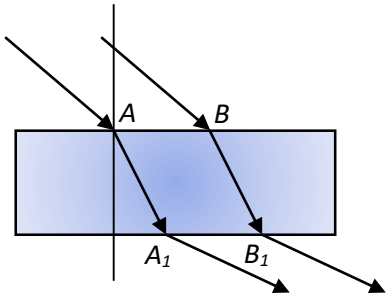
XXVII prof. K. Baršausko fizikos konkursas

Kaunas, 2023-03-04

10 klasė (25 balai)

1. Uždavinys

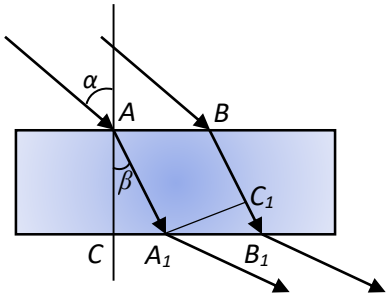
Į stiklinę (n = *1,5*) gretasienę plokštelę *45°* kampu krinta du lygiagretūs spinduliai kaip pavaizduota paveiksle. Atstumas tarp plokštelėje sklindančių spindulių yra *0,5 cm*. Koks atstumas yra tarp taškų A_1 ir B_1? **(4 balai)**



Sprendimas:

Duota: A_1C_1 = 0,5 cm = 5 ·10^{-3} m – atstumas tarp plokštelėje sklindančių spindulių; α = 45° - kritimo kampas; n = 1,5 – stiklo lūžio rodiklis.

Rasti: A_1B_1 – atstumą tarp taškų A_1 ir B_1.



Iš stačiojo trikampio $A_1B_1C_1$ randame:

$A_1B_1 = A_1C_1 / cos\beta.$

Statieji trikampiai ACA_1 ir $C_1A_1B_1$ yra panašūs, o kampai CAA_1 ir $C_1A_1B_1$ lygūs lūžio kampui β.

Lūžio kampą rasime pasinaudoję šviesos lūžio dėsniu:

$$\frac{sin\alpha}{sin\beta} = n.$$

Iš čia:

$$\sin\beta = \frac{sin\alpha}{n} = \frac{\sin 45^\circ}{1.5} = 0{,}471; \qquad \beta \approx 27°.$$

$$A_1B_1 = \frac{A_1B_1}{cos\beta} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{\cos 27°} = 5{,}5 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

Atsakymas: $5{,}5 \cdot 10^{-3}$ m.

2. Uždavinys

Prie *1 m* ilgio švininio laido galų prijungta *U = 10 V* įtampa. Kiek laiko *t* praeis nuo srovės tekėjimo pradžios iki momento, kai švinas pradės lydytis? Pradinė temperatūra $t_0=20\ ^oC$, švino lydymosi temperatūra $t = 327\,^oC$, savitoji varža $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-6}\ \Omega m$, savitoji šiluma $c = 125\ J/(kg\ K)$, tankis $\rho_0 = 11300\ kg/m^3$. Nepaisykite šilumos nuostolių į aplinką. (**5 balai)**

Sprendimas:

Šilumos kiekis, reikalingas pasiekti laido lydymąsi:

$$Q = cm(t - t_0)$$

Elektros srovės darbas:

$$A = \frac{U^2}{\mathrm{R}}\tau$$

Kadangi darbas šiuo atveju lygus šilumos kiekiui, sulyginus Q ir A formules bei išsireiškus τ:

$$\tau = \frac{cm(t - t_0)R}{U^2}$$

Varža išsireiškiama kaip:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

Laido masė išsireiškiama:

$$m = \rho_0 V = \rho_0 l S$$

Įsistačius laido masės ir varžos formules į laiko formulę ir suprastinus:

$$\tau = \frac{clS\rho_0(t-t_0)\rho l}{U^2 S} = \frac{c\rho_0(t-t_0)\rho l^2}{U^2} = 7{,}37\mathrm{s}$$

