 piirkonnavor

6.4. Hinda graafiku abil, kas kliimamuutuse leevendamine on viimastel aastakümnetel kulgenud edukalt. Põhjenda vastust. (1 p)

Arvestus:

6.5. Miks on graafikul lisaks kasvutrendile näha ka süsinikdioksiidi iga-aastast sisalduse muutust õhus? (1 p)

Arvestus:

6.6. Kirjuta maagaasi põhikomponendi metaani (CH_4) täielikul põlemisel toimuva reaktsiooni tasakaalustatud võrrand. (2 p)

Arvestus:

6.7. Metaani põlemisel eraldub energiat 55,5 MJ/kg kohta, ent kivisöe põlemisel 32,5 MJ/kg kohta. **Mitu korda erineb nende kütuste puhul ühe MJ kohta tekkiv süsinikdioksiidi hulk?** Eelda, et kivisüsi koosneb puhtast süsinikust. (6 p)

Vastus:

Arvestus:

6.8. Kumb kütus on arvutuse tulemuse põhjal keskkonnasõbralikum? (0,5 p)

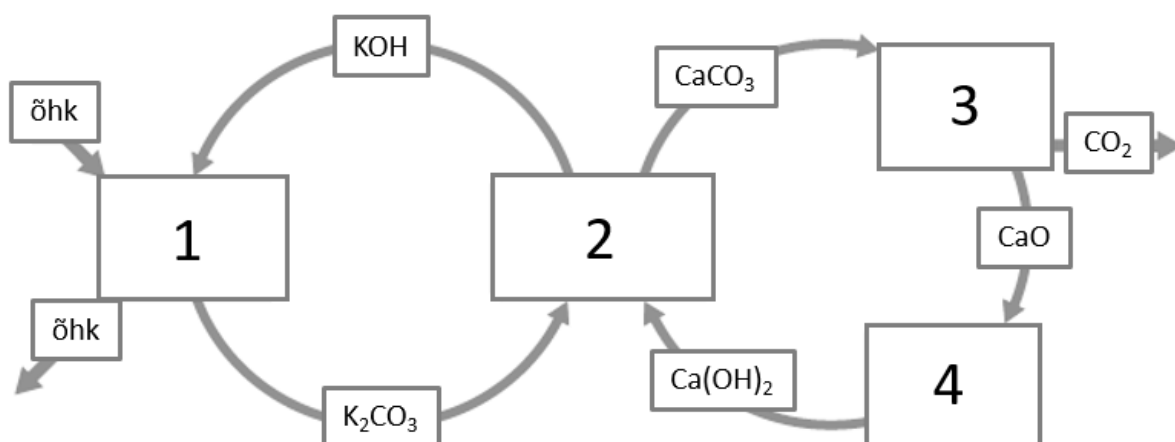
Arvestus:



Ülesanne 7: Süsinikuneutraalne Eesti (23,5 p)

Kliimastreikijad nõuavad „süsinikuneutraalset Eestit ja kohe“. Süsinikuneutraalses riigis ei paisata õhku rohkem süsinikdioksiidi, kui õhust seotakse. Euroopa Liidu eesmärgiks on saavutada süsinikuneutraalsus 2050. aastaks, ja selle eesmärgiga liitus äsja ka Eesti. Kõige problemaatilisema kasvuhoonegaasi – süsinikdioksiidi – heite vähendamiseks on kaks viisi: kas seda vähem õhku paisata või tekkinud süsinikdioksiidi heidet siduda.

On välja pakutud meetodeid juba tekkinud süsinikdioksiidi sidumiseks tekkekohal või isegi otse õhust. Näiteks saab süsinikdioksiidi koguda vesilahustes toimuvate keemiliste reaktsioonide abil. Kogutud süsinikdioksiidi võib salvestamiseks panna reageerima näiteks silikaatsete kivimitega, mille käigus moodustuvad karbonaatsed kivimid. Selle meetodi puuduseks on peetud energiakulukust ja suhteliselt kõrget hinda. Ent viimased uurimused näitavad, et sama eesmärki võib saavutada ka odavamalt. Ühe sellise meetodi põhimõtet kirjeldab järgnev skeem:



Skeem 1. Süsinikdioksiidi sidumine õhust.

