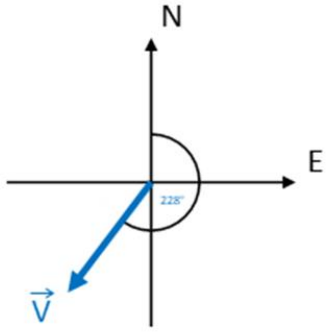
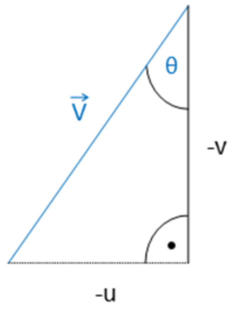
ÜLESANNE 1 LAHENDUS:

a) Hoovusemõõtja registreerib tegelikult kiiruse ida- ja põhjasuunalise komponendi (u, v). Arvuta nende väärtused.





Vastus: kiiruse idasuunaline komponent on –23,8 cm s^{-1} ja põhjasuunaline –21,4 cm s^{-1}

Lahendus:

$\cos \theta = v / |V| \Rightarrow v = |V| \cdot \cos \theta$

$\sin \theta = u / |V| \Rightarrow u = |V| \cdot \sin \theta$

$\theta = 228 - 180 = 48°$

$-v = 32 \cdot \cos(48)$

$-v = 21,4$

$v = -21,4$ cm s^{-1}

$-u = 32 \cdot \sin(48)$

$-u = 23,8$

$u = -23,8$ cm s^{-1}

b) Hoovuse kiiruseid >20 cm s^{-1} ei esinenud mõõtmisperioodi jooksul sageli, ent perioode, mil hoovuse kiirus oli >10 cm s^{-1} esines iga kuu. Septembri-oktoobri jooksul registreeriti hoovuse kiirusi >10 cm s^{-1} 345 korral. Mitu protsenti on see hulk kogu kahe kuu jooksul tehtud mõõtmistest? Hoovusemõõtja registreeris andmeid ühe tunnise sammuga.

Vastus: mõõdetud kiirustest 23,6% olid >10 cm s^{-1}

Lahendus:

Septembris on 30 ja oktoobris 31 päeva. Igas päevas registreeritakse andmeid 24 korda.

Andmepunktide hulk N = (30 + 31) = 1464

345 : 1464 * 100% = 23,6%

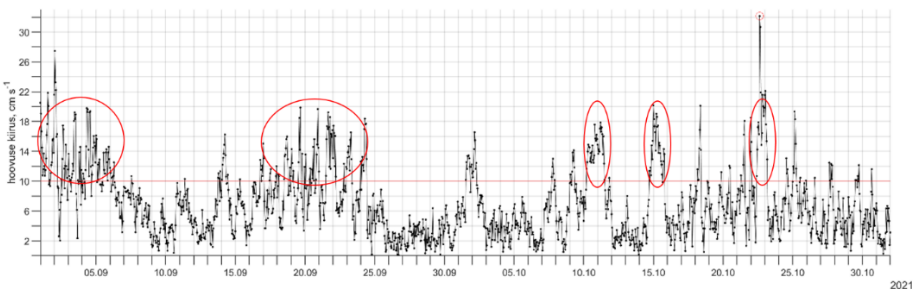
c) Hinda visuaalselt mitme erineva perioodi peale need väärtused jagunevad. Märgi need graafikule.

Perioodide märkimisel arvesta:

– kiirused on >10 cm s^{-1} umbes ühe päeva jooksul või kauem
– loe kaks periood üheks, kui kiirused on vahepeal <10 cm s^{-1} vähem kui ühe päeva jooksul

Vastus: erinevaid perioode oli 5

Lahendus:



ÜLESANNE 2 LAHENDUS
Arvutusülesanne
Siim helistas laborisse ja sai teada põhjaveeproovi keemilise analüüsi tulemused: K^+ = 5 mg/l, Na^+ = 19 mg/l, Ca^{2+} = 94 mg/l, Mg^{2+} = 23 mg/l, HCO_3^- = 334 mg/l, Cl^- = 9 mg/l, and SO_4^{2-} = 64 mg/l. Mingit lämmastiku ühendit oli veel 30 mg/l, aga kas see oli ammoonium NH_4^+, nitraat NO_3^- või nitrit NO_2^-, seda ei jõudnud Siim kirja panna. Milline katiooni või aniooni nimetus võis jääda märkimata?
Lahendamisel võib kasutada Mendelejevi tabelit.
Lahenduskäik:

1. K^+ = 5 mg/l
2. Na^+ = 19 mg/l
3. Ca^{2+} = 94 mg/l
4. Mg^{2+} = 23 mg/l
5. HCO_3^- = 334 mg/l
6. Cl^- = 9 mg/l
7. $SO4^{2-}$ = 64 mg/l

Iga iooni jaoks leitakse iooni hulk n ühes liitris vees jagades kontsentratsiooni läbi iooni molaarmassiga M (nt n(SO_4^{2-}) = 64 mg / (32,1 + 4*16,0) g/mol = 0,666 mmol)

$$\frac{kontsentratsioon}{iooni\ molaarmass} = iooni\ hulk\ 1\ L\ vees$$

1. $\frac{5\ mg}{39.1} = 0.128\ mmol$
2. $\frac{19\ mg}{23.0} = 0.826\ mmol$
3. $\frac{94\ mg}{40.1} = 2.344\ mmol$
4. $\frac{23\ mg}{24.3} = 0.947\ mmol$
5. $\frac{334\ mg}{1+12+3*16.0} = 5.475\ mmol$
6. $\frac{9\ mg}{35.5} = 0.254\ mmol$
7. $\frac{64\ mg}{32.1+4*16.0} = 0.666\ mmol$

Ioontugevuse leidmiseks korrutatakse ainehulk läbi iooni laenguga (nt ioontugevus(SO_4^{2-}) = 0,666 x -2 = -1,332)

1. $0.128 * (+1)$
2. $0.826 * (+1)$
3. $2.344 * (+2) = 4.688$
4. $0.947 * (+2) = 1.894$
5. $5.475 * (-1)$
6. $0.254 * (-1)$
7. $0.666 * (-2) = -1.332$

Liites põhjavee keemilises analüüsis toodud ioonide tugevused kokku ei ole tugevuste summa null. Analüüsist puuduva iooni saab tuletada katse-eksituse meetodil teades, et puuduva iooni sisaldus on 30 mg/l.

$$0.128 + 0.826 + 4.688 + 1.894 - 5.475 - 0.254 - 1.332 = 0.474$$

NH_4^+
NO_3^-
NO_2^-,

a) $\frac{30\ mg}{14+4*1} = 1.667\ mmol$

b) $\frac{30\,mg}{14+3*16} = 0.484\,mmol$
c) $\frac{30\,mg}{14+2*16} = 0.652\,mmol$

a) $1.667 * (+1)$
b) $0.484 * (-1)$
c) $0.652 * (-1)$

Vastus: nitraat NO_3^- iooni tugevuse liitmisel on tugevuste summa ligikaudu null.

ÜLESANNE 3 LAHENDUS

a) Kogu Päikese poolt kiiratav võimsus on $P_{päike} \cdot S_{päike} = \sigma\epsilon_{päike}T^4 4\pi R^2$. Maale jõudes on see võimsus jaotunud üle sfääri, mille raadius on Päikese ja Maa vaheline kaugus L. Solaarkonstant avaldub seega

$$I_0 = \frac{\sigma\epsilon_{päike}T^4 4\pi R^2}{4\pi L^2} = \frac{\sigma\epsilon_{päike}T^4 R^2}{L^2} =$$

$$= \frac{5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 1{,}00 \cdot 5780^4 \cdot (6{,}96 \cdot 10^8)^2}{(1{,}50 \cdot 10^{11})^2} \approx 1360\ \frac{W}{m^2}.$$

