



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ

Bacău 2022

Baraj

Pagina 1 din 4

Subiectul 1 : Dirijabile si Baloane

(10 puncte)

Temperatura normală	$T_0 = 3,00 \times 10^2 \text{ }^\circ\text{K}$
Presiunea normală	$p_0 = 1,00 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
Masa molară a hidrogenului	$\mu_{\text{H}_2} = 2,00 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
Masa molară a heliului	$\mu_{\text{He}} = 4,00 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
Masa molară a aerului	$\mu_{\text{aer}} = 2,89 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
Densitatea aerului în condiții normale	$\rho_{0,\text{aer}} = 1,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Constanta gazelor perfecte	$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{ }^\circ\text{K}^{-1}$
Puterea calorică a hidrogenului	$q_{\text{H}_2} = 1,20 \times 10^8 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
Puterea calorică a benzinei	$q_{\text{B}} = 4,50 \times 10^7 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$
Accelerația gravitațională	$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Această problemă îți propune să studiezi câteva elemente despre fizica baloanelor meteorologice și a dirijabilelor. În rezolvarea acestei probleme, neglijează variația accelerației gravitaționale cu altitudinea.

Sarcina de lucru nr. 1

La începutul secolului trecut, când a apărut posibilitatea transportului aerian, o soluție foarte economică părea să fie transportul cu nave motorizate și dirijate, mai ușoare decât aerul.

Dirijabilul LZ 129 Hindenburg, o navă comercială germană rigidă, mai ușoară decât aerul, a făcut - în anii 1935-1937 - numeroase curse continentale și transatlantice fiecare cu peste 100 de persoane la bord, cu o viteză de croazieră de 100km/h – ceea ce depășea cu mult posibilitățile de transport ale avioanelor la aceeași dată.



Dirijabilul Hindenburg avea un schelet de aluminiu lung de 230m, o carcasă din bumbac amestecat cu materiale reflectorizante și era prevăzut cu 16 baloane portante din pânză cauciucată inextensibilă, având un volum total de $V_{\text{Hindenburg}} = 1,40 \times 10^5 \text{ m}^3$. Volumul util al dirijabilului – diferența dintre volumul total al acestuia și volumul baloanelor portante – este neglijabil. Baloanele portante erau umplute cu hidrogen.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2,...,5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.

1.a	<p>Determină expresia G_D a diferenței dintre forța arhimedică ce acționează asupra dirijabilului și greutatea hidrogenului din baloanele portante (mărimea calculată reprezintă greutatea pe care o poate avea dirijabilul – incluzând sarcina sa utilă). Hidrogenul din baloane ca și aerul ambient se află la temperatură normală și la presiune normală. Exprimă rezultatul ca funcție de $V_{Hindenburg}$ și de date din tabelul furnizat.</p> <p>Calculează valoarea masei M_D pe care o pot avea împreună componentele dirijabilului și obiectele pe care acesta le transportă.</p>	0,8p
1.b	<p>Dedu valoarea masei M_B de benzină, care prin ardere poate produce aceeași cantitate de căldură ca și aceea rezultată din arderea integrală a masei M_{H_2} de hidrogen din baloanele portante ale dirijabilului.</p>	0,7p

Dificultățile de navigație în condiții de turbulențe atmosferice și mai ales accidentul din 6 mai 1937 în care dirijabilul a ars, au închis dezvoltarea transportului aerian cu dirijabile.

Sarcina de lucru nr. 2

Perfecționarea tehnologiilor de separare a heliului, care este un gaz inert, a permis reluarea transportului aerian cu nave mai ușoare decât aerul.

Baloanele meteorologice, având o carcasă elastică din cauciuc umplută cu heliu, sunt nave mai ușoare ca aerul și neinflamabile. Deși nu sunt dirijabile, acestea pot ridica la limita superioară a atmosferei instrumente de măsurare esențiale pentru previziunile meteorologice.

