

1. Feladat (Elektrománesség)

A. A függőlegesen elhelyezett, Π betű (görög ábécé) alakú rögzített fémkeret homogén mágneses térben található, melynek $\vec{B}$ mágneses indukciója merőleges a keret síkjára. Az MN vízszintes fémrúd, nyugalomból indulva súrlódásmentesen csúszni kezd a keret két függőleges oldalán, megtartva folytonosan az adott oldalakkal az elektromos érintkezést. Ismerve a keret függőleges oldalai közötti l távolságot, valamint a rúd m tömegét és R elektromos ellenállását, határozzátok meg:

- A rúd sebességét az idő függvényében $v = v(t)$;
- A rúd mozgásegyenletét $z = z(t)$;
- A rúd gyorsulását az idő függvényében $a = a(t)$.
- Ábrázoljátok grafikusán, minőségileg az a), b) és c) alpontokban kapott függvényeket.

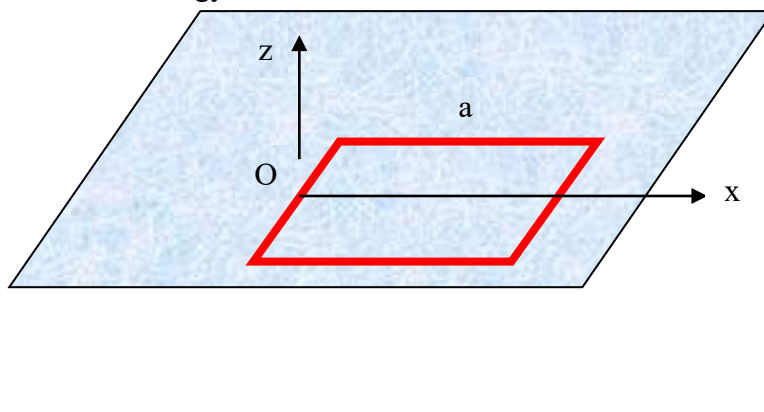
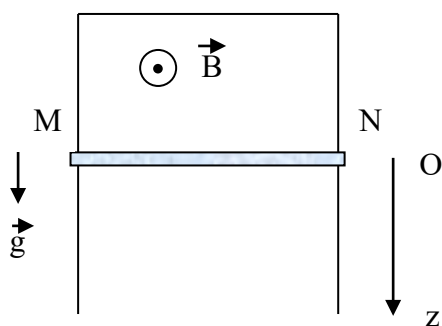
A keret elektromos ellenállása és induktivitása elhanyagolható. Ismert az adott hely gravitációs gyorsulása.

Útmutatás: Az $\frac{dy}{dx} = A + By$ alakú differenciálegyenlet, melyben A és B állandók, megoldásának

általános alakja $y(x) = -\frac{A}{B} + Ce^{Bx}$, ahol C integrálási állandó.

B. Az a oldalhosszúságú, L induktivitású, m tömegű négyzetes szupravezető ($R = 0$) fémkeretet egy vízszintes sima felületre helyezünk, úgy hogy teljes egészében egy nem homogén, függőleges mágneses térben legyen, melynek indukciója $B_z = B_0(1 + \alpha x)$ (ahol α egy pozitív állandó) törvény szerint változik az Ox tengely mentén. Az Ox tengely merőleges a keret két oldalára. A keret egy $\vec{v}_0(v_0, 0, 0)$ kezdősebességet kap.

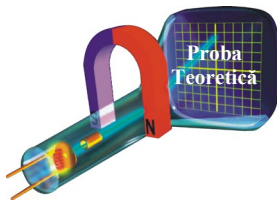
- Határozzátok meg a keret mozgásegyenletét, és adjátok meg a mozgás jellemzőit.
- Milyen hatással lenne a mozgásra a keretnek, egy nullától különböző elektromos ellenállás? (Minőségi magyarázat)



2. Feladat (Optika)

A. Az S_1 és S_2 pontszerű fényforrások egymástól levegőben d távolságra találhatók. Az általuk kibocsátott azonos λ hullámhosszú monokromatikus sugárzások fázisban vannak. A két fényforrástól

- Az 1, 2 valamint a 3-as tételeket külön, titkosított lapra kell megoldani
- Egy feladat keretén belül az a, b és c alpontok megoldási sorrendje tetszőleges.
- A munkaidő 3 óra, a tételek kiosztásának pillanatától számítva.
- A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépeket.
- Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár) A végleges pontszám az egyes pontszámok összege.



