



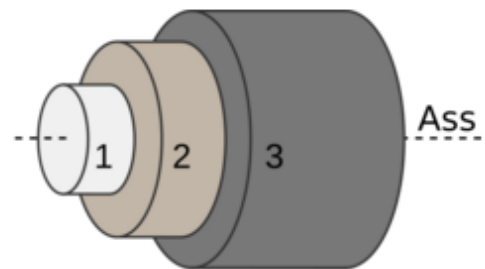
12. klase

Jums tiek piedāvāti trīs uzdevumi. Par katru uzdevumu maksimāli iespējams iegūt 10 punktus. Katra uzdevuma risinājumu vēlams veikt uz atsevišķas rūtiņu lapaspuses. Neaizmirstiet uzrakstīt risināmā uzdevuma soļa numuru. Baltais papīrs paredzēts melnrakstam - to žūrijas komisija neskatīsies. Laiks - 180 minūtes.

1. uzdevums

GAISMAS CEĻŠ

Optiskā šķiedra sastāv no cilindriskas serdes 1 un tai koaksiāla optiskā apvalka 2, kā arī ārējā apvalka 3 (skat. 1. attēlu). Serde un apvalks ir izgatavoti no optiski caurspīdīga materiāla, turklāt to laušanas koeficienti ir izvēlēti tādā veidā, ka pa optisko šķiedru pārraidāmais gaismas signāls ir lokalizēts serdē. Optiskais apvalks nav paredzēts gaismas pārvadīšanai, tāpēc tajā nonākusī gaisma ātri tiek absorbēta.

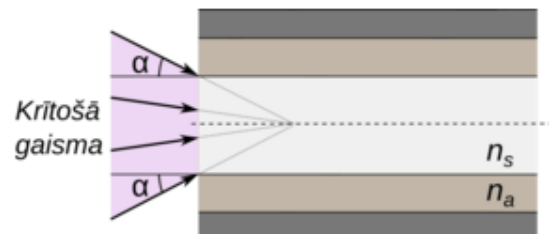


1. attēls

Šajā uzdevumā gaismas staru gaitu šķiedrā aprakstīsim ar ģeometriskās optikas sakarībām. Vienkāršības labad apskatīsim tikai starus, kas atrodas šķiedras ass plaknē.

A Kādā gadījumā ir sagaidāms, ka ģeometriskā optika neprecīzi aprakstīs gaismas izplatīšanos šķiedrā? Kāpēc?

B α ir maksimālais leņķis, pie kura visa gaisma, kas krīt nošķelta konusa iekšpusē konusa virsotnes virzienā (skat. 2. attēlu), izies cauri optiskajai šķiedrai. Skaitliskā apertūra s tiek definēta kā $s = \sin \alpha$. Pieņem, ka šķiedras garums ir daudzkārt lielāks par tās diametru un gaisma krīt no gaisma, kura laušanas koeficients $n_g = 1$.



2. attēls

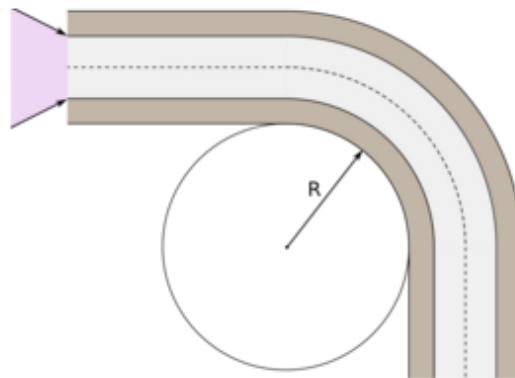
- 1) Aprēķināt α , ja serdes un apvalka gaismas laušanas koeficienti ir $n_s = 1.5$ un $n_a = 1.4$.
- 2) Pie kādām n_a vērtībām šķiedra pārvadīs pilnīgi visos leņķos krītošo gaismu, ja $n_s = 1.5$?

C Laikā $t = 0$ μs optiskās šķiedras, ar garumu $L = 300$ m, ieejā padod $\Delta t = 0.3$ μs ilgu gaismas impulsu. Otrā šķiedras galā signāls parādās laikā $t_1 = 1.45$ μs un beidzas laikā $t_2 = 1.90$ μs .

- 1) Aprēķināt serdes un apvalka gaismas laušanas koeficientus n_s un n_a .
- 2) Cik liela ir maksimālā šādu gaismas impulsu frekvence šķiedras ieejā, lai pauze starp diviem secīgiem signāliem izejā būtu vismaz $\Delta t_2 = 0.05$ μs ?