7.1. Täida tabel ainete kohta skeemil. (6 p)

Aine valem	Nimetus	Aineklass (happeline oksiid, aluseline oksiid, alus, hape või sool)
KOH		
K ₂ CO ₃		
CaCO ₃		
Ca(OH) ₂		
CaO		
CO ₂		

Arvestus:



7.2. Kirjuta skeemi põhjal reaktsioonide 1–4 tasakaalustatud võrrandid. Lisaks skeemil kujutatud ainetele võtab mõnest skeemi reaktsioonist osa vesi. (6 p)

1

Arvestus:

2

3

4

7.3. Eeltoodud skeemi järgi 1 tonni süsinikdioksiidi sidumiseks kulub hinnanguliselt 366 kWh elektrienergiat. Üheks süsinikuneutraalsuse saavutamise võimaluseks oleks keskkonnasäästliku energia kasutamine liigselt õhku paisatava süsinikdioksiidi sidumiseks. Eestis paisatakse 2017. aasta seisuga iga-aastaselt summaarselt õhku 19 miljonit tonni süsinikdioksiidi-ekvivalenti (kasvuhoonegaaside kogus, mis põhjustab sama palju soojenemist kui vastav hulk süsinikdioksiidi). **Arvuta, kui palju elektrienergiat (kWh) on vaja vastava koguse süsinikdioksiidi sidumiseks eeltoodud skeemi alusel.** (1 p)

Vastus:

Arvestus:

Kui sa ei jõua vastuseni, kasuta edasistes arvutustes väärtust 10^{10} kWh.



7.4. Kui suurele maa-alale (km²) on Eestis vaja paigutada päikesepaneelid, et saada piisavalt elektrienergiat kogu Eestis toodetava süsinikdioksiidina antud kasvuhoonegaaside ekvivalentkoguse (19 miljonit tonni süsinikdioksiidi) sidumiseks? 1 m² päikesepaneel toodab aastas 130 kWh energiat. Optimaalse paigutuse korral katavad päikesepaneelid 50% maa-alast, millele on need paigutatud. Eelda, et päikesepaneelide tootmise ja paigaldamise käigus tekkivaid kasvuhoonegaase pole vaja arvestada. $W = 1 \text{ J/s}$ (2,5 p)

Vastus:

Arvestus:

7.5. Lisaks keemiliste tehnoloogiate kasutamisele võiks siduda süsinikdioksiidi ka kasvavas biomassi. Fotosünteesi käigus tekivad süsinikdioksiidist ja veest päikeseenergia toimel keerukamad süsinikuühendid ja hapnik. Kirjuta fotosünteesi tasakaalustatud reaktsioonivõrrand, kui moodustuv süsinikuühend on glükoos (C₆H₁₂O₆). (2 p)

Arvestus:

7.6. Kui suurele alale (km²) peaks Eestisse juurde istutama metsa, et siduda täiendavalt 19 miljonit tonni süsinikdioksiidi? Eelda, et mets kasvab kuusikuna ja istutatud mets seob kasvu käigus iga-aastaselt kindla koguse süsinikdioksiidi. Hariliku kuuse aastaseks juurdekasvuks arvesta 10 m³/ha, juurde kasvanud puidu tihedus on 350 kg/m³ ja märjas puidus sisaldub 15% süsinikku. 1 ha = 10 000 m² (5,5 p)

Vastus:

Arvestus:



7.7. Kui Eesti riigis jätkuks süsinikdioksiidi õhku paiskamine samas mahus, kas siis on realistlikum süsinikdioksiidi heidet kompenseerida metsa istutamisega või keemiliste meetoditega? Arvesta, et Eesti pindalaks on 45 500 km². (0,5 p)

Arvestus:

Ülesanne 8: Ookeanide hapestumine (8 p)

Lisaks kasvuhooneefekti hoogustamisele võivad kasvuhoonegaasid põhjustada ka teistsuguseid keskkonnakahjusid. Süsinikdioksiidi kontsentratsiooni kasv õhus on tinginud ookeanide hapestumise: merevee pH väärtus on langenud seetõttu 8,25-lt 18. sajandi keskpaigas 8,14-ni 20. sajandi lõpus.