b) Päikeselt Maa pinnale jõudev koguvõimsus on $I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot \pi r^2$, kus πr^2 on Maa ristlõikepindala. Kogu Maa poolt kiiratav võimsus on $\sigma\epsilon_0 T^4 \cdot 4\pi r^2$, kus $\epsilon_0 \approx 0.9$ on tekstis antud emissioonitegur, T on Maa temperatuur ja $4\pi r^2$on Maa pindala. Kiirgusliku tasakaalu tingimus on seega

$$I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot \pi r^2 = \sigma\epsilon_0 T^4 \cdot 4\pi r^2,$$

millest

$$T = \sqrt[4]{\frac{I_0 \cdot (1-\alpha)}{4\sigma\epsilon_0}} = \sqrt[4]{\frac{1360 \cdot 0{,}7}{4 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}9}} \approx 261\ K = -12\ ℃.$$

Kui Maa neelaks kogu temale langeva kiirguse, siis $\alpha = 0$ ja me saame Maa temperatuuriks

$$T = \sqrt[4]{\frac{I_0}{4\sigma\epsilon_0}} = \sqrt[4]{\frac{1360}{4 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}9}} \approx 286\ K = 13\ ℃.$$

c) Päikeselt saabub aasta (365 päeva) jooksul Maa pinnale energia

$$I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot \pi r^2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 =$$
$$= 1360 \cdot 0{,}7 \cdot \pi \cdot (6{,}37 \cdot 10^6)^2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \approx$$
$$\approx 3{,}83 \cdot 10^{24} J.$$

Päikeselt aastas saabuv energia on järelikult

$$\frac{3{,}83 \cdot 10^{24}}{8{,}8 \cdot 10^{20}} \approx 4350$$

korda suurem, kui inimkonna aasta jooksul toodetud ja tarbitud energia.

d) Kogu inimkonna energiatarbimise katmiseks on vajalik võimsus A/t, kus t on sekundite arv ühes aastas. See peab võrduma päikesepaneelide koguvõimsusega.
Kui Päike paistab täpselt risti paneeliga, siis on päikesepaneelidele kogupindalaga S langev võimsus $I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot S$, millest saadav kasulik võimsus on $I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot S \cdot \eta$. Nüüd on aga oluline tähele panna, et öösel ei saa päikesepaneelid energiat toota. Seetõttu tuleb pinnaühikule langeva võimsuse jaoks $I_0 \cdot (1-\alpha)$ asemel kasutada üle kogu Maa pinna keskmistatud kiirgusvõimsust pinnaühiku kohta, mis on neli korda väiksem:

$$\frac{Koguvõimsus}{S_{Maa}} = \frac{I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot \pi r^2}{4\pi r^2} = \frac{I_0 \cdot (1-\alpha)}{4}$$

Seega me saame

$$\frac{I_0 \cdot (1-\alpha)}{4} \cdot S \cdot \eta = \frac{A}{t},$$

millest

$$S = \frac{4A}{I_0 \cdot (1-\alpha) \cdot \eta \cdot t} = \frac{4 \cdot 8{,}8 \cdot 10^{20}}{1360 \cdot 0.7 \cdot 0.2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \approx$$
$$\approx 5{,}86 \cdot 10^{11}\ m^2 = 586\ 000\ km^2.$$

Selle pindala sisse mahub umbes 12,9 Eestit.

e) Et maapinna tegelik keskmine temperatuur T_k on teada, siis saame Stefan-Boltzamanni seadusest leida ka maapinna tegeliku kiirgusvõimsuse, mis jääb ühe tundmatuna sisaldama Maa emissiooniteguri efektiivset väärtust ϵ_{eff}. Soojusliku tasakaalu korral peab kogu tegelik kiirgusvõimsus olema võrdne kogu Päikeselt saabuva kiirgusvõimsusega:

$$\sigma \epsilon_{eff} T_k^4 4\pi r^2 = I_0 \cdot (1-\alpha)\pi r^2,$$

Millest

$$\epsilon_{eff} = \frac{I_0 \cdot (1-\alpha)}{4\sigma T_k^4} = \frac{1360 \cdot 0{,}7}{4 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot (273+15)^4} \approx 0{,}61.$$