



Ministerul Educației, Cercetării și Tineretului
Olimpiada Națională de Fizică
Hunedoara, 09-15 aprilie 2007
Elméleti próba - tételek

XII

I.A. Egy pozitív pontszerű töltés egy l hosszúságú, vékony, nyújthatatlan és szigetelő szállal van felfüggesztve. A töltés egy vízszintes, egyenletesen eloszló, pozitív töltéssel feltöltött, sík dielektrikumhoz közel található és T_0 periódusú harmonikus rezgést végez egy függőleges síkban. *Határozzátok meg* a harmonikus rezgés periódusát ugyanarra az ingára, azonos körülmények között, ha a töltés nagysága változatlan marad, de előjelt vált. A rezgések légüres térben történnek. Ismert a g gravitációs gyorsulás.

B. Egy nyújthatatlan, L hosszúságú és M tömegű homogén húrt függőlegesen felfüggesztünk a Föld gravitációs terében. Egy adott pillanatban egy kis kalapáccsal gyengén, vízszintes irányban megütjük a húr felső végét. Ugyanabban a pillanatban a húr felső végével azonos szintről elengedünk egy kicsi golyót.

a) A húr alsó végétől *mekkora távolságra* hagyja el a golyó a húrban terjedő perturbációt?

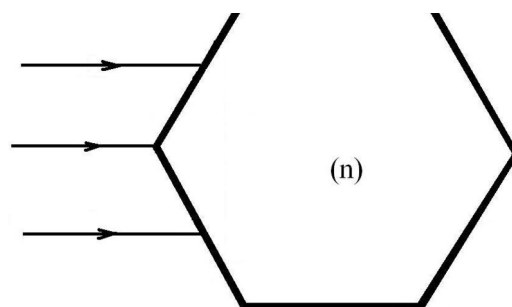
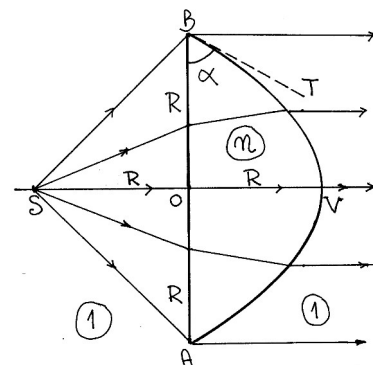
b) A golyó, elengedésétől számítva, *mennyi idő múlva* hagyja el a húrban terjedő perturbációt?

c) *Mekkora* a golyó, illetve a perturbáció számára az L távolság megtételéhez szükséges időtartamok aránya? Ismert a g gravitációs gyorsulás.

C. Az f fókusz távolságú nagyon vékony (ideális) kör alakú gyűjtőlencsét, melynek átmérője d , egy $D(> d)$ átmérőjű keretbe rögzítünk. A lencse mögött, ettől f távolságra (a lencse fókusz síkjában), merőlegesen a lencse optikai főtengelyére egy átlátszatlan ernyő található. A lencse előtt az optikai főtengelyen egy pontszerű fényforrás található. *Határozzátok meg* az ernyőn keletkező árnyék területének függését a lencse optikai középpontja és a pontszerű fényforrás közötti ℓ távolságtól, ha $f < \ell < \infty$. *Ábrázoljátok* grafikusan a kapott függvényt.

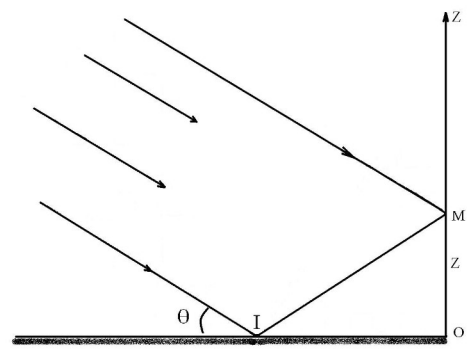
II. A. Egy forgásszimmetriával rendelkező AOBVA síkdomború lencse OV optikai főtengelyén egy S pontszerű fényforrás található. Tudva, hogy a lencse levegőbe van ($n_{\text{levegő}} = 1$), hogy $|SO| = |OV| = |OB| = |OA| = R$ és hogy egy, az S pontból kiinduló divergens (széttartó) fénynyaláb a lencséből való távozása után a főtengellyel párhuzamos lesz, *határozzátok meg* az átlátszó (és homogén) anyagból készült lencse n törésmutatóját, valamint azt az α szöget amit a BT érintő és a lencse BA síkfelülete határoz meg.

B. Egy szabályos hatszög keresztmetszetű, üvegből készült prizma egy párhuzamos, monokromatikus fénynyaláb esik. A nyaláb szélessége akkora, hogy a szélső sugarai a hatszög oldalának közepére esnek (lásd a rajzot). A prizma (n) törésmutatójának *mely értékeire* válik szét a beeső fénynyaláb két azonos, párhuzamos kilépő fénynyalábra melyek szimmetrikusak a hatszög közepén átmenő tengelyhez képest? A prizma levegőbe található ($n' = 1$).