8.1. Kas merevesi on happeline, aluseline või neutraalne? Põhjenda vastust pH-taseme väärtuse kaudu. (1 p)

Arvestus:

8.2. Mis ioon põhjustab ookeanide hapestumist? Kirjuta selle valem ja nimetus. (1 p)

Arvestus:

Ookeanide hapestumine põhjustab karbonaatsete struktuuride lagunemist ja raskendab organismide elutegevuse käigus tekkiva (biogeense) kaltsiumkarbonaadi moodustumist, sest tekkinud happe mõjul esinevad karbonaatioonid (CO_3^{2-}) eelistatult vesinikkarbonaatses (HCO_3^-) vormis ja kaltsiumkarbonaadist (CaCO_3) moodustub kaltsiumvesinikkarbonaat. See on kahjulik veeorganismidele, kes kaltsiumkarbonaati oma elutegevuses kasutavad (näiteks korallidele ja karpidele).

8.3. Kirjuta kaltsiumvesinikkarbonaadi valem. (0,5 p)

Arvestus:



8.4. Allpool on loetletud tõesed faktid kaltsiumkarbonaadi kohta. Tõmba ring ümber fakti numbrile, mis seletab, miks kaltsiumvesinikkarbonaadi moodustumine on paljudele veeorganismidele kahjulik. (2 p)

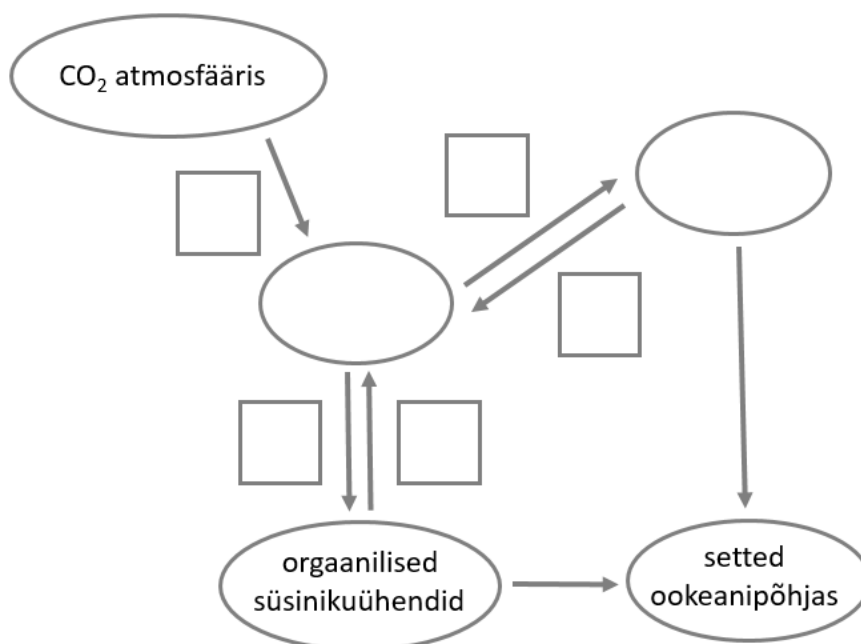
1. Kaltsiumvesinikkarbonaat laguneb veeks, süsinikdioksiidiks ja kaltsiumkarbonaadiks, kui selle lahus kokku aurutada.
2. Kaltsiumvesinikkarbonaadi lahustuvus on 16,6 g 100 g vee kohta, ent kaltsiumkarbonaadi lahustuvus 0,0013 g 100 g vee kohta.
3. Kaltsiumvesinikkarbonaadi puhul on ühe kaltsiumiooni kohta aines kaks vesinikkarbonaatiooni, ent kaltsiumkarbonaadi puhul ainult üks karbonaatioon.
4. Madala pH juures on kaltsiumvesinikkarbonaat püsivam kui kaltsiumkarbonaat.

Arvestus:

8.5. Täienda ookeanide süsinikuringe skeemi, kirjutades tühjadesse kujunditesse puuduvale sõnale/väljendile vastavad numbrid. (3,5 p)

Arvestus:

1	hingamine
2	CaCO_3 lahustumine
3	CO_2 lahustumine
4	vees lahustunud anorgaanilised süsinikuühendid
5	biogeense CaCO_3 moodustumine
6	fotosüntees
7	vees lahustumata anorgaanilised süsinikuühendid



