

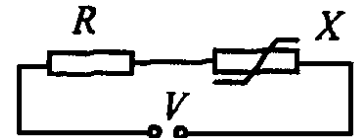
**OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA NAȚIONALĂ
30 IANUARIE - 4 FEBRUARIE 2011
ARAD**



1. Tétel

A. Áramkör nemlineáris áramköri elemmel.

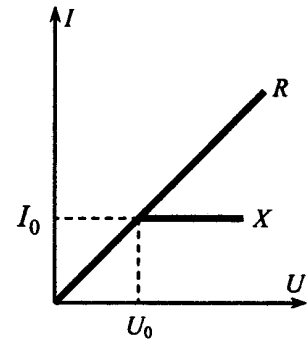
Az ábrán feltüntetett áramkör, egy R ellenállású ellenállásból, valamint egy vele sorosan kapcsolt nemlineáris, passzív, X -el jelölt áramköri elemből áll. Az áramkör kapocsfeszültsége V . A két áramköri elem feszültség-áramerősség jelleggörbéje a második ábrán látható, ahol az U_0 és I_0 értékeket ismertnek tekintjük. A $0 \leq U \leq U_0$ tartományban a két elem feszültség-áramerősség jelleggörbéje egybeesik. Különbség köztük csak az $U > U_0$ tartományban jelenik meg.



1) Határozzátok meg, hogy a hőhatással kibocsátott teljesítmények hányad része (η_1) fejlődik az X nemlineáris elemen, a következő két különböző esetben:

a) $V \leq 2U_0$ és b) $V = 4U_0$.

2) Az áramkörbe egy újabb X nemlineáris áramköri elemet helyezünk (sorosan kapcsolva). Ábrázoljátok a két nemlineáris, sorosan kapcsolt áramköri elem feszültség-áramerősség jelleggörbáját. A hőhatással kibocsátott teljesítmények hányad része (η_1) fejlődik a két sorosan kapcsolt X nemlineáris elemen, feltételezve, hogy $V = 4U_0$? Válaszoljatok ugyanerre a kérdésre ($\eta_3 = ?$) ha $V = 2,5U_0$. Mit mondhattok az η részarány értékéről, a $V > (n+1)U_0$, illetve a $V < (n+1)U_0$ esetekben, tudva, hogy n a sorosan kapcsolt (X) nemlineáris áramköri elemek számát fejezi ki?



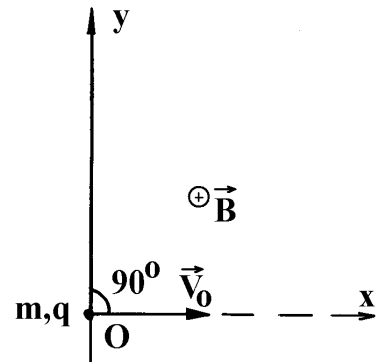
3) Egy, második X nemlineáris elemet párhuzamosan kapcsolunk az elsővel (kezdeti állapotban). Ábrázoljátok a két nemlineáris, párhuzamosan kapcsolt áramköri elem feszültség-áramerősség jelleggörbáját. A hőhatással kibocsátott teljesítmények hányad része (η_4) termelődik rajtuk, ha $V = 4U_0$? Válaszoljatok ugyanerre a kérdésre ($\eta_5 = ?$) ha $V = 2,5U_0$.

B. Viskozitással rendelkező közegben és mágneses mezőben található elektromosan töltött részecske.

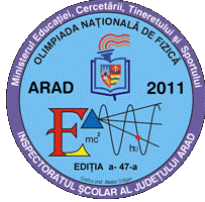
Az m tömegű, $q > 0$ töltésű részecske, az $x < 0$ légüres féltérből érkezik, és $\vec{V}_0(V_0, 0, 0)$ kezdősebességgel belép az $x > 0$ féltérbe, melyben mindenhol elektromos szempontból semleges, légnemű anyag található. Ebben a féltérben $\vec{B}(0, 0, -B)$, ahol $B(> 0)$ állandó indukciójú mágneses tér létezik, és a részecskére a gáz viszkozitása miatt egy, a sebességgel egyenesen arányos $\vec{F}_{fr} = -\alpha \vec{v}$ súrlódási erő hat.

Az α arányossági tényező melyik értékére nem hagyhatja el a részecske a viszkozitással rendelkező közeget, melyet a légüres tértől **szigorúan** határol az $x = 0$ sík?

Útmutatás: Az $e^{-1,5\pi\phi} = \phi$ exponenciális egyenlet megközelítő megoldása $\phi \approx 0,274$.



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI



OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA NAȚIONALĂ
30 IANUARIE - 4 FEBRUARIE 2011
ARAD



2. Tétel

A. Fénypálya egy nemhomogén közegben.

Egy fénysugár terjedésének problémája nemhomogén közegben, melynek törésmutatója változó, bizonyos esetekben megoldható a mechanika és optika analógiájának módszerével.