Un balon meteorologic care nu poartă nici un fel de sarcină este mereu sferic și se înalță în atmosfera pentru care presiunea și temperatura scad cu înălțimea. Heliul din balon are mereu temperatura atmosferei înconjurătoare. Aerul și heliul vor fi considerate gaze ideale.

Datorită elasticității balonului, presiunea heliului din interiorul balonului este $p + \Delta p$, atunci când presiunea aerului înconjurător este p . Temperatura heliului, dar și temperatura aerului înconjurător este T . În balon sunt ν_{He} moli de heliu.

2.a	<p>Dedu expresia forței arhimedice care acționează asupra balonului, aflat în atmosfera caracterizată prin presiunea p și temperatura T. Exprimă rezultatul în funcție de p, Δp, ν_{He} și de date din tabelul furnizat.</p>	1,2p
-----	---	------

Consideră că pentru altitudini z , pentru care $0 < z < 1,20 \times 10^3$ m, temperatura atmosferei variază cu înălțimea conform relației

$$T(z) = T_0 \cdot (1 - z/z_0) \quad (1)$$

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.

În expresia din relația (1), $z_0 = 5,00 \times 10^4 \text{ m}$ este o constantă.

Pentru domeniul de altitudini considerat, presiunea atmosferică depinde de înălțime conform legii

$$p = p_0 \cdot (1 - z/z_0)^k \quad (2)$$

2.b	Determină expresia exponentului k . Exprimă rezultatul în funcție de $z_0, \rho_{0\text{ aer}}, p_0, g$. Calculează valoarea exponentului k .	1,5p
------------	--	-------------

Sarcina de lucru nr. 3

Un balon meteorologic de cauciuc de formă sferică are raza r_0 , când învelișul este netensionat. Dacă balonul este umflat până devine o sferă de rază r ($r > r_0$), atunci învelișul său acumulează energia elastică U , datorită întinderii și măririi suprafeței. Consideră că energia elastică acumulată de învelișul balonului aflat la temperatura constantă T are expresia

$$U = 4\pi \cdot r_0^2 \cdot c \cdot R \cdot T \cdot (2\eta^2 + 1/\eta^4 - 3) \quad (3)$$

unde $\eta = r/r_0$, iar c este o constantă.

3.a	Imaginează un proces virtual, în care raza balonului crește de la r la $r + \Delta r$ fără ca presiunea suplimentară Δp determinată de "coaja" balonului să varieze și dedu expresia presiunii suplimentare Δp , determinată de tensionarea învelișului balonului. Exprimă rezultatul în funcție de T, η, c, r_0 și date din tabelul furnizat	1,6p
------------	--	-------------

Balonul netensionat, aflat la temperatura T_0 și la presiunea p_0 conține $\nu_0 = 1,25 \times 10^1 \text{ moli}$ de heliu. Balonul, aflat de asemenea la temperatura T_0 și la presiunea p_0 , dar pentru careraportul η are valoarea $\eta_1 = 1,50$, conține $\nu = 4,5 \times 10^1 \text{ moli}$ de heliu.

3.b	Dedu expresia constantei c ca funcție de ν_0, ν, η_1, r_0 și de date din tabelul furnizat. Determină valoarea constantei c și dimensiunea acesteia.	1,2p
------------	--	-------------

Sarcina de lucru nr. 4

Balonul meteorologic care este umflat la nivelul mării astfel încât $\eta_1 = 1,50$ are masa totală $M = 1,15 \text{ kg}$, dacă heliul din balon și atmosfera ambiantă sunt caracterizate prin temperatura T_0 și presiunea p_0 . Dacă este eliberat, balonul se înalță și își oprește ascensiunea la înălțimea l .

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuția subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.