Atsakymas: 7,37 s

3. Uždavinys

Lazerio spindulys krinta statmenai į stiklinę plokštelę, esančia ore. Plokštelėje vienodu atstumu įrėžta daugybė tarpusavyje lygiagrečių rėžių. Lazerio generuojamos šviesos dažnis yra $5{,}64 \cdot 10^{14}$ *Hz*. Mažiausias kampas už plokštelės tarp centrinio ir nukrypusio spindulio yra $15{,}43^o$. Koks būtų šis kampas, jei atstumas tarp gretimų rėžių būtų dvigubai mažesnis? **(6 balai)**

Sprendimas:

Turime difrakcijos gardelę. Difrakcijos maksimumo sąlyga yra:

$$d \cdot sin\varphi = \pm k \cdot \lambda\,, \qquad (1)$$

čia d – difrakcijos gardelės periodas, φ – difrakcijos kampas, k – maksimumo eilė, skaičiuojama nuo centro, λ – šviesos bangos ilgis, kuris apskaičiuojamas:

$$\lambda = \frac{c}{f}\,, \qquad (2)$$

čia c – šviesos greitis vakuume, f – šviesos dažnis. Taigi

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8\ m/s}{5{,}64 \cdot 10^{14}\ Hz} = 532 \cdot 10^{-9}\ m\,.$$

Iš uždavinio sąlygos $k = 1$. Pasinaudojus (1) lygtimi, galima apskaičiuoti gardelės periodą:

$$d = \frac{k \cdot \lambda}{\sin\varphi} = \frac{1 \cdot 532 \cdot 10^{-9}\ m}{\sin 15{,}43} = 2000 \cdot 10^{-9}\ m\,.$$

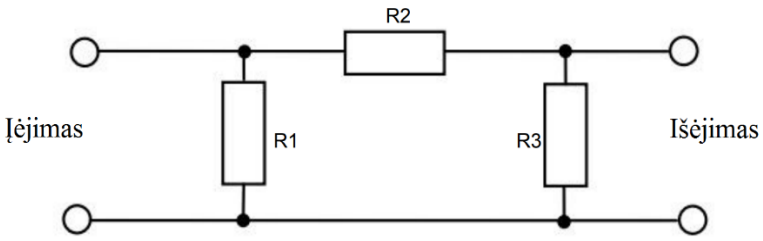
Kai gardelės periodas dvigubai mažesnis, mažiausias kampas už plokštelės tarp centrinio ir nukrypusio spindulio pasinaudojus (1) lygtimi apskaičiuojamas:

$$\varphi' = \arcsin\frac{k \cdot \lambda}{d} = \arcsin\frac{1 \cdot 532 \cdot 10^{-9}\ m}{1000 \cdot 10^{-9}\ m} = 32{,}14°\,.$$

Atsakymas: $\varphi' = 32{,}14°$.

4. Uždavinys

Prie paveiksle pateiktos elektros grandinės įėjimo gnybtų prijungus *100 V* įtampos šaltinį, prie išėjimo gnybtų prijungtas voltmetras indikuotų *30 V*. Prie išėjimo gnybtų prijungus ampermetrą jis indikuotų *1 A*. Jei *100 V* įtampos šaltinis būtų prijungtas prie grandinės išėjimo gnybtų, prie įėjimo gnybtų prijungtas voltmetras indikuotų *15 V*. Nustatykite paveiksle pateiktos elektros grandinės visų varžų varžos vertes. **(5 balai)**



Sprendimas:

U_1; U_2; U_3 – įtampos ant varžų R_1; R_2; R_3; U_{ij} – įtampa tarp įėjimo gnybtų, $U_{iš}$ – įtampa tarp išėjimo gnybtų, I_{amp} – ampermetro rodomos srovės stipris.

