

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 69. olimpiāde Eksperimentālais uzdevums 12. klase

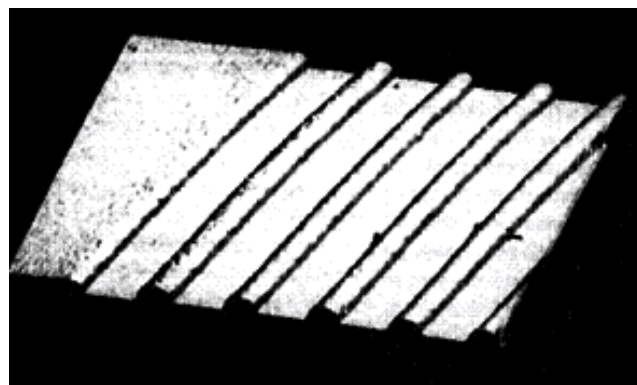
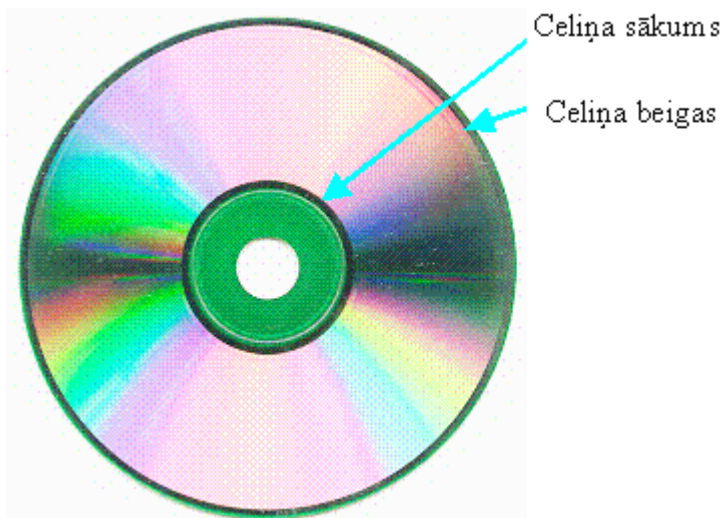
12 - EKS Mūzikas ieraksta garums kompaktdiskā

Uzdevums

Noteikt maksimālo mūzikas ieraksta garumu dotajam kompaktdiskam!

Dota kompaktdiska matrica, kurā iepresēts gluds, spirālveida celiņš, skat. attēlus. Ieraksta laikā lāzera stars pārvietojas ar nemainīgu ātrumu: 1,25 m/s attiecībā pret diska celiņu.

Pieņemot, ka skaņas ieraksta sākums un beigas sakrīt ar spirālveida celiņa sākumu un beigām, Jums jānosaka maksimālais iespējamais mūzikas ieraksta ilgums šajā diskā.



Celiņa daži pēdējie vijumi mikroskopā.

Darba piederumi:

- kompaktdiska matrica;
- lāzera rādītājs, kura starojuma viļņa garums ir 650 nm;
- dēlītis, kurš izmantojams arī kā ekrāns;
- lāzera turētājs nostiprināts uz dēlīša;
- mērlente.

Uzmanību!

- *Nekādā gadījumā nepieļaut tieša vai atstarota lāzera stara trāpījumu acī ne sev, ne citiem! Tā var nopietni sabojāt redzi.*
- *Lāzera rādītāju ieslēgt tikai mērīšanas brīdī.*

Piezīme

- *Lāzeru rādītāju var nofiksēt ieslēgtā stāvoklī, ja ieliek turētājā tā, lai tas vienlaicīgi piespiestu arī slēdža pogu.*
- *Ja stars kļuvis vājš, jālūdz apmainīt lāzerītis.*

Atrisinājums un vērtēšanas kritēriji

Eksperimentālais uzdevums

Risinājums

Ja ir dots ātrums, ar kādu ierakstošā vai nolasošā stara krišanas vieta uz kompaktdisku pārvietojas attiecībā pret kompaktdiska celiņu, mūzikas ieraksta ilguma noteikšanai jāzina celiņa garums.

1. Izmantojot lāzeru rādītāju un uzskatot kompaktdisku kā difrakcija režģi, ir iespējams noteikt attālumu starp celiņa blakus vijumu centriem.

Novietojot lāzeru rādītāju uz ekrāna (dēlīša) augšējās malas un virzot staru uz kompaktdisku, atstarotajā gaismā redzams difrakcijas centrālais maksimums un no tā uz abām pusēm – difrakcijas pirmie maksimumi. Izmērot attālumu starp maksimumiem un attālumu no kompaktdiska matricas līdz ekrānam, var aprēķināt difrakcijas leņķi φ .

