

## 1. Uždavinys

Kosmoso ekspedicijoje astronautas Markas Watney tiria naujai atrastą Gliese 12 b egzoplanetą, kuri yra  $3,77 \times 10^{14}$  km atstumu nuo Žemės. Tyrinėdamas planetos atmosferą, jis vieną dieną atranda nežemiškų mikroorganizmų egzistavimą. Susijaudinęs Markas nedelsdamas išsiunčia šviesos signalą į Žemę, kad pasidalintų savo atradimu. Žemėje esantis misijų kontrolės centras gauna signalą ir akimirksniu atsako į jį. Atsakykite, koks yra atstumas tarp Žemės ir Gliese 12 b egzoplanetos šviesmečiais? (1 šm =  $9,5 \times 10^{15}$  m). Per kiek mėnesių Marko signalas, sklindantis šviesos greičiu, pasieks Žemę? Kiek iš viso laiko (mėnesiais) užtruks pilnas apsikeitimas signalais į abi puses? (3 balai)

### Sprendimas.

Žinant, kad 1 šviesmetis yra  $9,5 \times 10^{15}$  m ir atstumas tarp Žemės ir Gliese 12 b egzoplanetos yra  $3,77 \times 10^{14}$  km ( $3,77 \times 10^{17}$  m), galime apskaičiuoti atstumą tarp šių planetų šviesmečiais:

$$D = \frac{3,77 \cdot 10^{17}}{9,5 \cdot 10^{15}} = 39,7 \text{ šm}$$

Kadangi šviesa per metus nukeliauja 1 šviesmetį, laikas, per kurį ji pasiekia Žemę, yra  $t = 39,7$  metai. Pavertus į mėnesius, gauname  $t = 39,7 \cdot 12 = 476,4$  mėnesiai. Viso signalas pirmyn ir atgal keliaus  $2t$ , t.y. 952,8 mėnesio.

**Atsakymas: 39,7 šm; 476,4 mėnesiai; 952,8 mėnesio.**

## 2. Uždavinys

Mokslininkas turi 128 g Polonio-210 mėginį. Jis palieka mėginį saugykloje ir grįžta po tam tikro laiko, bet pamiršta, kiek tiksliai dienų praėjo. Atlikęs matavimus, jis nustato, kad mėginyje liko 16 g pradinio izotopo. Yra žinoma, kad šis izotopas skyla alfa skilimo būdu, o jo skilimo pusėjimo trukmė yra 138 dienos. Kiek pusėjimo periodų įvyko? Kiek dienų mėginys buvo paliktas saugykloje? Kiek gramų pradinio Polonio-210 izotopo suiro per tą laiką? (5 balai)

### Sprendimas.

Pusėjimo metu medžiagos kiekis sumažėja perpus. Sekame, kiek kartų reikia padalyti 128 g, kol liks 16 g:

Po 1 pusėjimo periodo: 128 g  $\rightarrow$  64 g

Po 2 pusėjimo periodų: 64 g  $\rightarrow$  32 g

Po 3 pusėjimo periodų: 32 g  $\rightarrow$  16 g

Matome, kad įvyko  $n = 3$  pusėjimo periodai.

Kadangi vienas pusėjimo periodas trunka 138 dienas, bendras mėginio palikimo saugykloje laikas yra  $t = 3 \cdot 138 = 414$  dienų.

Pradinis mėginio kiekis buvo 128 g, o liko 16 g, tad suiręs kiekis yra  $\Delta m = 128 - 16 = 112$  g

**Atsakymas: 3 pusėjimo periodai; 414 dienų; 112 g.**

### 3. Uždavinys

Žmogus, stovintis vienoje gerai žinomos apskritosios salės, vadinamos „šnabždesių galerija“, pusėje gali šnabždėti, o kadangi garso bangos sklinda išilgai išlenktos sienos, kažkas, stovintis kitoje pusėje, gali jas aiškiai girdėti. Yra žinoma, kad salės skersmuo yra 50 metrų, kad garsas ore sklinda 340 m/s greičiu, o, kai kas nors šnabžda, garsas sklinda išlenkta siena. Jei vienas žmogus išleis garsą, kurio dažnis yra 500 Hz, per kiek laiko garsas pasieks kitoje salės pusėje esantį žmogų? Koks yra garso bangos ilgis? (3 balai)

