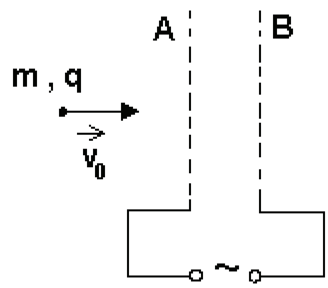
1. Mozgó elektronok

a. Igen keskeny elektronnyaláb $\vec{v}_0$ sebességgel mozog egy A és B fémrácsokból álló rendszer felé az 1-es ábrának megfelelően. A fémrácsokat egy $u = U_0 \sin \omega t$ feszültségű váltóáramú generátorra kapcsoljuk. Az elektron mozgásideje a két rács között sookkal kisebb mint a váltakozó feszültség periódusa.

Elemezd annak a lehetőségét, hogy a két rács közé, egy nagyon rövid idő alatt bejutó elektronok egy, a rácsokon kívüli pontban gyűljenek össze. Tudjuk, hogy ezen rövid időintervallum középpontja egybeesik azzal a pillanattal, amikor a váltakozó feszültség pillanatnyi értéke nulla. *Magyarázzuk a választ*. Határozd meg ennek a pontnak a B rácstól mért távolságát. Fejezd ki az eredményt az elektron m tömege, q töltése és a feladatban megadott mennyiségek függvényében. Vedd úgy, hogy az elektron sebességének változásai az elektromos tér hatására sokkal kisebbek mint v_0. A gravitáció hatásai elhanyagolhatók. Tudjuk hogy $v_0 << c$ (c - fénysebesség).



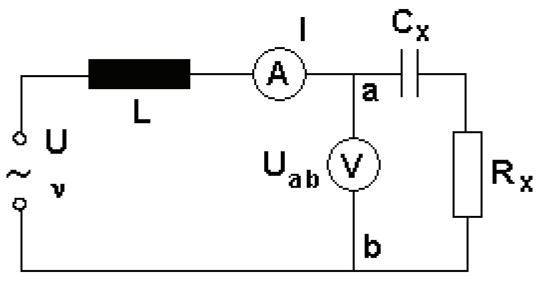
1-es ábra

b. Egy feltöltetlen síkkondenzátor fegyverzetei közötti távolság felénél egy elektron nyugalomban van. A síkkondenzátorra $u = U_0 \sin \omega t$ nagy frekvenciájú váltakozó feszültséget kapcsolunk. Ismerve az elektron m tömegét, q töltését és a fegyverzetek közti d távolságot, *határozd meg* azt az időintervallumot, ami alatt az elektron az egyik fegyverzetre ér. Hanyagold el a gravitáció hatásait és tételezd fel, hogy a kondenzátor fegyverzetei között légüres tér van, valamint azt, hogy a fezültség első fél periódusa alatt az elektron elmozdulása sokkal kisebb a fegyverzetek közötti d távolság felénél. Egy $f(t) = f(t+T)$ alakú, időben periódikusan változó függvény középértékét a következő kifejezés adja meg:

$$\bar{f}(t) = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)dt$$

Oldd meg ugyanezt a feladatot, feltéve, hogy a kondenzátorra kapcsolt váltakozó feszültség $u = U_0 \cos \omega t$, tudva, hogy $d > \frac{2v_0}{\omega}$

c. A 2-es ábrán feltüntetett áramkörben az ampermérő I áramerősséget, míg a C_x és R_x sorosan kapcsolt, ismeretlen áramköri elemekre kapcsolt voltmérő U_{ab} feszültséget mutat. *Határozd meg* az ábrán feltüntetett elektromos áramkör ismeretlen mennyiségeinek összefüggéseit a kapocsfeszültség U effektív értéke, a feszültség ν frekvenciája és a tekercs L induktivitása függvényében. Feltételezd, hogy az áramkörbe kapcsolt mérőműszerek ideálisak.



2-es ábra

2 Lencsék és fényforrások.

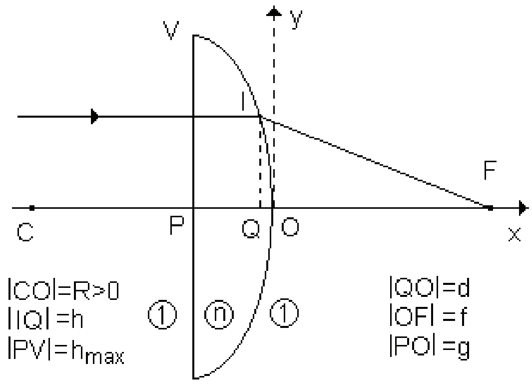
2. A.