Izmantojot difrakcijas režģa formulu: $d \sin \varphi = m \lambda$, kur $m = \pm 1$, bet $\lambda = 650$ nm, var aprēķināt režģa periodu, kas šai gadījumā ir attālums starp celiņa blakus vijumu centriem.

2. Izmērot celiņa iekšējo, ārējo rādiusu R_{ie} un $R_{ār}$, var aprēķināt kopējo celiņa vijumu skaitu matricā

$$N = \frac{R_{ār} - R_{iekš}}{2}$$

un vidējo rādiusu R_{vid} arī vidējo riņķa līnijas garumu $C_{vid} = 2\pi R_{vid}$.

3. Pareizinot vidējās riņķa līnijas garumu ar celiņu skaitu, iegūst kopējo celiņa garumu kompaktdiska matricā:

$$S = C_{vid} N_{vid}$$

4. Ieraksta ilgums aprēķināms pēc formulas:

$$t = \frac{S}{v}$$

kur $v = 1,25$ m/s.

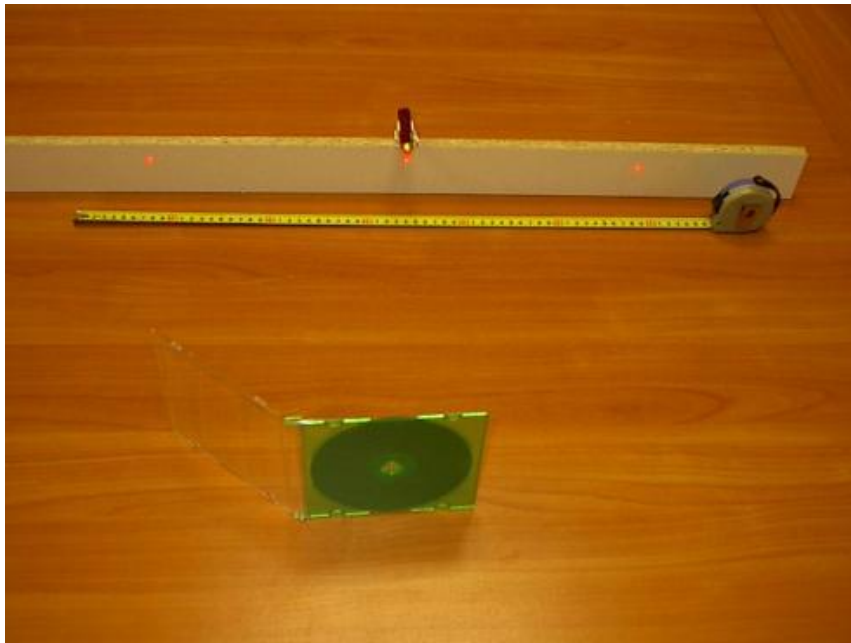
Cita metode

1. Izmantojot lāzeru rādītāju un uzskatot kompaktdisku kā difrakcija režģi, nosaka attālumu starp blakus celiņiem.

2. Aprēķina, cik liels diska virsmas laukums S_1 nepieciešams 1 sekundi ilgam ierakstam (1,25 m reiz attālums starp celiņa blakus vijumu centriem).

3. Aprēķina visu laukumu, ko uz matricas noklāj ieraksta celiņš: $S_{kop} = S_{ār} - S_{iekš}$.

4. Aprēķina maksimālo ieraksta garumu: $S_{kop} : S_1$.



Vērtēšanas kritēriji

Punkti jānodod arī par jebkuru citu šeit nenorādītu metodi, ar kuru iegūts pareizs rezultāts.

1. Noteikts difrakcijas periods un pareizi novērtēta kļūda (maksimāli – 4 punkti)
 - Difrakcijas periods $d = 1,20 \pm 0,05 \mu\text{m}$ - 3 punkti
 - Noteikts difrakcijas periods robežās $1,10 - 1,15 \mu\text{m}$ un $1,25 - 1,30 \mu\text{m}$ – 2 punkti.
 - Noteikts difrakcijas periods robežās $0,9 - 1,1 \mu\text{m}$ un $1,3 - 1,5 \mu\text{m}$ – 1 punkts.
 - Par citām perioda vērtībām punkti netiek doti.
 - Pareizi novērtēta difrakcijas režģa perioda kļūda – 1 punkts
2. Noteikts ieraksta maksimālais ilgums un pareizi novērtēta kļūda (maksimāli – 6 punkti)
 - $t = 101 \pm 5 \text{ min.}$ – 5 punkti
 - Ieraksta ilgums noteikts robežās no $90 - 96 \text{ min.}$ un $106 - 112 \text{ min.}$ – 2 punkti.
 - Pareizi novērtēta kļūda - 1 punkts
 - Ja nav noteikts ne ieraksta garums, ne periods, bet ir izmērīti diska celiņa iekšējie un ārējie rādiusi vai diametri, tiek piešķirti – 0,5 punkti.