4.a	Dedu ecuația verificată de raportul η_t dintre raza balonului aflat la înălțimea ℓ și raza sa r_0 , atunci când balonul nu este tensionat. Presiunea și temperatura atmosferei variază conform descrierii de la sarcina de lucru nr. 2. Presupune că nu există curenți atmosferici. Exprimă relația în funcție de c, v_0, v, M, η_t și de date din tabelul furnizat. Calculează valoarea raportului η_t .	2,0p
4.b	Determină expresia înălțimii ℓ ca funcție de z_0, v_0, M, k, η_t și date din tabelul furnizat. Calculează valoarea înălțimii ℓ .	1,0p

Subiect propus de
Adrian DAFINEI, PhD
Universitatea din București

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2,...,5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

Pagina 1 din 2

Subiectul 2 – Transformări ale gazului ideal

(10 puncte)

O cantitate de ν moli de gaz ideal monoatomic este închisă cu un piston în interiorul unui container ai cărui pereți permit schimbul de căldură cu mediul exterior. În starea inițială, gazul ocupă volumul V_1 la temperatura T_1 . Din această stare inițială gazul este comprimat astfel încât raportul $\frac{\Delta p}{\Delta V}$ să rămână constant pe durata întregului proces. Comprimarea este oprită atunci când gazul atinge o temperatură $T_2 > T_1$.

a	Determină valorile raportului $\frac{\Delta p}{\Delta V}$ pentru care se poate atinge prin procesul descris o anumită temperatură T_2 . Exprimă raportul în funcție de ν , V_1 , T_1 , T_2 și constanta universală a gazelor, R .	2.5 p
----------	---	--------------

b	Calculează valorile raportului $\frac{\Delta p}{\Delta V}$ pentru următoarele valori numerice ale parametrilor problemei: $\nu = 1$ mol, $V_1 = 10$ dm ³ , $T_1 = 283$ K, $T_2 = 353$ K și $R = 8.31$ J/(molK).	0.5 p
----------	---	--------------

După atingerea temperaturii T_2 , gazul revine în starea inițială printr-o transformare izobară urmată de o transformare izocoră.

c	Care sunt valorile minime și respectiv maxime pe care le pot atinge presiunea și volumul ocupat de gaz pe parcursul transformării ciclice descrise mai sus? Exprimă aceste valori în funcție de ν , V_1 , T_1 , T_2 și R .	1.5 p
----------	--	--------------

d	Calculează valorile pentru presiunile și volumele de la cerința c a problemei folosind valorile numerice specificate la cerința b.	0.5 p
----------	--	--------------

e	Care este temperatura maximă pe care o poate atinge gazul pe parcursul transformării ciclice? Exprimă rezultatul în funcție de T_1 și T_2 . Calculează această temperatură pentru valorile numerice specificate la cerința b.	1 p
----------	--	------------

f	Care este lucrul mecanic maxim pe care îl poate efectua gazul pe parcursul transformării ciclice? Exprimă rezultatul în funcție de ν , T_1 , T_2 și R . Calculează această mărime pentru valorile numerice specificate la cerința b.	1 p
----------	---	------------

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

Pagina 2 din 2

g	Care este căldura absorbită de gaz pe parcursul transformării ciclice, în condițiile de la cerința f? Calculează această mărime pentru valorile numerice specificate la cerința b.	2.5 p
----------	---	--------------

h	Care este randamentul transformării ciclice, în condițiile de la cerința f? Calculează această mărime pentru valorile numerice specificate la cerința b.	0.5 p
----------	---	--------------

Subiect propus de:

Lect. Univ. Dr. Adrian NECULAE
Facultatea de Fizică, Universitatea de Vest din Timișoara

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

Subiectul 3 - Sarcini în oglindă**(10 puncte)**

Atunci când ai de a face cu o sarcină punctiformă (Q), aflată la distanța x de un plan conductor infinit, și vrei să afli potențialul electric sau intensitatea câmpului electric într-un punct din spațiu este util și ușor să înlocuiești planul conductor cu o altă sarcină punctiformă (notează-o q) așezată într-un anumit punct.

a	Ce valoare trebuie să aibă q și unde trebuie așezată, astfel încât să înlocuiască planul din punct de vedere electric? Argumentează!	1.0 p
b	Cu ce forță acționează planul conductor asupra sarcinii Q ?	0.5 p
c	Ce densitate superficială au sarcinile de pe planul conductor la distanța y de piciorul înălțimii duse de la sarcina Q pe plan? (densitatea superficială de sarcină se definește ca fiind sarcina de pe unitatea de suprafață și se notează cu σ).	2.0 p

