

I. tétel

Váltakozó áramú áramkörök

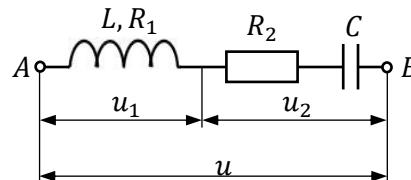
(10 pont)

Egy tanuló különböző, váltakozó áramú elektromos áramköröket tanulmányoz, melyeket olyan áramforrástól táplál, amely szinuszosan váltakozó elektromos feszültséget ad, melynek effektív értéke állandó, $U = 30 \text{ V}$, és frekvenciája széles tartományban változtatható. A felhasznált ellenállások és kondenzátorok viselkedése ideálisnak tekinthetők, az összekötő huzalok ellenállása elhanyagolható.

A tanuló az 1.1. ábrán látható soros elektromos áramkört hozza létre, és a kapcsok közötti u elektromos feszültség frekvenciáját $\nu = 200 \text{ Hz}$ állandó értékre állítja be.

Ebben az esetben az áramkörnek induktív jellege van, a tekercs kivezetései közötti feszültség effektív értéke $U_1 = 20 \text{ V}$, a soros

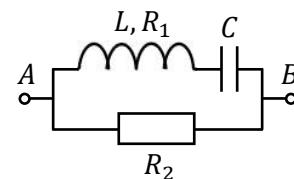
R_2C kapcsolás elektromos feszültségének effektív értéke $U_2 = 15 \text{ V}$, az elektromos áramerősség effektív értéke $I = 0,1 \text{ A}$, az áramkör sarkaira kapcsolt feszültség és az elektromos áramerősség közötti fáziseltolódás pedig $\varphi = 20^\circ$.



1.1. ábra

- a. Határozzátok meg a tekercs L induktivitásának és R_1 elektromos ellenállásának értékét, valamint az R_2 elektromos ellenállás és a kondenzátor C elektromos kapacitásának értékét.

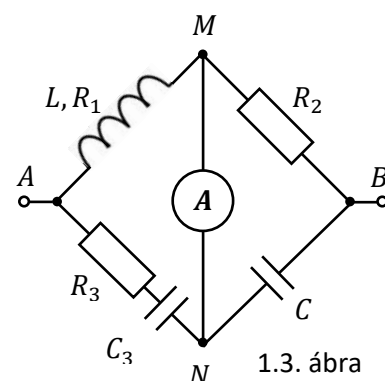
Az L, R_1 tekercs, C kondenzátor és R_2 ellenállás felhasználásával a tanuló az 1.2. ábrán látható elektromos áramkört hozza létre, folyamatosan változtatva az áramkör A és B kapcsai közötti elektromos feszültség frekvenciáját, és tanulmányozza az áramforrás által szolgáltatott elektromos áramerősség effektív értékének függését a tápfeszültség frekvenciájától, $I = f(\nu)$.



1.2. ábra

- b. Határozzátok meg az áramkör rezonanciafrekvenciáját;
- c. Számítsátok ki az áramforrás által az áramkörnek szolgáltatott elektromos **áramerősség effektív** értékének szélsőértékeit, és ábrázoljátok grafikusán, minőségileg, ezen áramerősség függését a tápfeszültség frekvenciájától, $I = f(\nu)$;
- d. Bizonyítsátok be, hogy az áramkör áteresztő sávját határoló ν_1 és ν_2 levágási frekvenciák és az áramkör rezonanciafrekvenciája között fennáll a $\nu_1 \cdot \nu_2 = \nu_0^2$ összefüggés. (Az áramkör áteresztő sávja azon frekvenciatartományt jelöli, melyre az effektív áramerősség $I \geq \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$).

A tanuló az 1.3. ábrán látható áramkört hozza létre, felhasználva ugyanazokat az áramköri elemeket (L, R_1 tekercset, C kondenzátort és R_2 ellenállást), valamint egy R_3 ellenállást, sorba kötve egy C_3 kondenzátorral.