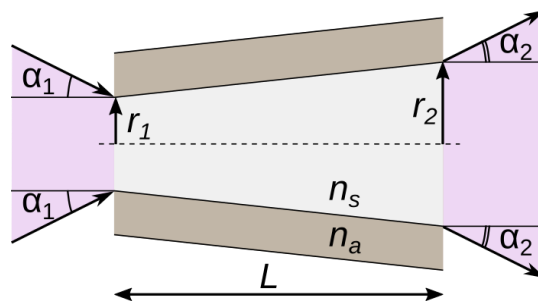
D Optiskās šķiedras ārējais apvalks ir noņemts un tā ir saliekta 90° leņķī kā parādīts 3. attēlā. Liekuma rādiuss ir R . Pieņemt, ka horizontālajā posmā gaisma neiziet ārpus serdes. Pieņemt, ka šķiedras materiālu laušanas koeficienti un rādiusi ir nemainīgi.

- 1) Kuros šķiedras posmos gaisma iziet ārā no šķiedras?
- 2) Kā šos zudumus iespējams samazināt?



3. attēls

E Iespējams izgatavot nošķelta konusa formas gaismas šķiedru, skat. 4. attēlu. Serdes un apvalka gaismas laušanas koeficienti ir $n_s = 1.5$, $n_a = 1.4$, serdes šaurā gala rādiuss $r_1 = 1.6$ mm, platā gala rādiuss $r_2 = 6$ mm, šķiedras garums $L = 40$ mm. Pieņemt, ka gaisma krīt no gaisa, kura laušanas koeficients $n_g = 1$.



4. attēls

Aprēķināt

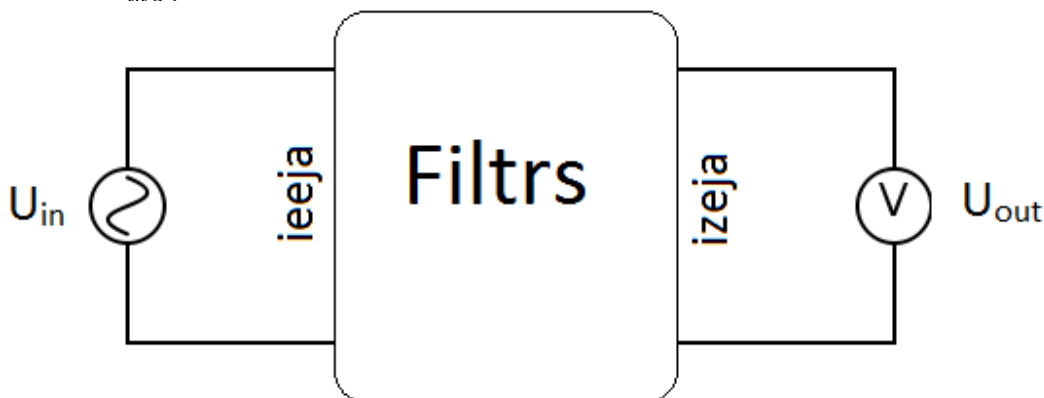
- 1) skaitlisko apertūru šaurajā galā $s_1 = \sin \alpha_1$
- 2) skaitlisko apertūru platajā galā $s_2 = \sin \alpha_2$. Risinājumu pamatot, konstruējot staru gaitu.

2. uzdevums

ELEKTRONISKIE FILTRI

Elektronisko signālu apstrādē liela nozīme ir filtriem. Filtram ir divi ieejas kontakti un divi izejas kontakti. Šajā uzdevumā pieņemsim, ka starp ieejas kontaktiem ir pielikts sinusoidāli mainīgs spriegums ar frekvenci f un efektīvo vērtību U_{in} . Šo spriegumu sauksim par ieejas signālu. Pie izejas kontaktiem ir pievienots maiņstrāvas voltmets, kurš rāda sprieguma efektīvo vērtību U_{out} (skat. 5. attēlu). Var uzskatīt, ka šī voltmetra elektriskā pretestība ir bezgalīgi liela.

Attiecību $H(f) = \frac{U_{out}(f)}{U_{in}(f)}$ sauksim par pārvades funkciju.