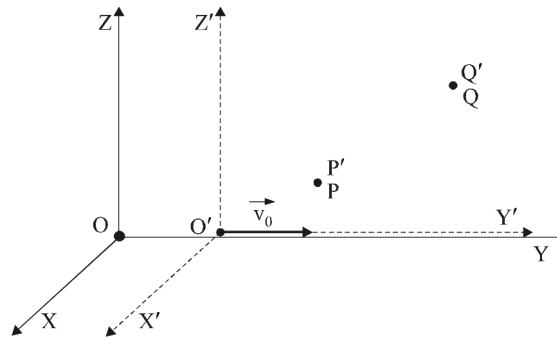
C. Egy vízszintes fémből készült síktükört egy $\lambda = 430\mu\text{m}$ hullámhosszú (infravörös), monokromatikus, párhuzamos elektromágneses sugárnyalábbal „világítunk” meg. A nyaláb széles és $\theta = 8^\circ$ -os szöget zár be a tükör felületével. Egy a tükörrre merőlegesen, a beesési síkban levő Oz függőleges tengely mentén egy M detektor mozoghat. A detektor optimális érzékenysége abba a hullámhossz tartományba esik melynek a $\lambda = 430\mu\text{m}$ hullámhossz középértéke. A detektor mozgása során rendre maximális és minimális erősségeket mér.

1) Feltételezve, hogy a tükör a beeső sugarakat teljesen visszaveri, *határozzátok meg* a $z = |OM|$ távolságokat, melyekre interferencia maximumokat és minimumokat kapunk, az ezeknek a szélső értékeknek megfelelő erősségeket, valamint a sávköz értékét.



2) Egy másik kísérlet során a beeső fénysugár lineárisan (síkban) polarizált. Az elektromos tér rezgési iránya merőleges a beesési síkra. A tükörnek az intenzitásra vonatkoztatott visszaverődési együtthatója (reflektancia) $R_{\perp} = 88\%$. Határozzátok meg, hogy az M detektor által az interferencia képen érzékelt maximumok és minimumok erősségének értékeit és számítsátok ki az érzékelt sávok láthatósági tényezőjét, melyet a következő kifejezés határoz meg: $V = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$.

III. Az S valamint az S' tehetetlenségi rendszerek origói a kezdeti $t = t' = 0$ pillanatban egybeestek. A tehetetlenségi rendszerek az alábbi ábrán vannak feltüntetve. A $t' \neq 0$ (O' megfigyelő szerint) pillanatban az S' vonatkoztatási rendszer $P'(x', y', z')$ pontjából fényjelet bocsátanak ki, légüres térben. A fényjelet $t' + \Delta t'$ pillanatban érzékelik az S' vonatkoztatási rendszer $Q'(x' + \Delta x', y' + \Delta y', z' + \Delta z')$ pontjában. Ugyanazt a két jelenséget (a jel kibocsátását a P' pontban illetve az érzékelését a Q' pontban) észleli az S vonatkoztatási rendszer O megfigyelője is, aki szerint a jelenségek az S vonatkoztatási rendszer P(x, y, z) illetve Q(x + Δx, y + Δy, z + Δz) pontjaiban játszódnak le, t illetve $t + \Delta t$ pillanatokban.



a) Bizonyítsátok be a következő összefüggést :

$$c^2(\Delta t')^2 - (\Delta x')^2 - (\Delta y')^2 - (\Delta z')^2 = c^2(\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2; (\Delta s')^2 = (\Delta s)^2,$$

ahol c a fénysebesség légüres térben. *Bizonyítsátok be* hogy az előbbi összefüggés akkor is fennáll, ha $\Delta t'$ két tetszőleges, E_{α} és E_{β} jelenség közti időintervallum, mely jelenségek az S' vonatkoztatási rendszer O' megfigyelője szerint S' rendszer P' illetve Q' pontjaiban történnek míg Δt ugyanazon két jelenség közti időintervallum, mely jelenségek az S rendszer O megfigyelője szerint az S rendszer P és Q pontjában történik. Hangsúlyozzátok ki a két szituáció közti mennyiségi különbséget. Fogalmazzatok meg egy következtetést az előző összefüggésnek megfelelően.

b) Adott két esemény, E_{α} și E_{β} , melyek az S vonatkoztatási rendszerben történnek különböző pontokban és ugyanabban a vonatkoztatási rendszerben észlelik őket. Az események nem egyidejűek, egy $(\Delta s_{\alpha\beta})^2 > 0$ idő jellegű intervallum választja el őket egymástól. *Bizonyítsátok be* hogy: 1) nem létezik olyan S' tehetetlenségi vonatkoztatási rendszer, melyhez képest ezek egyidejűek lennének; 2) létezik egy olyan S' tehetetlenségi vonatkoztatási rendszer melyhez viszonyítva a két jelenség ugyanabban a pontban játszódik le.

c) Adott két esemény, E_{α} și E_{β} , melyek az S vonatkoztatási rendszerben történnek különböző pontokban és ugyanabban a vonatkoztatási rendszerben észlelik őket. Az eseményeket egy $(\Delta s_{\alpha\beta})^2 < 0$ térintervallum választja el egymástól. *Bizonyítsátok be* hogy: 1) nem létezik olyan S' tehetetlenségi vonatkoztatási rendszer melyhez viszonyítva a két esemény ugyanabban a pontban játszódik le; 2) létezik egy olyan tehetetlenségi vonatkoztatási rendszer melyhez viszonyítva a két esemény egyidejű.

Javasolta:

Prof. dr. Florea ULIU - Facultatea de Fizică - Universitatea din Craiova

Prof. dr. Mihail SANDU - Facultatea de Științe - Universitatea Lucian Blaga Sibiu