1.3. ábra

- e. Határozzátok meg az R_3 elektromos ellenállás és C_3 elektromos kapacitás értékét, úgy, hogy az M és N pontok közé kapcsolt ampermérőn ne haladjon át elektromos áram.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 2 din 4

II. tétel

Sík törőfelület által alkotott képek

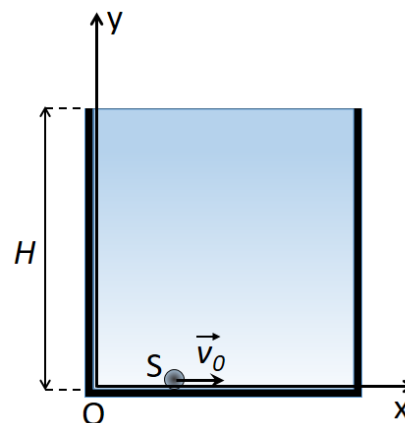
(10 pont)

A. Egy H magasságú, henger alakú edényt n_0 törésmutatójú átlátszó folyadékkal töltöttek meg. Az edény fölött elhelyezkedő megfigyelő az edény aljához rögzített **S** pontszerű fényforrást figyeli, a fényforráson áthaladó, és a folyadék felszínére merőleges egyenes mentén. Határozd meg az **S** fényforrás, és a fényforrásnak a megfigyelő által észlelt képe közötti távolság matematikai kifejezését.

B. Egy $2H$ magasságú, henger alakú edény két, egymással nem elegyedő, egyenként H magasságú, n_1 és n_2 törésmutatójú folyadékot tartalmaz. Az edény fölött elhelyezkedő megfigyelő az edény aljához, az n_1 törésmutatójú folyadékba rögzített **S** pontszerű fényforrást figyeli, a fényforráson áthaladó, és a folyadék felszínére merőleges egyenes mentén. Határozd meg az **S** fényforrás, és a fényforrásnak a megfigyelő által észlelt képe közötti távolság matematikai kifejezését.

C. A H magasságú, henger alakú edényt olyan átlátszó folyadékkal töltik meg, melynek törésmutatója az edény aljától mért y magasságtól függ, az $n = n_0 \left(1 + \varepsilon \frac{y}{H}\right)$ összefüggés szerint, ahol ε egy pozitív állandó ($\varepsilon < 1$). Az edény fölött elhelyezkedő megfigyelő az edény aljához rögzített **S** pontszerű fényforrást figyeli, a fényforráson áthaladó, és a folyadék felszínére merőleges egyenes mentén. Határozd meg az **S** fényforrás, és a fényforrásnak a megfigyelő által észlelt képe közötti távolság matematikai kifejezését.

D. A **C.** pont feltételei mellett, egy homogén, kis méretű gömböt az $S(x_0, 0)$ pontból v_0 sebességgel indítanak el, vízszintes irányban, amint a mellékelt ábrán látható. Tekintsd ismertnek: a folyadék ρ_0 sűrűségét (melynek azonos az értéke a folyadék minden pontjában), a gömb ρ_s ($\rho_s < \rho_0$) sűrűségét és a g gravitációs gyorsulást. A gömb folyadékban való elmozdulása során az ellenálló erőket elhanyagoljuk. A gömböt a folyadék felszínétől nagy távolságra elhelyezkedő megfigyelő nézi. Tekintsd úgy, hogy az edény elég széles ahhoz, hogy a gömb a folyadék felszínéhez érjen, anélkül, hogy elérné az edény oldalát.



a. Írd le a folyadékban elmozduló gömb, megfigyelő által észlelt képe pályájának egyenletét. Tárgyald a kapott eredményt $\varepsilon = 0$ esetben.

b. Határozd meg a folyadékban elmozduló gömb, megfigyelő által észlelt képe sebességének időtől való függését. Tárgyald a kapott eredményt $\varepsilon = 0$ esetben.

