## 2023. gada Latvijas atklātā fizikas olimpiāde

**11.-12. klases komplekts.**

**20. uzdevums.**

“**Mirdzošais sniegs**” Ziemas saules gaismā svaigi izsnidzis sniegs mirdz. Novērtējiet vidējo attālumu starp blakus esošiem atspīdumiem, pieņemot, ka sniega virsmu veido nejauši orientēti plakani kristāli, kuru izmērs ir 1 mm. Saules leņķiskais diametrs ir 0,5°.

«**Снежные искры**» Свежий снег «искрится» в свете зимнего солнца. Оцените среднее расстояние между соседними блёстками, приняв, что поверхность снега покрыта случайно расположенными плоскими кристаллами размером 1 мм. Угловой диаметр Солнца 0,5°.

**Atrisinājums:**

Vispirms atrisināsim uzdevumu cilvēkam ar vienu aci. Dabiski pieņems, ka cilvēks redz dzirksteli tur, kur sniega kristāla plakana spoguļvirsma ir orientēta tā, ka pēc atstarošanās Saules gaisma iekļūst novērotāja acī.

Sniega kristāla leņķiskais izmērs, skatoties no augstuma 1.5 m, ir vienmēr mazāks par $\frac{1}{1500}$ rad, t.i., par 0,04°. Tātad, visdrīzāk caur šo mini-spoguli mēs vai nu “redzēsim” nelielu daļu no Saules diska, vai nu neredzēsim to.

Saules disks aizņem $Ω=πα^{2}/4 =0,196$ kvadrātgrādus, bet pilnais telpas leņķis ir $4π$ steradiāni = $4π⋅\left(\frac{180}{π}\right)^{2}$= 41 253 kvadrātgrādus. Tātad, Saule aizņem $\frac{Ω}{4π sr}=4,75⋅10^{-6}$ no pilnā telpas leņķa. Varbūtība nejauši orientētam kristālam atstarot Saules gaismu novērotāja acī līdz ar to ir vienāda ar $p=\frac{1}{2}⋅\frac{Ω}{4π sr}=2,38⋅10^{-6}$. Faktors $\frac{1}{4}=2⋅\left(\frac{1}{2}\right)^{2}$ ir divu faktoru reizinājums: (a) pagriežot kristālu pa katru no divām dimensijām, atstarotā stara virziens mainās divreiz vairāk, nekā kristāla virziens, un (b) kristālam ir divas atstarojošās plaknes. Vidēji, viens kristāls no $\frac{1}{p}=4,2⋅10^{5}$ atstaros Saules gaismu noteiktā virzienā. Attālums starp šiem kristāliem būs vidēji $D=l\sqrt{\frac{1}{p}}=65$ cm.

Attālums starp cilvēka acīm sastāda ap $Δ≈6$ cm. Skatoties no sniega kristāla, tas ir vienāds ar Saules leņķisko diametru, ja kristāls atrodas attālumā $L=\frac{Δ}{\sin(\left(α\right))}≈\frac{Δ}{α}=\frac{6 cm}{0,5⋅π/180}≈7$ m. Tuvāk esoši kristāli katrs apspīd savu aci, līdz ar to attālums starp “dzirkstelēm” cilvēkam ar divām acīm samazināsies un sastādīs ap $\frac{D}{\sqrt{2}}=46$ cm. Tomēr, ja attālums līdz kristāliem ir daudz lielāks par *L*, tad no katra kristāla atstarojums visdrīzāk iekritīs abās acīs un vidējais attālums starp kristāliem būs *D*.