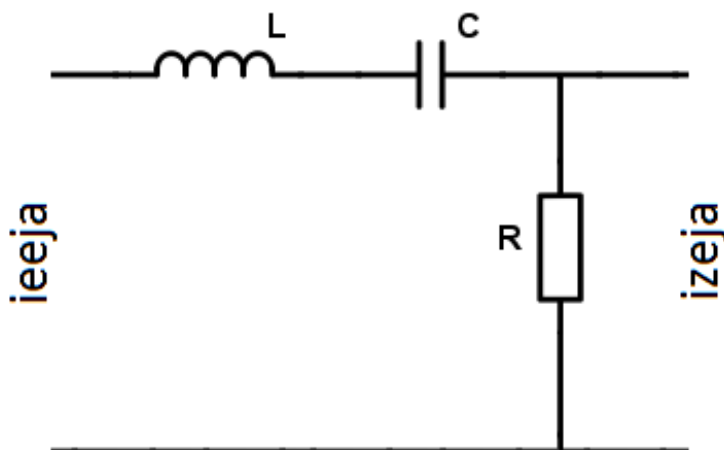


5. attēls. Filtra pieslēgšanas shēma.

- A** Dots viens rezistors ar pretestību R , viena spole ar induktivitāti L un vadi.
- 1) Kā no šiem elementiem var uzkonstruēt zemfrekvenču filtru? Augstfrekvenču filtru?
 - 2) Uzzīmē filtra elektrisko shēmu, norādot, kur pievienojami ieejas un izejas kontakti!
 - 3) Izsaki šī filtra pārvades funkciju ar lielumiem R , L , f !
 - 4) Uzskicē pārvades funkcijas atkarību no ieejas signāla frekvences, pieņemot, ka ieejas signāla efektīvā vērtība nemainās (R , L vērtības arī nemainās)!

B 6. attēlā parādīts kāds nezināms filtrs.

- 1) Izsaki šī filtra pārvades funkciju ar lielumiem R , L , C , f ! Ieejas signāla efektīvā vērtība ir nemainīga. Arī R , L , C , f vērtības ir nemainīgas.
- 2) Uzskicē šī filtra pārvades funkcijas atkarību no ieejas signāla frekvences!



6. attēls. Nezināmais filtrs.

C Pieņemsim, ka 6. attēlā parādītajā filtrā izmantoti sekojoši elementi $R = 200 \Omega$, $L = 0.1 \text{ H}$, $C = 0.25 \mu\text{F}$. Atrast frekvenču joslu, kurā šim filtram pārvades funkcijas $H(f)$ vērtība pārsniedz $1/2$.

D Elektronikas inženieri filtra pārvades funkciju $H(f)$ parasti mēra decibelos (dB): $H(f) [\text{dB}] = 20 \text{Log}_{10} H(f)$, kur $H(f)$ nozīmē iepriekš definēto pārvades funkciju, bet $H(f) [\text{dB}]$ ir šī pārvades funkcija, izteikta decibelos.

- 1) Atrast $H(f) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ vērtību decibelos.
- 2) Par cik decibeliem samazinās pārvades funkcija 6. attēlā parādītajam filtram, ja augstu frekvenču daļā frekvenci palielina divas reizes?
- 3) Par cik decibeliem samazinās pārvades funkcija 6. attēlā parādītajam filtram, ja zemu frekvenču daļā frekvenci samazina divas reizes?

ZEMLEDUS MAKŠĶERĒŠANA

Latvija ir vairākkārtēja pasaules čempione zemledus makšķerēšanā. Lai nodrošinātu makšķernieku drošību, ir jāseko līdzi ledus biezumam ūdenskrātuvēs. Jaukā ziemas rītā gaisa temperatūra ir $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ un uz ezera ir izveidojies 5 cm biezs ledus slānis.

A Aprēķināt, pēc cik ilga laika ledus kārtiņas biezums pieaugs līdz 6 cm.

B Novērtēt, pēc cik ilga laika šādos pašos laika apstākļos tiks sasniegts zemledus makšķerēšanai drošs ledus biezums, kas ir vismaz 15 cm.

Ūdens siltumvadīšanas koeficients ir $k_{\text{ūdens}} = 0.56\text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$, bet ūdens blīvums $\rho_{\text{ūdens}} = 1.0\text{ g/cm}^3$. Savukārt ledus siltumvadīšanas koeficients $k_{\text{ledus}} = 1.7\text{ W/m}\cdot^{\circ}\text{C}$, bet ledus blīvums $\rho_{\text{ledus}} = 0.92\text{ g/cm}^3$. Visbeidzot, ledus īpatnējais kušanas siltums $L = 333\text{ kJ/kg}$.

Uzziņai: Siltuma daudzums, kas laika vienībā izplūst caur materiāla slāni ar biezumu H un laukumu S , ir

$$Q = kS \frac{T_2 - T_1}{H}$$

kur T_1 un T_2 ir temperatūra dotā slāņa abās pusēs, bet k ir materiāla siltumvadīšanas koeficients.