#### Sprendimas.

Garsas turi sklisti per pusę apskritos salės perimetro. Apskritimo perimetras (ilgis):

$$C = \pi d = \pi \cdot 50 = 157 \text{ m}$$

Šnabždesys nukeliauja pusę salės apskritimo:  $s = \frac{157,08}{2} = 78,5 \text{ m}$

Tuomet, laikas per kurį garsas pasieks kitą žmogų, yra  $t = \frac{s}{v} = \frac{78,5}{340} = 0,23 \text{ s}$

Bangos ilgis:  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{500} = 0,68 \text{ m}$

**Atsakymas: 0,23 s; 0,68 m.**

### 4. Uždavinys

Į kambario apšvietimo tinklą įjungtos dvi lemputės, kurių varža 200  $\Omega$  ir 300  $\Omega$ . Tinklo įtampa 120 V. Paskaičiuokite srovės stiprumą kiekvienoje lemputeje ir laiduose (iki jų šakojimosi), pilnutinę grandinės dalies, kurią sudaro dvi lemputės, varžą? Kaip yra lemputės sujungtos – lygiagrečiai ar nuosekliai, pagrįskite, kodėl taip manote? (5 balai)

#### Sprendimas.

Kadangi abi lemputės prijungtos prie to paties tinklo įtampos, vadinasi, jos yra sujungtos lygiagrečiai.

$$U_1 = U_2 = 120 \text{ V.}$$

Pagal Omo dėsnį ( $I = \frac{U}{R}$ ), apskaičiuojame srovės stiprumą kiekvienoje lemputeje:

$$I_1 = \frac{120}{200} = 0,6 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{120}{300} = 0,4 \text{ A}$$

Kadangi lemputės sujungtos lygiagrečiai, bendras srovės stiprumas yra abiejų srovių suma:  $I = I_1 + I_2 = 0,6 + 0,4 = 1 \text{ A}$

Lygiagrečiai sujungtų varžų bendrąją varžą apskaičiuojame pagal formulę:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{200} + \frac{1}{300} = \frac{3}{600} + \frac{2}{600} = \frac{5}{600}$$

$$R = \frac{600}{5} = 120 \Omega$$

Taip pat, grandinės dalies, susidedančios iš dviejų lygiagrečiai sujungtų lempų, pilnutinė varža gali būti randama pagal Omo dėsnį:  $R = \frac{U}{I} = \frac{120}{1} = 120 \Omega$

**Atsakymas: Lygiagretus jungimas; 1 A; 120  $\Omega$**

## 5. Uždavinys

| Cheminio elemento simbolis | Masės skaičius | Atominis skaičius |
|----------------------------|----------------|-------------------|
| Rn                         | 222            | 86                |
| Po                         | 214            | 84                |
| Po                         | 218            | 84                |
| Bi                         | 210            | 83                |
| Pb                         | 214            | 82                |

Tam tikras radioaktyvus elementas patiria du alfa skilimus, tada du beta skilimus ir po to - dar vieną alfa skilimą. Po šių skilimų gaunamas švino-210 izotopas  ${}_{82}^{210}\text{Pb}$ . Iš lentelės nustatykite, koks buvo pradinis elementas prieš įvykusius skilimus, t.y., raskite jo masės skaičių ir atominį skaičių bei nustatykite cheminį elementą. Kiek protonų ir

neutronų turėjo pradinis elementas? Koks buvo pradinis radioaktyvaus elemento elektros krūvis, jei elementas buvo neutralus prieš skilimą? (6 balai)

### Sprendimas.

Yra žinoma, kad alfa skilimas vyksta pagal šią formulę  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$  ir branduolio masės skaičius sumažėja 4, o eilės numeris 2 vienetais. Beta skilimas vyksta pagal šią formulę  ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$  ir branduolio masės skaičius lieka nepakitęs, o eilės numeris padidėja 1.

Norint apskaičiuoti pradinį radioaktyvųjį elementą, galime pradėti nuo žinomo galutinio gautojo izotopo  ${}_{82}^{210}\text{Pb}$  ir atgaline seka nustatyti pradinį izotopą:

#### 1. Paskutinis Alfa skilimas

Alfa dalelė yra  ${}^4_2\text{He}$ , todėl masės skaičius  $A$  sumažėja 4, o atominis skaičius  $Z$  sumažėja 2 vienetais.