**Ülesanne 9: Kuumarabandus ja päikesepiste (15,5 p)**

Kuumarabandus on olukord, kus keha loomulikud temperatuuri reguleerimise mehhanismid lakkavad töötamast või töötavad puudulikult, mille tulemusena tõuseb kehatemperatuur eluohtlikult kõrgeks (üle 42 °C). Päikesepiste on üks kuumarabanduse vorme, kus liiga kõrge kehatemperatuur tuleneb otsesest päiksekiirgusest ilma kehalise koormuseta. Keskmise globaalse temperatuuri tõus ja sellega seotud ekstreemsete ilmastikunähtuste sagenemine omavad otsest mõju inimeste elule ja tervisele. Mitmed teaduslikud uuringud kinnitavad, et ekstreemsete temperatuuridega kaasneb tervisekahjustuste ja suremuse tõus. Näiteks ühes uuringus, kus hinnati äärmuslike temperatuuride mõju suremusele viiekümnes juhuseks valitud rahvarohkes Ameerika Ühendriikide linnas aastatel 1989–2000*, leiti, et äärmuslik külm suurendas suremust 1,59% ja äärmuslik kuumus koguni 5,74%.

* Medina-Ramón, M., Schwartz, J. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities. *Occup Environ Med*2007;64:827–833

Tabel 2.

Kõrvalolevas tabelis → on kujutatud reaalse õhutemperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse koosmõjul ilmnevat nn tajutavat õhutemperatuuri.

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

	ei valmista ebamugavust
	kerge ebamugavustunne
	tugev ebamugavustunne, tuleks piirata rasket füüsilist tööd
	võivad esineda kerged haiguslikud sümptomid, vältida füüsilist pingutust
	ohtlik, igasugune füüsiline tegevus tuleks peatada
	potentsiaalselt surmav, äärmiselt kõrge kuumarabanduse oht

Praeguse seisuga (2019. aasta november) on Eesti läbi aegade kõrgeim temperatuur registreeritud 11. augustil 1992 Võrus, kus mõõdeti +35,6°C. 2019. aasta soojarekord registreeriti juulikuus. Alltoodud kaks graafikut näitavad õhutemperatuuri ja suhtelist õhuniiskust Tartu linnas vahemikus 20.–30. juuli 2019. Punase ja sinise joonega on kujutatud vastavalt mõõtetulemuste ülemine ja alumine usalduspiir (teoreetiline võimalik kõrvalekalle reaalsest mõõtetulemusest), must joon tähistab reaalseid mõõtetulemusi.



9.3.1. Kui kõrgeks hindad sa kuumarabanduse riski üldelanikkonnale 2019. aasta kõige kuumemal päeval? Põhjenda oma vastust! (2 p)

--

Arvestus:

9.3.2. Kui kõrge oli kuumarabanduse risk läbi aegade kõige kuumemal registreeritud päeval? Eelda, et suhteline õhuniiskus oli siis samal tasemel. Põhjenda oma vastust! (2 p)

--

Arvestus:

9.4. Nimeta kaks rahvastikugruppi, keda kuumarabandus tugevamalt/suurema tõenäosusega ohustab. Anna kummagi juures ka põhjendus! (5 p)

Rahvastikugrupp	Põhjendus

Arvestus:

9.5. Märki allolevas tabelis ristikestega, millised on kuumarabanduse saanud inimest iseloomustavad sümptomid ja millised mitte. (3 p)

Sümptom	Õige	Vale
Kiirenenud pulss (160–180 lööki minutis)		
Peavalu		
Liigne higistamine		
Iiveldus		
Kuum ja kuiv nahk		
Pinnapealne ja aeglane hingamine		

Arvestus:

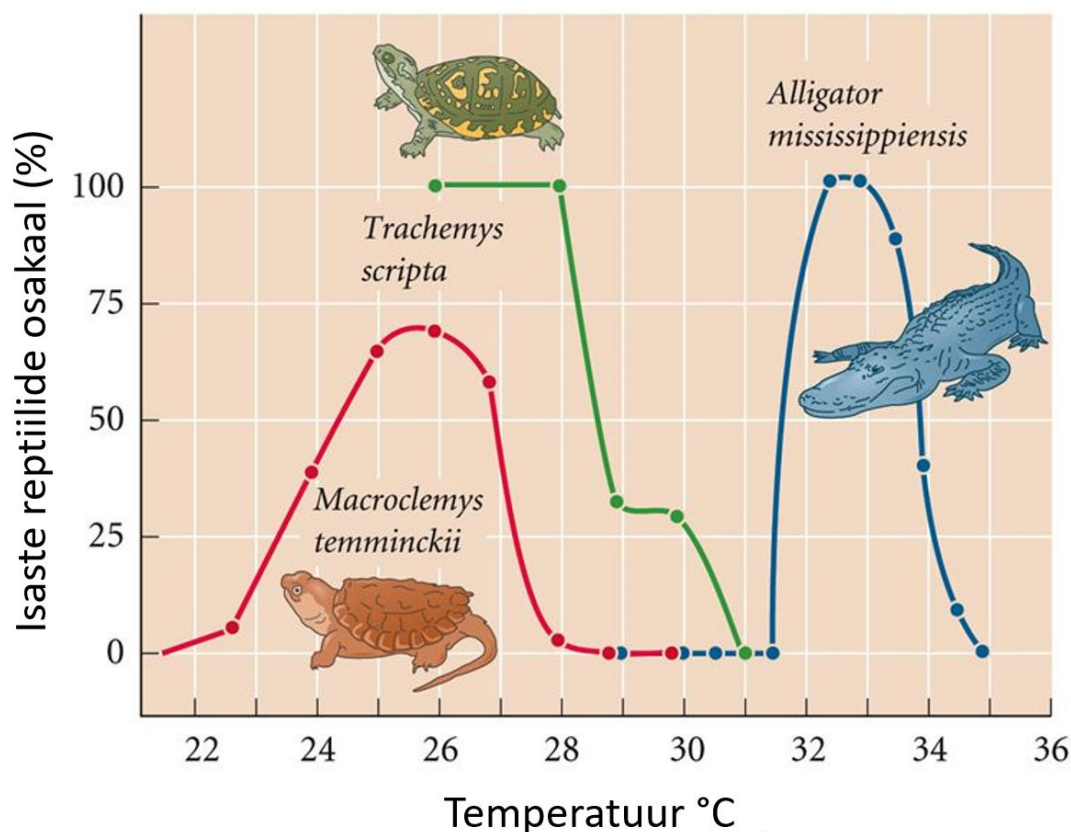


9.6. Kirjelda, milline peaks olema kuumarabanduse saanud inimesele osutatav esmaabi. (2 p)

Arvestus:

Ülesanne 10: Tõusva temperatuuri mõju loomadele (14 p)

Inimesel määravad soo sugukromosoomid, millest üks saadakse emalt ja teine isalt. Naissoo esindajatel on kaks X-kromosoomi ja meessoos esindajatel üks X- ja üks Y-kromosoom. Osal roomajatest aga määratakse sugu hoopis teistmoodi. Näiteks kilpkonnad ja krokodillid kaevavad oma munad maa sisse ning nendest kooruvate järglaste sugu sõltub sellest, milline on munade temperatuur ühel kindlal arenguhetkel. Vasta järgnevatele küsimustele, kasutades allpool toodud graafikut, mis näitab munadest kooruvate isaste protsendilist osakaalu sõltuvalt munade temperatuurist.



DEVELOPMENTAL BIOLOGY, 9e, Figure 14.22

© 2010 Sinauer Associates, Inc.

Joonis 7. Munadest kooruvate isaste roomajate protsendiline osakaal sõltuvalt munade temperatuurist.



10.1. Kui palju isaseid ja emaseid *Macrolemys temminckii* kilpkonnasid koorub 20 munast koosnevast “pesakonnast” (kurnast), mille munad on olnud temperatuuril 24 °C? Ümarda vastused üheliste täpsuseni! (2 p)

Arvestus:

Sugu	Osakaal (%)	Kilpkonnade arv
Isased		
Emased		

10.2. Millisel temperatuuril olnud *Trachemys scripta* munadest koorub võrdse hulga emaseid ja isaseid kilpkonni? Anna vastus ühe komakoha täpsusega! (1 p)

Arvestus:

--

10.3. Otsusta, kuidas mõjutab munade temperatuuritõus sugude tasakaalu roomajaliikidel. Kirjuta tabeli lahtrisse vastav täht! (1,5 p)

Arvestus:

Muutus reptiilide munade temperatuuris	Muutus sugude osakaalus (A-C)
<i>Trachemys scripta</i> munade temperatuur kasvab temperatuurilt 28,5 °C temperatuurini 30 °C	
<i>Macrolemys temminckii</i> munade temperatuur kasvab temperatuurilt 24,3 °C temperatuurini 26 °C	
<i>Alligator mississippiensis</i> munade temperatuur kasvab temperatuurilt 31 °C temperatuurini 35 °C	

- A. Isaste ja emaste osakaal jääb samaks.
- B. Isaste osakaal tõuseb, emaste osakaal langeb.
- C. Emaste osakaal tõuseb, isaste osakaal langeb.