Megjegyzés:

- i) A bemutatott optikai jelenségek tanulmányozásánál alkalmazd a paraxiális közelítést.
- ii) A levegő törésmutatóját tekintsük $n_{\text{levegő}} = 1$.

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 3 din 4

III. tétel

Relativisztikus űrhajók találkozása

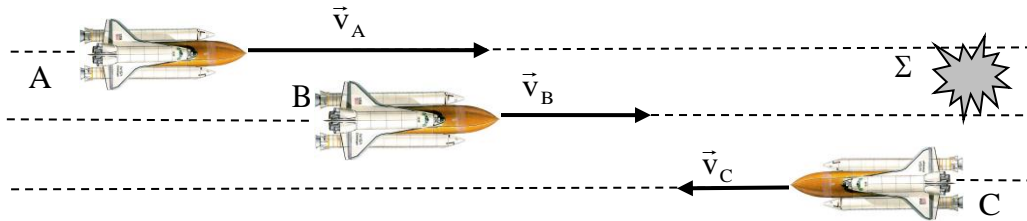
(10 pont)

Három űrhajó (A, B és C) egyenes vonalban egyenletesen halad, egymáshoz közeli párhuzamos irányok mentén, a Σ állócsillaghoz képest \vec{v}_A , \vec{v}_B és \vec{v}_C sebességekkel, ahol $v_A > v_B > v_C$. Ezen sebességértékek a fény légüres térbeli c sebességével összemérhetők, de kisebbek, mint az, irányításukat az 1-es ábrán feltüntetett rajz adja meg. Az alábbi összefüggések megadják az A és C űrhajók relatív sebességét a B űrhajóhoz képest:

$$\vec{v}_{AB} = \frac{\vec{v}_A - \vec{v}_B}{1 - \frac{\vec{v}_A \cdot \vec{v}_B}{c^2}}; \quad \vec{v}_{CB} = \frac{\vec{v}_C - \vec{v}_B}{1 - \frac{\vec{v}_C \cdot \vec{v}_B}{c^2}},$$

ezek egyenlő nagyságúak, de ellentétes irányításúak: $v_{AB} = v_{CB} = v$; $\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$.

Mindegyik űrhajó saját órával van felszerelve.



1. ábra

Először az A és B űrhajók találkoznak, amikor az A űrhajó megelőzi a B űrhajót, és ekkor megtörténik a saját óráiknak a szinkronizálása, úgy, hogy mindkettő „nullát” mutasson. Az A és B űrhajók találkozásának után, a következő találkozás az A és C űrhajók között jön létre, ekkor a C űrhajó óráját az A űrhajó órájával szinkronizálják, úgy, hogy mindkét óra t' időt mutat.

a) *Határozd meg* a B és C űrhajók találkozásakor az óráik t_B és t_C jelzéseit, valamint ezen jelzések $\Delta t = t_B - t_C$ különbségét. Ismert a fény sebessége légüres térben, c .

Tárgyald a kapott eredményt a nem relativisztikus esetre ($v \ll c$).

Tudjuk, hogy, ha Δt_0 egy olyan folyamat időtartama, amelyet egy Σ_0 mozgó tehetetlenségi rendszer P_0 rögzített pontjában megy végbe, és amelyet a Σ álló tehetetlenségi rendszerhez képest egyenes vonalú egyenletes mozgásban lévő, v_0 sebességű Σ_0 mozgó tehetetlenségi rendszer kezdőpontjában található O_0 megfigyelő órája mér, akkor ugyanazon folyamat időtartama, amelyet a Σ álló tehetetlenségi rendszer kezdőpontjában lévő O megfigyelő órája mér, a következő kifejezéssel adható meg:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} > \Delta t_0.$$

b) Ismerve az A és a C űrhajók sebességeit, $v_A > v_C$, a Σ csillaghoz képest, *határozd meg* a B űrhajó v_B sebességének lehetséges értékeit a Σ csillaghoz képest, úgy, hogy az A és C űrhajók relatív sebességei a B űrhajóhoz képest, melyek kifejezései már adottak, egyenlő nagyságúak, de ellentétes irányításúak legyenek ($\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{CB}$).

