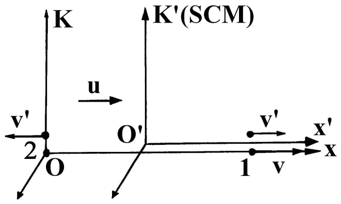
Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
15 ianuarie 2011
Barem

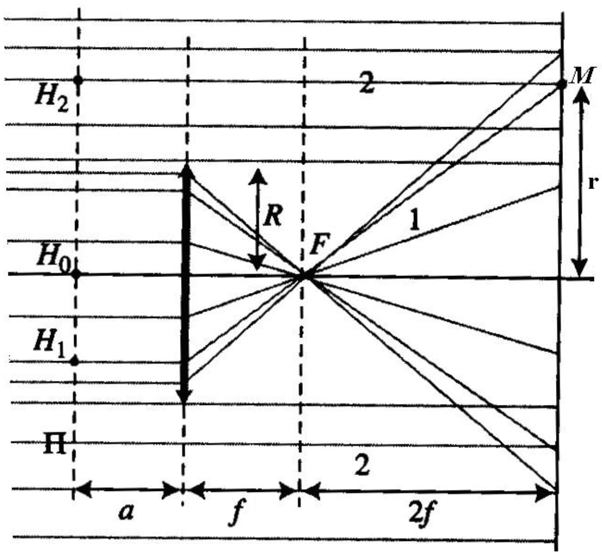
XII

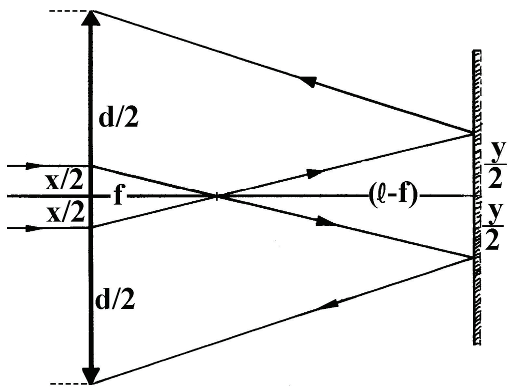
Subiect	Parțial	Punctaj
1. Barem subiect 1 (PROBLEME DE RELATIVITATE)		**10**
A...**4 p**	....	**4**
a). Particulele fiind identice, în SCM ele au aceeaşi viteză, ca modul (v'), dar sensurile vitezelor sunt perfect opuse...**0,5 p**	0.5	
Folosim bine-cunoscuta formulă $v_x = \dfrac{V+v'_x}{1+Vv'_x/c^2}$ (consecință directă a transformărilor Lorentz între sistemele K şi K')...**0,75 p**	0.75	
Rolul vitezei V (de translație a lui sistemului K' față de K) îl joacă viteza necunoscută u, căci SCM este pe post de referențial K' ....**0,25 p**	0.25	
În conformitate cu desenul, pentru cele două particule putem scrie : 		
● Pentru particula 2 avem: $0=\dfrac{u-v'}{1-uv'/c^2}$, astfel că $v'=u$. ....**0,25 p**	0.25	
● Pentru particula 1 avem: $v=\dfrac{u+v'}{1+uv'/c^2}=\dfrac{2u}{1+u^2/c^2}=\dfrac{2uc^2}{c^2+u^2}$ ....**0,75 p**	0.75	
Din ecuația astfel obținută $u^2-(2c^2/v)u+c^2=0$ rezultă $u=\dfrac{v}{1\mp\sqrt{1-v^2/c^2}}$ . .....**0,5 p**	0.5	
Deoarece trebuie ca $u<c$, corespunde fizic doar soluția cu (+) în fața radicalului, adică $u=\dfrac{v}{1+\sqrt{1-v^2/c^2}}$. (*)...**0,5p**	0.5	
b).Când $v<<c$, din formula (*) obținem $u\cong v/2$, în acord cu mecanica clasică. Când $v\to c$, rezultă $u\to c$ (caz ultrarelativist)...**0,5 p**	0.5	
B....**5 p**	....	**5**
a). Prin apa aflată în repaus lumina se propagă cu viteza $v_2=c/n$ $(<c)$, astfel că timpul parcurgerii distanței L, în cuva de jos, este $T_2=L/v_2=nL/c$ ....**0,5 p**	0.5	
În cuva de sus, trebuie să compunem relativist viteza $v_2=c/n$ a luminii față de apă, cu viteza v a apei față de referențialul exterior, fix, în care s-a măsurat lungimea L a cuvelor. Ca o consecință a transformărilor Lorentz (vezi şi soluția precedentă), avem viteza $v_1=(v+c/n)/(1+v/nc)$. Timpul parcurgerii distanței L (prin apa din cuvă) este $T_1=L/v_1=L(1+v/nc)/(v+c/n)=(nL/c)(1+v/nc)/(1+nv/c)$ ....**1 p**	1	
Paranteza rotundă de la numitor poate fi adusă la numărător schimbând în minus semnul celui de-al doilea termen. Avem $T_1\approx(nL/c)(1+v/nc)(1-nv/c)\approx(nL/c)[1+v/nc-nv/c+...]\approx T_2[1-(n^2-1)(v/nc)+...]$. ....**0,5 p**	0.5	
Timpii de parcurs sunt diferiți $(T_2>T_1)$ şi diferența lor se calculează uşor. Ea este $\Delta T=T_2-T_1\approx L(n^2-1)(v/c^2)$ ....**0,75 p**	0.75	
Corespunzător, defazajul undelor (2) şi (1) la nivelul planului (P) este dat de		