10.4. Kas kliimasoojenemine võib põhjustada kilpkonna- ja krokodilliliikide väljasuremist? Miks? (2 p)

Arvestus:

--

10.5. Too kolm põhjendatud näidet, kuidas liikide väljasuremine mõjutab inimest! (4,5 p)

Arvestus:

10.6. Piltidel näed väljasuremisohus olevate liikide esindajaid. Vii iga liigi esindaja kokku ühe põhjusega, miks see liik väljasuremisohus on (kirjuta tabelisse vastava pildi täht A–F). Lisaks märgi tabelisse +, kui väljasuremisohu põhjus on otseselt seotud globaalse kliimasoojenemisega, ja –, kui otsene seos kliimasoojenemisega puudub! (3 p)





Väljasuremisohu sattumise põhjus	Väljasuremisohus liik (1–6)	Otsene seos kliimasoojenemisega (+/–)
Merevee pH langeb		
Elusolendi teatud kehaosale omistatakse tervendavaid omadusi		
Valgusreostus		
Isaste loomade osakaal kasvab ja emaste loomade osakaal väheneb		
Illegaalne müük koduloomana pidamiseks		
Toidu hankimiseks sobiv ala kahaneb		

Arvestus:

Ülesanne 11: Kliimaskeptikud vs kliimaaktivistid (19,5 p)

11.1. Kliimadebati osapooled. ÜRO rahvusvaheline kliimamuutuste paneel (IPCC), maailma kliimateadlaste enamik ning roheline suunitlusega parteid ja kodanikuühendused (siin üldnimetus: KLIIMAAKTIVISTID) teevad üleskutseid kehtestada üle maailma karme abinõusid kasvuhoonegaaside õhkupaiskamise vähendamiseks. Neile vastukaaluks leiavad paljud poliitikud, arvamusiidrid ja ka väike hulk teadlasi (siin üldnimetus: KLIIMASKEPTIKUD), et inimese mõju kliimale ei ole piisavalt tõendatud ja/või riikide majanduskasvu, firmade tegevust ja inimeste harjumuspärast elustiili (sh fossiilkütuste kasutamist) ei ole õige kliima nimel pärssida.

11.1.1. Leia järgnevate asjaolude (A–J) hulgast need, mida kasutavad oma sõnumi edastamisel kliimaaktivistid, need, mida enda huvides rõhutavad kliimaskeptikud, ja need, mida saavad põhimõtteliselt kasutada mõlemad osapooled.

- A. Globaalne kliimasüsteem on äärmiselt keerukas (kompleksne) ja selles leidub palju erinevaid vastasmõjusid, mistõttu ei oska me piisavalt ennustada erinevate mõjutuste tagajärgi.
- B. Kliima on tsükliline ja ka varasemast ajaloost on teada külmema ja soojema perioode, mille põhjused ei ole päris selged.
- C. Globaalseid atmosfääri ja ookeanide mõõtmisi on tehtud suhteliselt lühikest aega, meil puuduvad ammendavad võrdlusandmed varasema aja kliimast.
- D. Kliimat käsitlevad teadusuuringud ja publikatsioonid (artiklid, raamatud) võivad olla kallutatud äriliste ja/või poliitiliste mõjude tõttu.
- E. Viimaste aastakümnete atmosfääri ja maailmamere temperatuuri mõõtmised näitavad järjepidevat keskmise temperatuuri tõusu.
- F. Globaalne soojenemine põhjustab põhjapoolkera ulatuslikel maismaa-aladel igikeltsa sulamist ja polaarmedel püsiva jääkatte kadumist.



