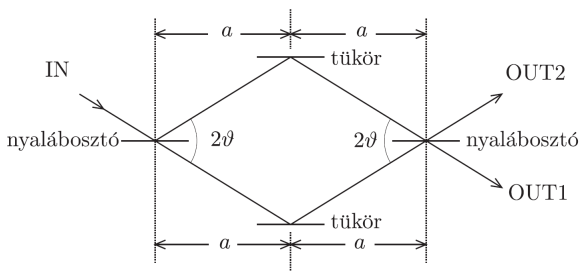


Olimpiai szakkör

2024. február 19.

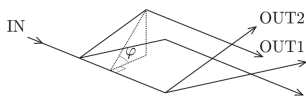
F1. Elvi áttekintés. Collela, Overhauser és Werner híres neutroninterferencia kísérletének egy olyan idealizált változatát vizsgáljuk, ahol a tükrökről és a nyalábosztókról feltételezzük, hogy tökéletesek. A kísérletben a gravitációnak a neutronok de Broglie-féle hullámtermészetére kifejtett hatását vizsgálták.

Fizikai elrendezés. Az interferométer elvi felépítése megegyezik a hasonló optikai interferométerek felépítésével, ami az 1.a. ábrán látható. A neutronok az IN bemeneten át lépnek be az interferométerbe, majd az ábrán látható két utat követik. A neutronokat az OUT1 és OUT2 kimenetek egyikén detektáljuk. A két út rombusz alakú területet zár be, amelynek tipikus mérete néhány cm^2 .



1.a. ábra

A neutronok de Broglie-hullámai (tipikus hullámhosszuk 10^{-10} m) úgy interferálnak, hogy amikor az interferométer síkja vízszintes, akkor az összes neutron az OUT1 kimeneten lép ki. Azonban, ha az interferométert φ szöggel megdöntjük a bejövő neutronok által alkotott tengely körül (lásd az 1.b. ábrát), akkor a megfigyelő a φ szögtől függő módon a neutronok másféle eloszlását észleli az OUT1 és OUT2 kimeneteken.



1.b. ábra

Hány ciklus (periódus) észlelhető az OUT1 kimenetnél, ha φ értéke $\varphi = -90^\circ$ -tól $\varphi = 90^\circ$ -ig növekszik? Egy ciklust úgy értelmezzük, hogy a kimenetnél az intenzitás nagy intenzitásról kicsire csökken, majd visszánő nagyra. A beérkező neutronok de Broglie hullámhosszát jelölje: λ_0 .

F2.

a) Egy m tömegű pontszerű részecske két párhuzamos, egymástól L távolságra elhelyezkedő merev síklap között szabadon pattoghat rugalmasan. Sebessége merőleges a felületekre. Mekkora energiával rendelkezhet a részecske, ha anyaghullámként tekintünk rá?

b) Egy L hosszúságú, hozzá képest elhanyagolható szélességű és vastagságú térrészben N darab elektron van. Ebben a térrészben a potenciális energia nulla,

ezen kívül nagyon nagy. (Az elektronok egymással való kölcsönhatásától eltekinthetünk.) Mekkora a rendszer elektronjainak gerjesztéséhez szükséges minimális energia?

c) Becsüljük meg, legalább hány szénatomból állhat az a telítetlen kötéseket tartalmazó szénláncmolekula, amelynek vizes oldatát kémcsőbe helyezve zöld színűnek látjuk áteső fényben? (Két szénatom távolsága a telítetlen láncban $0,133$ nm.)

F3. Az alapállapotú hidrogénatom kötési energiája $13,6$ eV.

a) A "műion-hidrogén" egy olyan hidrogénatom, melyben az elektront egy vele azonos töltésű, de 207-szer nagyobb tömegű részecskével, a müonnal helyettesíthetjük. Mekkora a müion-hidrogén kötési energiája?

b) A "tau-hidrogén" egy olyan hidrogénatom, melyben az elektront egy vele azonos töltésű, de 3470-szer nagyobb tömegű részecskével, a tauval helyettesíthetjük. Mekkora a tau-hidrogén kötési energiája?

F4. Egy elektront nagyméretű, téglatest alakú dobozba zárunk. Adjunk nagyságrendi becslést arra, hogy a doboz vízszintes fenéklapja fölött milyen vastag rétegben "terül szét" az elektron, ha a gravitáció hatását is figyelembe vesszük.

F5. Napelem hatásfoka

A feladatban a következő adatokat használhatjuk: a Nap sugara: $R = 7,00 \cdot 10^8$ m, a Nap lumenitása (egységnyi idő alatt kisugárzott energia): $L = 3,85 \cdot 10^{26}$ W és a Föld-Nap átlagos távolsága: $d = 1,50 \cdot 10^{11}$ m.

a) Tegyük fel, hogy a Nap abszolút fekete testként sugároz. Ezt felhasználva határozzuk meg a Nap T felszíni hőmérsékletét!

A napsugárzás spektrumát jó közelítéssel a Wien-féle eloszlás adja meg. Eszerint a Naptól a Földre egy adott felületére egységnyi idő alatt, egységnyi frekvenciatartományban érkező energia:

$$u(f) = A \frac{R^2}{d^2} \frac{2\pi h}{c^2} f^3 e^{-\frac{hf}{k_B T}},$$

ahol f a frekvencia, A a bejövő sugárzás irányára merőleges felület nagysága, k_B a Boltzmann-állandó, c a fénysebesség, h pedig a Planck-állandó.

Az általunk vizsgált napelem tiszta szilíciumból készült, mely $E_g = 1,11$ eV szélességű tiltott sávval rendelkezik. Alkalmazzuk a következő modellt. Minden, $E > E_g$ energiájú foton egy elektront gerjeszt a tiltott sáv fölé. Ez az elektron E_g energiával járul hozzá a hasznos kimenő energiához, az esetleges többlet energiája hő formájában disszipálódik (nem hasznosul).

b) Számoljuk ki a szilíciumból készült napelem hatásfokát! A szükséges integrálokat keresd ki!

Jó munkát kívánok: Széchenyi Gábor