Pe aceeași idee, ai acum sarcina punctiformă Q în afara unei sfere conductoare, de rază R , la distanța d de centrul sferei. Sfera este legată la Pământ. Înlocuiește sfera conductoare cu o sarcină punctiformă q astfel încât distribuția spațială a potențialului electric să nu se modifice.

d	Ce valoare trebuie să aibă q și unde trebuie așezată? Demonstrează!	2.5 p
e	Cu ce forță acționează sfera conductoare asupra sarcinii Q ?	1.0 p

Două fire rectilinii, infinit lungi și paralele sunt încărcate uniform cu densitățile liniare de sarcină λ (definită ca sarcina de pe unitatea de lungime), respectiv $-\lambda$, distanța dintre ele fiind L .

f	Arată ce formă trebuie să aibă un conductor și unde trebuie așezat astfel încât să înlocuiască firul încărcat cu λ , iar firul rămas să "simtă" aceeași interacțiune.	3.0 p
----------	---	--------------

Notă: Dacă aveți nevoie puteți folosi următoarele informații:

Potențialul electric al unei sarcini punctiforme, Q , la distanța R de sarcină, în vid sau aer, este:

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Dat fiind faptul că de cele mai multe ori interesantă este diferența de potențial (tensiunea electrică), putem alege în spațiu un nivel de potențial nul, asemănător modului de lucru cu energia potențială gravitațională.

Atunci când cunoaștem distribuția intensității câmpului electric în spațiu, putem determina potențialul în punctul de vector de poziție r cu ajutorul legăturii între câmp și potențial:

$$V(r) = - \int_{r_0}^r \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

unde r_0 este vectorul de poziție al punctului în care potențialul este considerat nul.

Legea lui Gauss ne spune că fluxul câmpului electric printr-o suprafață închisă (S) este direct proporțional cu sarcina netă Q_{int} din interiorul volumului mărginit de suprafața S :

$$\int_{(S)} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

Vectorul ce caracterizează suprafața este un vector de modul egal cu aria suprafeței, orientat normal la suprafață și având sensul, atunci când avem de a face cu o suprafață închisă, către exteriorul volumului mărginit de acea suprafață.

Subiect propus de:
lect. univ. dr. Mihai VASILESCU
Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

Pagina 1 din 2

Subiectul 4 – Lama cu fețe plan-paralele

(10 puncte)

Pe un cadru dreptunghiular confecționat din sârmă subțire, după scoaterea sa dintr-un vas cu apă și săpun, s-a format o peliculă de lichid (lamă transparentă cu fețe plane și paralele). O rază de lumină monocromatică cu lungimea de undă λ , este trimisă pe suprafața peliculei sub unghiul de incidență α . Razele de lumină reflectate pe suprafața peliculei de lichid (de aceeași parte cu sursa) sau transmise prin peliculă (pe partea opusă sursei) pot să fie focalizate pe un ecran E, situat în planul focal al lentilei convergente L, observându-se interferența generată prin reflexie (Fig.1), respectiv prin transmisie (Fig.2). Pentru soluția lichidă a peliculei se presupune că indicele de refracție $n_0 > n_{\text{aer}} = 1$ este constant.