Magyarázd meg az eredményt. *Sajátos eset:* $v_A \ll c$; $v_C \ll c$; $v_A - v_C \ll c$.

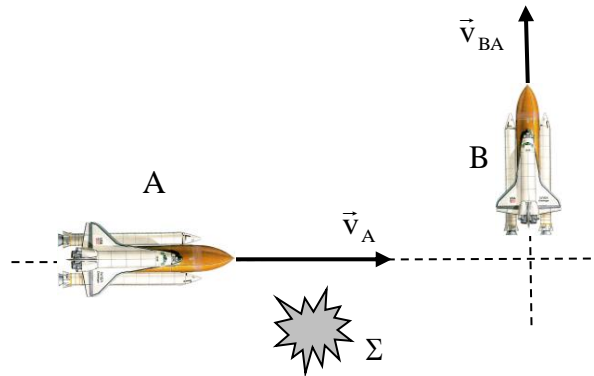
1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
9 martie 2025

pagina 4 din 4

c) *Határozd meg a \vec{v}_B vektor új jellemzőit (irányítottság és nagyság), ábrázolva a B űrhajó sebességét a Σ csillaghoz képest, ha az A űrhajóban lévő megfigyelő úgy értékeli, hogy a B űrhajó hozzá képest $\vec{v}_{BA} \perp \vec{v}_A$ sebességgel halad, amint a 2. ábrán lévő rajzon látható.*

Ismertek v_A és v_{BA} . *Tárgyald az eredményt a nem relativisztikus esetre, $v \ll c$.*



2. ábra

A P anyagi pont mozgásban van a $\Sigma(XOY)$ álló tehetetlenségi rendszerhez, és az álló rendszerhez képest egyenes vonalú egyenletes mozgásban lévő, \vec{v}_0 sebességgel mozgó $\Sigma'(X'O'Y')$ tehetetlenségi rendszerhez kötött koordináta-rendszerek közös síkjában, amint a 3. ábrán látható. Ismertek a P anyagi pont sebességének, a két vonatkoztatási rendszer, Σ és Σ' , tengelyeire vett komponensei közötti összefüggések, valamint a vonatkoztatási rendszerek kezdőpontjaiban található O és O' megfigyelők óráinak jelzései közötti összefüggés:

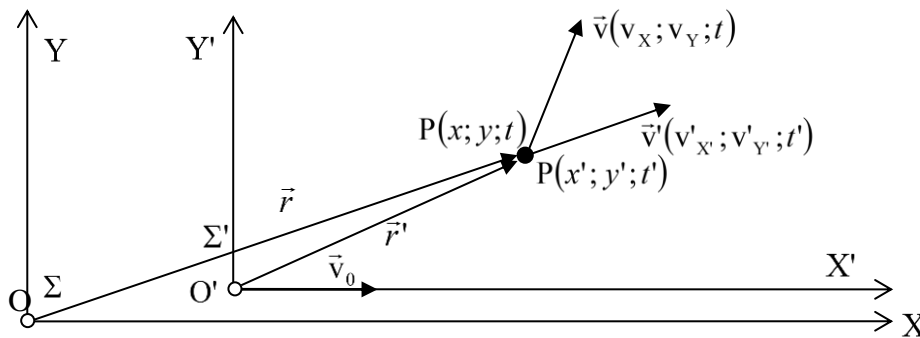


Fig. 3

$$v_x = \frac{v'_x + v_0}{1 + \frac{v_0}{c^2} \cdot v'_x}; \quad v_y = \frac{v'_y}{1 + \frac{v_0}{c^2} \cdot v'_x} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}; \quad t = \frac{t' + \frac{v_0}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}.$$

A tételeket javasolták:

Prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu", Șimleu Silvaniei

Prof.dr. Costin Dobrotă, Colegiul Național "Dimitrie Cantemir", Onești

Prof.dr. Mihail Sandu, Universitatea din Craiova

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.