Išsireiškiama įėjimo įtampa, kuri lygi įtampai ant lygiagrečiai su įėjimo gnybtais sujungto varžo R_1:

$$U_{ij}=U_1=U_2+U_3.$$

Kadangi išėjimo įtampa yra lygi įtampai ant varžo R_3:

$$\frac{U_{ij}}{U_{iš}}=\frac{U_2+U_3}{U_3}=\frac{I\cdot R_2+I\cdot R_3}{I\cdot R_3}=\frac{R_2+R_3}{R_3}=\frac{100}{30}$$

Prijungtus idealų ampermetrą prie grandinės išėjimo gnybtų, srovė varžu R_3 netekės, tokiu atveju:

$$U_{ij}=U_2$$

$$R_2=\frac{U_2}{I_{amp}}=\frac{100}{1}=100\ \Omega$$

Jei 100 V įtampa prijungta prie grandinės išėjimo ir matuojama įtampa įėjime, analogiškai galima parašyti:

$$\frac{U_{iš}}{U_{ij}}=\frac{U_1+U_2}{U_1}=\frac{I\cdot R_1+I\cdot R_2}{I\cdot R_1}=\frac{R_1+R_2}{R_1}=\frac{100}{15}$$

Į išraiškas įsistačius R_2 reikšmę apskaičiuojamos kitų varžų varžos vertės:

$$R_3=R_2\frac{3}{7}=42{,}86\ \Omega$$

$$R_1=R_2\frac{3}{17}=17{,}65\ \Omega$$

Atsakymas: R_1=17,65 Ω, R_2=17,65 Ω, R_3=42,86 Ω

5. Uždavinys
Pateikite bent vieną šviesos greičio nustatymo eksperimento, kurį galite atlikti namuose, pavyzdį.
(3 balai)

Sprendimas:

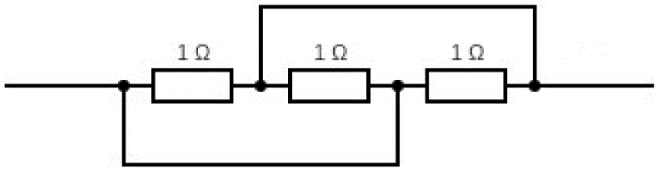
Šviesos greitis namuose gali būti išmatuotas naudojant šokolado plytelę, liniuotę ir mikrobangų krosnelę.

1. Iš mikrobangų krosnelės būtina išimti besisukančią platformą lėkštėms padėti.
2. Į mikrobangų krosnelės vidų (išilgai krosnelės ilgio) padedama šokolado plytelė.
3. Mikrobangų krosnelė įjungiama 1 sekundei.
4. Stebima ar šokolado paviršiuje nesusidarė ištirpusios zonos.
5. Kartojami 3-4 žingsniai kol pastebimos ištirpusios zonos
6. Liniuote nustatomas atstumas tarp pradėjusių tirpti šokolado vietų. Šis atstumas atitiks pusę mikrobangų krosnelės bangos ilgio, kadangi mikrobangų krosnelėje susidaro stovinti banga.
7. Šį atstumą padauginus iš dviejų ir iš mikrobangų krosnelės dažnio (2,45GHz) bus gautas šviesos greitis.

Teisingu sprendimu laikomi ir kiti eksperimento planai aprašantys kaip išmatuoti šviesos greitį naudojantis paprastomis priemonėmis.

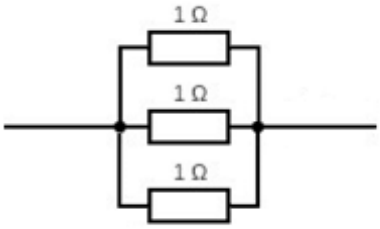
6. Uždavinys

Nustatykite bendrą šios grandinės, pateiktos paveiksle, varžą. Visų varžų *R =1 Ω*. **(2 balai)**



Sprendimas:

Schemą galima perbraižyti kaip parodyta:



Tuomet gauname

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Atsakymas: $R_B = \frac{1}{3}\Omega.$