Prieš šį skilimą branduolys turėjo:

$$A_{\text{prieš skilimą}} = A_{\text{po skilimo}} + 4 = 210 + 4 = 214$$

$$Z_{\text{prieš skilimą}} = Z_{\text{po skilimo}} + 2 = 82 + 2 = 84$$

Elementas su  $Z = 84$  yra polonis ( ${}^{214}\text{Po}$ ), kuris egzistuoja gamtoje ir yra trumpaamžis radioaktyvus izotopas.

#### 2. Du beta skilimai

Kiekvienas beta skilimas padidina  $Z$  vienetu, todėl prieš juos buvo:

$$Z_{\text{prieš skilimą}} = Z_{\text{po skilimo}} - 1 - 1 = 84 - 2 = 82$$

Beta skilimai nekeičia masės skaičiaus, todėl masės skaičius išlieka tas pats:

$$A_{\text{prieš skilimą}} = A_{\text{po skilimo}} = 214$$

Elementas su  $Z = 82$  yra švinas ( ${}^{214}\text{Pb}$ ), kuris taip pat egzistuoja gamtoje kaip laikinas skilimo produktas.

#### 3. Alfa skilimas

Prieš šį skilimą branduolys turėjo:

$$A_{\text{prieš skilimą}} = A_{\text{po skilimo}} + 4 = 214 + 4 = 218$$

$$Z_{\text{prieš skilimą}} = Z_{\text{po skilimo}} + 2 = 82 + 2 = 84$$

Elementas su  $Z = 84$  yra Polonis-218.

#### 4. Pradinis alfa skilimas

Dar vienas alfa skilimas:

$$A_{\text{prieš skilimą}} = A_{\text{po skilimo}} + 4 = 218 + 4 = 222$$

$$Z_{\text{prieš skilimą}} = Z_{\text{po skilimo}} + 2 = 84 + 2 = 86$$

Elementas su  $Z = 86$  yra Radonas-222 ( ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ), kuris natūralus urano skilimo grandinės produktas.

Pradinis elementas,  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ , turėjo 86 protonus. Neutronų skaičių gauname atėmę protonų skaičių iš masės skaičiaus:  $A - Z = 222 - 86 = 136$  neutronai.

Žinoma, kad pradinis elementas buvo neutralus prieš skilimą. Bet kuris neutralus atomas turi vienodą protonų ir elektronų skaičių ir, kadangi protonų ir elektronų skaičius yra vienodas, jų krūviai tarpusavyje panaikina vienas kitą:

$$\text{Protonų krūvis: } p = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 86 = 1,376 \cdot 10^{-17} \text{ C}$$

$$\text{Elektronų krūvis: } e = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 86 = -1,376 \cdot 10^{-17} \text{ C}$$

$$\text{Bendras atomo krūvis: } p + e = 1,376 \cdot 10^{-17} + (-1,376 \cdot 10^{-17}) = 0$$

**Atsakymas:  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ; 86 protonai; 136 neutronai; 0.**

#### 6. Uždavinys

Jonas nusprendė išbandyti senovinį nardymo šalną, tačiau pastebėjo keistą reiškinį: jo balsas po vandeniui skamba daug žemesnis! Jonas žino, kad šviesos greitis vakuume yra  $3 \times 10^8$  m/s, o garso greitis vandenyje yra 1500 m/s. Jis susimąsto, koks yra vandens lūžio rodiklis pagal šviesos greitį vakuume ir vandenyje, jei žinome, kad šviesos greitis vandenyje yra  $2,25 \times 10^8$  m/s? Kiek kartų garsas sklinda greičiau vandenyje nei ore, jei ore jo greitis yra 340 m/s? Kodėl? (3 balai)

**Sprendimas.**

Lūžio rodiklis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,25 \cdot 10^8} = 1,33$$

Žinome, kad garso greitis vandenyje yra 1500 m/s, o ore – 340 m/s. Apskaičiuojame, kiek kartų garsas sklinda greičiau vandenyje nei ore:

$$\frac{1500}{340} \approx 4,41$$

Garso greitis vandenyje yra 4,41 karto didesnis nei ore. Garsas sklinda greičiau tankesnėse terpėse, nes dalelės yra arčiau viena kitos ir greičiau perduoda virpesius. Vanduo yra daug tankesnis už orą, todėl garso bangos jame juda greičiau. Dėl to po vandeniui garsas pasiekia mūsų ausis greičiau ir skamba kitaip nei ore.

**Atsakymas: 1,33; 4,41.**