induló hullám interferenciájának eredményét S_1z , az S_1S_2 irányra merőleges tengely mentén figyeljük meg (az S_1 az origó szerepét játssza, amint a mellékelt ábrán látható).

a). Azonosítsátok a $z_{Max} > 0$ koordináták segítségével a maximális fényerősségű pontok helyzetét.

b). mennyi az interferenciamaximumok legmagasabb rendje és mekkora a megfelelő értéke koordinátának $z_{Max}^{(sup)}$?

c). Az $S_j, j=1,2$ fényforrások által kibocsátott hullámok $E_j = \frac{K}{r_j} \exp[i(kr_j - \omega t)]$ alakú

kifejezéssel írhatók le, ahol K egy pozitív, állandó amplitúdó, az r a lehetséges $j=1,2$ értékeivel az S_j hullámforrástól a z tengelyen található megfigyelési pontig mért távolság, míg a k és ω a megszokott mennyiségeket jelölik $\left(k = \frac{2\pi}{\lambda}, \text{ és } \omega = \frac{2\pi}{T}\right)$

Határozzátok meg az S_1 fényforrástól legtávolabb eső (utolsó) és e távoli maximumhoz legközelebbi (utolsóelőtti) maximumok fényerősségének arányát.

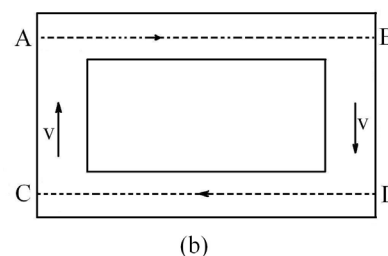
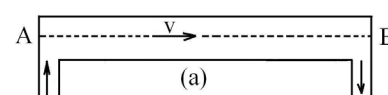
d). Találjátok meg annak a minimumnak a helyzetét (a z koordináta segítségével) melynek erőssége az előző alpontban kiszámított értékek között található.

e). Állandó-e (vagy sem) két egymással szomszédos maximum (vagy két minimum) közötti távolság? Támasszátok alá számításokkal az adott választ!

f). Mekkora a szélső maximumok fényerősségeinek aránya? Alkalmazás: $d = 0.1mm$, $\lambda = 700nm$

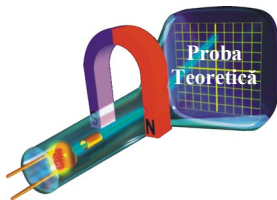
Útmutatás: a fényerősség egyenesen arányos az $|E|^2 = E * E$ mennyiséggel, ahol a csillag a komplex konjugálást jelenti; vegyük figyelembe az $\exp(i\theta) + \exp(-i\theta) = 2\cos\theta$ összefüggést.

B. 1). Egy átlátszó, a fényt nem elnyelő, folyadék egy AB tengelyű, ℓ hosszúságú csőben v sebességgel folyik [lásd az (a) ábrát]. A folyadékhoz kötött vonatkoztatási rendszerben a fény c/n sebességgel terjed, ahol $n (\neq 1)$ az adott közeg törésmutatója, a c pedig a fény terjedési sebessége légüres térben. Számítsátok ki relativisztikusan, hogy a laboratórium rendszerében található (S) megfigyelő számára mekkora t_{AB} időre van szüksége egy rövid fényjelnek, hogy megtegye az AB távolságot. Mennyi a t_{AB} ha $n \rightarrow 1$?



2). Megvalósítjuk a folyadék v sebességgel történő zártkörű áramlását amint a (b) ábrán látható. Feltételezzük, hogy az AB és CD szakaszok egyenlő l hosszúságúak. Egy monokromatikus, ω körfrekvenciájú síkhullám balról közeledve, az A és C pontokba azonos fázissal érkezik, és továbbterjed a két ágban A-tól a B-be, illetve C-től a D-be.

1. Az 1, 2 valamint a 3-as tételleket külön, titkosított lapra kell megoldani
2. Egy feladat keretén belül az a, b és c alpontok megoldási sorrendje tetszőleges.
3. A munkaidő 3 óra, a tételek kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépeket.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár) A végleges pontszám az egyes pontszámok összege.