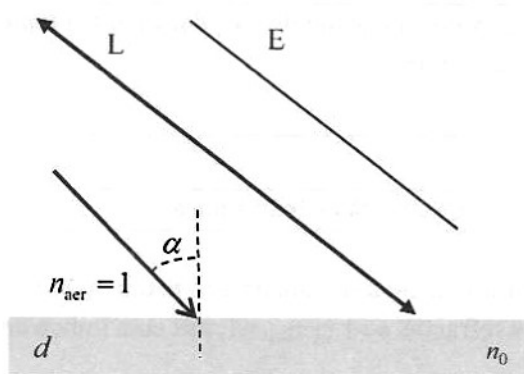


Fig. 1

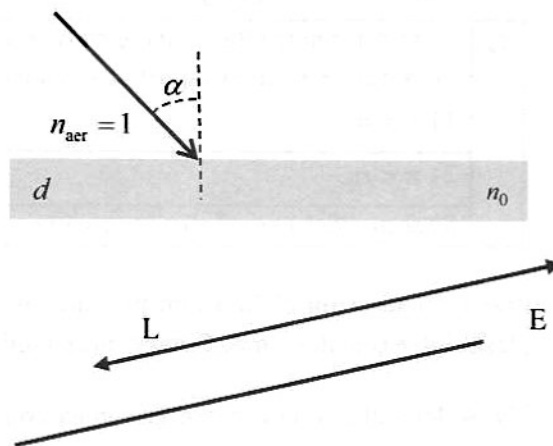


Fig. 2

a)	Să se determine valoarea minimă a grosimii peliculei de lichid pentru care intensitatea luminii reflectată pe suprafața ei și focalizată pe ecranul E (Fig.1) este maximă.	2p
b)	Să se determine valoarea minimă a grosimii peliculei de lichid, d_{mm} , pentru care intensitatea luminii transmisă prin pelicula de lichid și focalizată pe ecranul E (Fig.2) este maximă.	2p

Rama pe care s-a format pelicula se așază astfel încât partea peliculei opusă celei din care provine raza monocromatică din aer să intre în contact cu o lamă suport cu indicele de refracție n , ca în Fig. 3. Presupunem că indicele de refracție al peliculei, n_0 , rămâne constant dar grosimea ei, d , începe să se diminueze uniform prin evaporare. La un anumit moment intensitatea luminii reflectată pe peliculă și focalizată de lentila L pe ecranul E este maximă, iar apoi începe să scadă, pentru ca, după un timp τ , să redevină maximă.

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuția subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

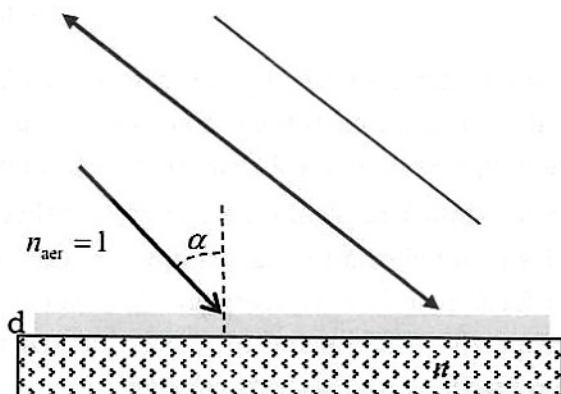


Fig. 3

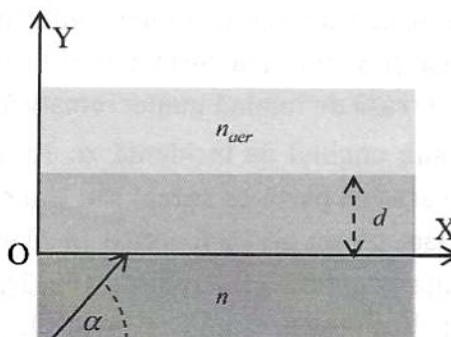


Fig. 4

c)	Să se determine viteza medie cu care scade grosimea peliculei de apă, dacă pentru indicele de refracție al lamei suport, n , se consideră variantele:	1,5p
	1) $n > n_0$;	
	2) $n < n_0$.	1,5p
	Să se justifice necesitatea ca grosimea peliculei de lichid să fie foarte mică.	1,0p

Presupunem acum că înlocuim pelicula de apă cu un alt mediu transparent neomogen, care rămâne plasat între cele două medii omogene, cu indicii de refracție $n > 1$ și $n_{aer} = 1$, așa cum indică desenul din