a. Határozd meg a síkdomború lencse fókusztávolságát $f(h,n,R)$ (3-as ábra) a lencse optikai főtengelyével párhuzamosan, a tengelytől h távolságra beeső sugár esetében. A lencse szférikus felületének görbületi sugara $R(>0)$, valamint a lencse anyagának n törésmutatója ismertek. A lencse levegőben van $(n_{levego} = 1)$.

b. Vezessétek le az előző alpontban kapott összefüggést a következő sajátos esetekre: $h \to 0$ (paraxiális sugár) és $h \to h_{\max}$ (szélső sugár). Ez utóbbi esetben fejezzétek ki a fókusztávolság kifejezését *n*, *R* és a lencse *g* vastagsága függvényében (lásd az ábrát).

c. A *h* melyik értékeire nem jön létre teljes visszaverődés az I pontban?

d. Írjátok fel az IF egyenes egyenletét az xOy koordinátarendszerben, amiben a *h* mint paraméter szerepel. Utána *x*-et állandó paraméternek tekintve a $(0, f)$ intervallumban, fejezzétek ki az $y = y(h)$ függvényt. Hogy lehetne meghatározni a *h* távolság értékét a $[0, h_{\max}]$ intervallumban, amelyre az IF fénysugár *y* ordinátája maximális, egy $x = allando$ összefüggéssel jellemzett síkban?



3-as ábra

2. B. Pontszerű S fényforrás izotróp módon Φ összfluxust bocsát ki. A fényforrást az xOy tengelyek síkjában (az Ox tengely vizszintes) $\vec{v}_0$ kezdősebességgel θ_0 szög alatt hajitjuk el az Ox tengelyhez képest. ($\sin\theta_0 = \dfrac{2\sqrt{2}}{3}$). Határozzuk meg a vízszintes síkon lévő O pont megvilágítását abban a pillanatban amikor az OS maximális. A *g* gravitációs gorsulás állandó és ismertnek tekintjük.

3. Relativista kinematika

A mozgó P anyagi pont helyzetét az $\vec{r}(t)$ valamint az $\vec{r}\,'(t')$ helyzetvektorok adják meg az O valamint az O' origójú S és S′ tehetetlenségi vonatkoztatási rendszerekhez képest. Feltételezzük, hogy az S rendszer nyugalomban, míg az S′ $\vec{v}_0$ sebességgel egyenes vonalú egyenletes mozgást végez az S rendszerhez képest, úgy, hogy OY és O'Y' tengelyek irányítottságai egybe esnek, valamint OX//O'X' és OZ//O'Z'. A kezdő időpillanatban, amikor a két origó egybeesik, $t = t' = 0$.

a. Ismerve a fény sebességét légüres térben, c és ismerve a Lorentz transzformációk skaláris alakját vezesd le a Lorentz transzformációk vektoriális alakját, bebizonyítva, hogy ezek kifejezései:

$$\begin{cases} \vec{r}\,' = \vec{r} - \dfrac{(\vec{r}\,\vec{\mathrm{v}}_0)\,\vec{\mathrm{v}}_0}{\mathrm{v}_0^2}\left(1 - \dfrac{1}{\sqrt{1-\dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}}\right) - \dfrac{\vec{\mathrm{v}}_0 t}{\sqrt{1-\dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}} \\ t' = \dfrac{t - \dfrac{\vec{r}\,\vec{\mathrm{v}}_0}{c^2}}{\sqrt{1-\dfrac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}} \end{cases}$$

b. Felhasználva a Lorentz transzformációk fentebb megadott vektoriális alakját, határozd meg azt a vektoriális összefüggést, amely kifejezi az anyagi pont S′ vonatkoztatási rendszerhez viszonyított sebességét a test nyugalomban lévő S rendszerhez viszonyított sebességének függvényében.

A nyugalomban levő vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva egy fénysugár az XOY síkban terjed, egy olyan irány mentén, mely θ szöget zár be az OX tengellyel. Ismerve egy anyagi pont a két rendszerbeli sebesség összetevőinek skaláris alakjai közötti összefüggéseket, határozd meg a fény terjedési irányát a mozgó O’X’ rendszerhez képest.

c. Felhasználva a két rendszerhez viszonyított sebességek összetevői közötti összefüggéseket, valamint az időre vonatkozó Lorentz transzformációkat a két koordinátarendszer között, *határozd meg* az S' rendszerhez viszonyított gyorsulás összetevői kifejezéseit az S rendszerhez viszonyított gyorsulás összetevőinek függvényében. *Következtetések.*

A tételt javasolták:
prof.dr. Florea ULIU- Facultatea de Fizică - Universitatea din Craiova
prof.dr. Mihail SANDU- Facultatea de Ştiinţe - Universitatea Sibiu
prof. Delia DAVIDESCU – inspector - Serviciul Naţional de Evaluare şi Examinare - Bucureşti