Feltételezzük, hogy az m tömegű P anyagi pont, az (xOy) síkban, a $V(P) = (m/2)\omega_0^2 x^2$ potenciális energiával jellemezhető konzervatív erő hatására mozog.

1) Írjátok fel az $\vec{r}(t) = \overrightarrow{OP}$ helyzetvektor $x(t)$ és $y(t)$ komponensei időbeli változásának egyenletét, tudva, hogy a kezdeti $t = 0$ időpillanatban, a P anyagi pont a karteziánus vonatkoztatási rendszer O origójában található, valamint, hogy a $\vec{v}_0$ kezdősebessége az Ox tengellyel θ_0 szöget zár be. Ezután határozzuk meg az anyagi pont pályájának $x = x(y)$ egyenletét. Vázoljátok az egyenlet grafikonját, és adjátok meg a pálya főbb geometriai karakterisztikáit.

2) Ha a P anyagi pont $\vec{v}$ pillanatnyi sebessége és az Ox tengely által bezárt szög θ , határozzátok meg egy adott pillanatban a sebesség modulusa $v = |\vec{v}|$ és az x abszcissza közötti összefüggést, valamint a $\sin \theta_0 / \sin \theta$ arány kifejezését, az adott időpillanatban, az x függvényében.

3) Egy nemhomogén optikai közeg törésmutatója csak az Ox tengely mentén változik, az $n(x) = n_0 \sqrt{1 - (x/\ell)^2}$ törvény szerint, ahol n_0 és ℓ pozitív állandók. Az adott közegben, vagyis az O origón áthaladó és az Oz tengelyre merőleges síkban egy fénysugár terjed. Legyen $\theta(x)$ egy adott pontban a fénysugár érintője és az Ox tengely által bezárt szög. Felhasználva Snelliusz – Descartes törvényt, határozzátok meg $n(x)$ és $\sin \theta(x)$ közötti lokális összefüggést. Feltételezd, hogy a fénysugár áthalad az (xOy) sík O origóján, valamint, hogy az origóban a fénysugár érintőjének szöge az Ox tengellyel θ_0 .

4) Felhasználva az említett analógiát a két különböző fizikai helyzet között, állapítsátok meg a fénysugár $x = x(y)$ pályaegyenletét az ℓ és θ_0 függvényében. Tárgyalás.

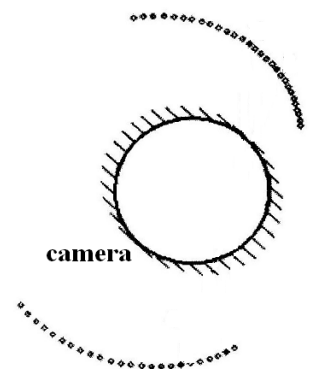
5) Vázoljátok a fénysugár pályájának alakját, és lokalizáljátok az összes pontot melyre $x = 0$. Melyek a θ szög értékei az adott pontokban?

B. Egy különleges optikai prizma

Egy háromszög főmetszetű, $n = 1,50$ törésmutatójú kvarcüvegből készült prizma törőszöge $\alpha = 15^\circ$. A prizma levegőben található ($n_{\text{levegő}} = 1$). Egy fénysugár a prizma beesési felületére esik $\beta = 30^\circ$ alatt, a beesési pontba húzott beesési merőlegeshez képest. Mekkora lesz a kilépési szög a lokális beesési merőlegeshez képest, a prizma másik felületén, ($\gamma = ?$)

C. Egy fényforrás helyzetének meghatározása

Egy henger alakú szoba falai fényvisszaverők. A szobában egy fényforrás található. A szoba henger alakú fala a fényforrásnak egy sor látszólagos képét hozza létre; néhányat ezek közül a mellékelt ábrán feltüntettünk (felülnézet). A szoba középpontjának helyzetét ismertnek tekintjük (az ábrán látható kör középpontja).





Határozzátok meg a fényforrás helyzetét, kizárólag egy mérőlécs segítségével. Támasszátok alá fizikai szempontból a használt módszert.

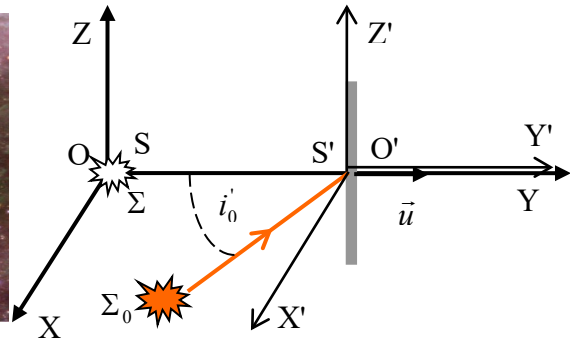
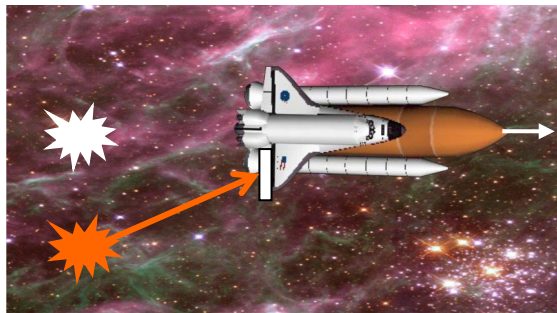
Pontositás: a mellékelt ábrán látható képek a fényforrással azonos síkban találhatók. (a sík merőleges a szoba függőleges tengelyére)