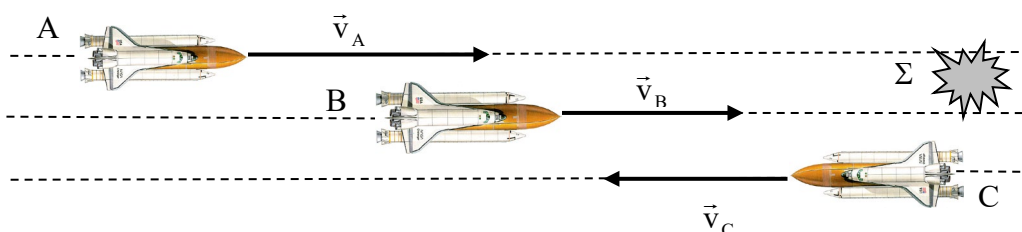
2.1). Felhasználva a sebességek relativista összetételének törvényét, határozzuk meg a B és D pontokba érkező rezgések fáziskülönbségét.

2.2). Hogy lehetne kísérletileg kimutatni a B és D pontokba érkező rezgések fáziskülönbségét? Mutassátok be egy általalatok, ebből a célból elképzelt kísérleti berendezés vázlatát.

3). Számítsátok ki újra az előző feladat 2.1) alpontjában kért fáziseltolódást a klasszikus (nem relativista) kinematikát felhasználva. Számítsátok ki a kapott eredmény esetében a határértékét, ha $n \rightarrow 1$, és értelmezzétek fizikailag a kapott eredményt.

3. Feladat (Relativista űrhajók)

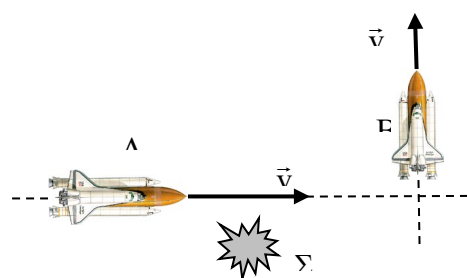
Három (A, B és C) űrhajó egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, három egymáshoz közeli, párhuzamos irány mentén, miközben a sebességeik egy mozdulatlan Σ csillaghoz viszonyítva $\vec{v}_A$, $\vec{v}_B$ és $\vec{v}_C$, a fény légüres térben történő terjedési sebességéhez (c) közeli, értékűek. A sebességek irányítottságát a mellékelt ábra szemlélteti. Az A és C űrhajók relatív sebessége a B űrhajóhoz képest azonos nagyságú és ellentétes irányítású ($\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$; $v_{AB} = v_{CB} = v$). Mindegyik űrhajón van egy óra.



Először az A és B űrhajók találkoznak. A találkozás pillanatában szinkronizálják óráikat, úgy, hogy mindkettő nulla órát mutasson. A következő találkozás pillanatában, amikor az A és C találkoznak, a C óráját szinkronizálják az A órájával és mindkettő t' időt mutat.

a) *Határozzátok meg* a B és C űrhajók órái által mutatott időt ezek találkozásának pillanatában, valamint ezen idők különbségét. Alkalmazzátok az eredményt a sajátos nem relativista ($v \ll c$) esetre.

b) Ismerve a v_A és v_C sebességeket, *határozzátok meg* v_B -t úgy, hogy az A és C űrhajók relatív sebessége a B űrhajóhoz képest egyenlő nagyságúak és ellentétes irányításúak legyenek ($\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$). *Magyarázzátok* az eredményt.



c) Állapítsátok meg a $\vec{v}_B$ sebességvektor elemeit (irányítottság és nagyság), tudva, hogy a $\vec{v}_B$ a B űrhajó Σ csillaghoz viszonyított sebességét jelöli, ha az A űrhajóban lévő megfigyelőnek úgy tűnik, hogy a B űrhajó hozzá képest $\vec{v}_{BA} \perp \vec{v}_A$ sebességgel mozog, amint a mellékelt ábrán látható. Ismertek: v_A és v_{BA} . Az eredményt alkalmazzuk a nem relativista ($v \ll c$) sajátos esetre.

Javasolták: prof. univ. dr. Florea Uliu - Universitatea din Craiova, prof. dr. Mihail Sandu - Călimănești și prof. Liviu Arici - C.N. „N.Bălcescu” - Brăila

1. Az 1, 2 valamint a 3-as tételeket külön, titkosított lapra kell megoldani
2. Egy feladat keretén belül az a, b és c alpontok megoldási sorrendje tetszőleges.
3. A munkaidő 3 óra, a tételek kiosztásának pillanatától számítva.
4. A diákok használhatnak nem programozható zsebszámológépeket.
5. Minden tételt 10-től 1-ig osztályoznak (1 pont hivatalból jár) A végleges pontszám az egyes pontszámok összege.