Fig. 4. Mediul neomogen are grosimea constantă, $d = b \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$, cu $b = \text{constant}$, dar indicele lui de

refracție variază cu înălțimea, y , după legea $n_0 = n_0(y) = n \sqrt{1 - \frac{y}{b}}$; $0 \leq y \leq d$; $n_{aer} \leq n_0(y) \leq n$. Trimitem raza

de lumină monocromatică din mediul omogen cu indicele de refracție n , sub unghiul α , în stratul transparent neomogen. Se face ipoteza că drumul razei de lumină în mediul transparent neomogen considerat, se poate aproxima cu traiectoria unui punct material, lansat în vid, sub un anumit unghi față de orizontală, într-un câmp gravitațional uniform.

d)	Să se determine valorile unghiului α pentru care raza de lumină se întoarce în mediul cu indicele de refracție n .	2p
----	---	----

Subiect propus de:

prof. univ. dr. Radu CONSTANTINESCU
prof. dr. Mihail SANDU
Universitatea din Craiova

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
Bacău 2022

Baraj

Pagina 1 din 1

Subiectul 5 - Lentila cu plasmă**(10 puncte)**

Studiul mișcării particulelor relativiste care formează fascicule intense este de mare interes în Fizica energiilor înalte. Aplicații precum laserul cu electroni liberi au condus la producerea de fascicule foarte intense de electroni.

Electronii dintr-un fascicul cilindric lung, relativist, cu densitatea numărului de electroni uniformă și constantă n_f și cu raza secțiunii transversale r_f , au vitezele egale, paralele între ele și cu axa fascicului, v_f . Se cunosc sarcina electronului $q_e = -e$, masa sa (de repaus) m , precum și viteza luminii, c .

a)	Determină expresia vectorială a forței cu care fasciculul acționează asupra unui electron oarecare al său, în sistemul laboratorului. Particularizează rezultatul pentru cazul electronilor ultrarelativiști.	3,2 p.
b)	Determină expresia concentrației electronilor din fascicul, n'_f , în sistemul de referință legat de fascicul, dacă n_f este concentrația lor măsurată în sistemul laboratorului.	1 p.
c)	Determină expresia vectorială a forței cu care fasciculul acționează asupra unui electron oarecare al său, în sistemul de referință legat de fascicul. Particularizează rezultatul pentru cazul electronilor ultrarelativiști. Care este legătura dintre cele două expresii ale forței, evaluate din cele două sisteme de referință?	1,6 p.
d)	Dedu expresia vitezei radiale maxime a unui electron din fascicul, în sistemul laboratorului ($v_{r,max}$). Se va considera că la momentul emisie fascicului, viteza oricărui electron al său avea doar componentă axială, iar electronii de pe axul fascicului au componenta radială a vitezei nulă la orice moment. În plus, componentele radiale ale vitezelor electronilor sunt neglijabile față de cele axiale.	2 p.

Fasciculul de electroni pătrunde într-o plasmă staționară, simplă, cu densitatea numărului de electroni (concentrația) $n_0 < n_f$. Plasma este un gaz ionizat ce are concentrații egale de ioni pozitivi și electroni. Plasma simplă este o plasmă în care ionii pozitivi sunt simplu ionizați și provin din atomii unui singur element chimic (de ex. Ar).

e)	Determină forțele nete care acționează asupra electronilor din plasmă, respectiv asupra ionilor pozitivi, aflați în calea fascicului electronic.	0,8 p.
----	--	--------

Sarcina spațială a plasmă interceptate de fascicul va da și ea o contribuție la forța netă care acționează asupra electronilor din fascicul.

f)	Determină expresia vitezei minime a electronilor din fascicul astfel încât plasma interceptată de fascicul să acționeze ca o lentilă convergentă care să focalizeze electronii fascicului.	1,4 p.
----	--	--------

Subiect propus de:

Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU
Universitatea Alexandru Ioan Cuza din Iași

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, ..., 5 se rezolvă pe câte 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 5 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 notează cu 10 puncte. Punctajul final reprezintă suma acestora.