3. Tétel

A. Egy csillag fényének visszaverődése egy mozgó síktükrről

Egy, a Σ_0 csillag által kibocsátott fénysugár a Σ csillaghoz hozzárendelt $S(OXYZ)$ vonatkoztatási rendszer YOZ síkjában található, ahogy az a mellékelt ábrán is látható. A fénysugár visszaverődik egy olyan síktükör felületéről, ami egy űrhajóhoz rögzített $S'(O'X'Y'Z')$

mozgó vonatkoztatási rendszer $X'O'Z'$ síkjában található. Az űrhajó az OY tengely mentén mozog úgy, hogy a Σ csillaghoz viszonyított



sebessége $u = \beta c$, ahol c a légüres térben mért fénysebesség, $\beta < 1$, $O'Y' // OY$. A fénysugár beesési szöge, amit az űrhajó $S'(O'X'Y'Z')$ vonatkoztatási rendszerében található megfigyelő mér, i_0' .

a) *Határozd meg, a mozgó S' vonatkoztatási rendszerhez viszonyított r_0' visszaverődési szöget. Határozd meg az S nyugalomban levő vonatkoztatási rendszerhez viszonyított i_0 beesési és r_0 visszaverődési szöget i_0' és β függvényében. Hasonlítsátok össze a következő, a zárójelekben szereplő szögeket $(i_0; i_0')$, $(r_0; i_0')$, $(r_0; i_0)$. Ábrázoljátok ugyanazon az ábrán a beeső, valamint a visszavert sugár irányát, mindkét vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva. Határozd meg az összefüggést az i_0 beesési és az r_0 visszaverődési szög között az S vonatkoztatási rendszerben; Következtetés. Fejezd ki az űrhajó u sebességét i_0 , r_0 és c függvényében.*

b) Az űrhajóra szerelt tükört elforgatják az $O'X'$ tengely körül, az óramutató járásával megegyező irányba, úgy, hogy a tükör síkja és az $O'Y'$ tengely által bezárt szög θ_0 legyen. (az $S'(X'Y'Z')$ vonatkoztatási rendszerben mérve) A beeső sugár megtartja irányát. *Határozd meg azt a szöget, amellyel elfordult a tükör síkja az $S(OXYZ)$ vonatkoztatási rendszerhez viszonyítva, valamint a beesési szögek $(i'; i)$ és visszaverődési szögek $(r'; r)$ új értékeit, az $S'(O'X'Y'Z')$ és az $S(OXYZ)$ vonatkoztatási rendszerekhez viszonyítva.*

B. A Naprendszer rezgései a Galaxisban. "A Naprendszer a Galaxis síkjához képest rezgőmozgást végez. Amikor a Naprendszer a Galaxis sűrűbb tartományában mozog, az üstökösök mozgásában zavar keletkezik, egyesek belépnek így a belső Naprendszerbe és a Földdel is ütközhetnek. A sűrűbb tartományon való áthaladás 35-40 millió évenként ismétlődik meg. A Föld felszínén található kráterek korának vizsgálata azt mutatja, hogy ezen ütközések száma 36 millió évenként jelentősen megnövekszik. Ez a periódus egybeesik bizonyos élőlények tömeges kihalásával a Földön. Így magyarázhatjuk például a dinoszauruszok kihalását ezelőtt 65 millió évvel." (Science Daily, 2008, május 2)

c) Feltételezve azt, hogy a Naprendszer egy végtelen kiterjedésű de véges vastagságú gravitációs hék szimmetriasíkjának két oldala között mozog, valamint azt, hogy a csillagközi anyag sűrűsége $\rho = \text{allando}$, bizonyítsd be azt, hogy a Naprendszer a Galaxis síkjához képest rezgőmozgást végez és *határozd meg* ezen rezgések periódusát. Adottak: $\rho = 10^{-20} \text{ kg/m}^3$; $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Szerzők: Prof. Univ. dr. Florea Uliu
Facultatea de Fizică, Universitatea din Craiova

Prof. Viorel Solschi
Colegiul Național Mihai Eminescu, Satu Mare

Prof. dr. Mihail Sandu – Călimănești

Fordítótanárok: Szász Ferenc – „M. Eminescu” Főgimnázium – Szatmárnémeti
Faluvégi Ervin Zoltán – „Silvania” Főgimnázium – Zilah