- G. Teadlased ja insenerid on otsimas võimalusi, kuidas saaks tehnoloogiliste meetodite abil kasvuhoonegaase atmosfäärist eemaldada või nende mõju kliimale vähendada.
- H. Tegelikult elame jäävaheajal, millele tulevikus järgneb uus jahenemine ja jääaeg.
- I. Viimase poolsajandi uuringud näitavad CO₂ kontsentratsiooni ühtlast kasvu atmosfääris.
- J. Kliimamuutus põhjustab äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemist ja intensiivistumist ning maailmamere taseme tõusu.

Märgi tabeli igas reas ristike või ristikesed sobivatesse lahtritesse! (6,5 p)

Arvestus:

Argument	Kliimaaktivistid	Kliimaskeptikud	Argument	Kliimaaktivistid	Kliimaskeptikud
A			F		
B			G		
C			H		
D			I		
E			J		

11.1.2. Valdav osa maailma kliimateadlasi on veendunud, et inimtekkeline kliimasoojenemine on teaduslik fakt ja selle pidurdamiseks on vaja rakendada ulatuslikke ülemaailmseid abinõusid. Veebis leidub rohkesti kliimaaktivistide koostatud lehti, kus kliimaskeptikute väiteid ümber lükatakse. **Vali loetelust kaks kliimaskeptikute argumenti ja esita neile lühike loodusteaduslikult põhjendatud vastuväide.** (2 p)

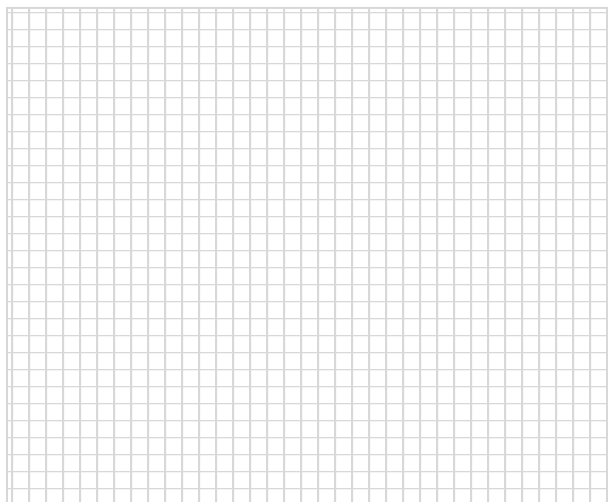
Argumendi tähis	Vastuväide

Arvestus:

**11.1.3. Kes on sellel pildil, mis tehti tänavu septembris New Yorgis ÜRO kliimatippkohtumisel? (2 p)**

	Nimi	Amet või tegevusala
1.		
2.		

Arvestus:

11.1.4. Miks vaatab neiu meest vihase pilguga? (2 p)

Arvestus:

11.2. Huvirühmad. Kliimaküsimustes tuleb arvestada mõjukate rühmadega, kellel on teemaga seotud majanduslikud ja/või poliitilised huvid.

11.2.1. Milliste huvirühmade esindajad võiksid soovida rahastada kampaaniaid ja infomaterjale, mis:

- A. hoiatavad inimtekkelise kliimamuutuse eest ja kutsuvad otsustavamalt tegutsema?
- B. näitavad inimese mõju kliimale tühisena ja seavad kliimateadlaste töö tulemusi kahtluse alla? (2 p)

Huvirühm	A või B?	Huvirühm	A või B?
Pärsia lahe äärsete riikide valitsused		Kaevandusfirmad	
Saastekvoote müüvad maaklerid		Jalgrattatootjad	
Elektri- ja vesinikautode arendajad		Lennufirmad	
Lihatootjad		Päikesepaneelide tootjad	

Arvestus:

11.2.2. Too veel üks näide sarnasest keerukast loodusteadusliku sisuga probleemist, mille puhul on ühiskonnas olemas erinevaid vaatenurki pooldavad mõjukad huvirühmad! (1 p)



Probleemi lühikirjeldus:

--

Arvestus:

11.2.3. Kes neisse huvirühmadesse kuuluvad ja millised on nende seisukohad antud probleemi osas?
(4 p)

Huvirühm	Põhilised seisukohad

Arvestus:

Täname olümpiaadil osalemast!

Palume, et annaksid oma hinnangu piirkonnavoorele meie veebilehel teaduskool.ut.ee

Siis oskame olümpiaadi paremaks teha. Vastajate vahel loosime välja auhindu!

NB! Samast leiad ka kõigi ülesannete eeldatud lahendused!