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

relația $\Delta\Phi = \omega.\Delta T = 2\pi\nu\Delta T = 2\pi(c/\lambda)\Delta T$. Cu ΔT evaluat mai sus avem $\Delta\Phi \approx (2\pi/\lambda)(v/c)(n^2-1)L$ ....**0,75 p** b). Acest defazaj ar putea fi pus în evidență experimental printr-o metodă interferometrică (vezi experiența lui Fizeau), dacă $\Delta\Phi$ ar fi mai mare decât (cel puțin egal cu) $\pi/2$ (astfel s-ar putea evidența trecerea de la un maxim la un minim sau invers)..**0,5 p** Considerând $\lambda = 500\ nm$ (pe la mijlocul spectrului vizibil) şi $n = 4/3$ (indicele de refracție al apei) , din valoarea $\Delta\Phi = \pi/2$ rezultă $vL = 25.27/14 = 48{,}2$ **(** m^2/s **)**..**0,75 p** La o viteză de curgere a apei $v = 10\ m/s$, ar rezulta $L \approx 4{,}82\ m$ (adică, în jur de $5\ m$, valoare posibil de asigurat într-un laborator obişnuit)..........................**0,25 p**	0.75 0.5 0.75 0.25	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiect ..	**Parțial**	**Punctaj**
2. Barem subiect 2 (PROBLEME DE OPTICA)		**10**
A...5 p a). Fasciculul (2), neinterceptat de lentilă, cade (iluminează) pe ecran (ul) în exteriorul unui cerc cu raza *R*. Pe de altă parte, fasciculul (1), ce trece prin lentilă, iluminează ecranul în interiorul unui cerc cu raza *2R*. Domeniul iluminat pe ecran de ambele fascicule este un inel (o zonă) circular (ă) cu lărgimea $r \in (R;2R)$. Desen corect cu front incident, notații lămuritoare şi explicarea diverselor regiuni**........................0,5 p**	.... 0.5	**5**
		
În planul echifazic (Π), punctele H_2, H_0 şi H_1 au faza Φ_0 . În punctul M, din zona de superpoziție, unda (2) are faza $\Phi_2(M) = \Phi_0 - k(3f + a)$, unde $k = 2\pi/\lambda$ **....0,75 p**	0.75	
Pentru a-l putea determina pe $\Phi_1(M)$ ținem cont că pe traiectul H_1M drumul optic-*notat între paranteze rotunde*- poate fi scris sub următoarea formă: $(H_1M) = (H_1F) + (FM)$ cu $(H_1F) = (H_0F)$. Față de traiectul prin aer de la H_0 la F, cu lungimea geometrică $a + f$, trecerea prin lentilă, în zona centrală, înseamnă un drum optic suplimentar, dat de diferența $ne - e = (n-1)e$. Aşadar, putem scrie $(H_1M) = a + f + (n-1)e + FM$. Faza din M a undei (1) este $\Phi_1(M) = \Phi_0 - k[a + f + (n-1)e + FM] + \pi$ **...0,75 p**	0.75	
Defazajul din M al undelor (2) şi (1) este $\Delta\Phi \equiv \Phi_2(M) - \Phi_1(M) = -k(a+3f) + k[a + f + (n-1)e + FM] - \pi = -\pi + k[FM + (n-1)e - 2f]$. Apelând la teorema lui Pitagora (şi limitându-ne la termenii de ordinul r^2/f) avem $FM = \sqrt{4f^2 + r^2} = 2f[1 + r^2/8f^2 + O(2)] = 2f + r^2/4f + O(2)$. Astfel $\Delta\Phi \equiv -\pi + k[r^2/4f + (n-1)e]$. **...0,75 p**	0.75	
Fasciculul (1), cu intensitatea I_0, care soseşte pe lentilă (cerc cu raza *R*) , ajunge apoi pe ecran fiind distribuit în interiorul unui cerc cu raza *2R*. Intensitatea I_1 de pe ecran (a acestui fascicul) satisface relația $I_0(\pi R^2) = I_1(4\pi R^2)$, adică $I_1 = I_0/4$. Pentru fasciculul		

(2) avem desigur $I_2 = I_0$. ....**0,5 p**	0.5	
Conform formulei generale corespunzând interferenței a două unde coerente (cunoscută din manual sau dedusă) putem scrie $I(M)=\frac{5}{4}I_0 - I_0\cos\{\frac{2\pi}{\lambda}[(n-1)e+\frac{r^2}{4f}]\}$, formulă valabilă pentru $r\in(R;2R)$..**0,5 p**	0.5	
Figura de interferență este formată dintr-o alternanță de inele circulare, mai luminoase (maxime) și mai puțin luminoase (minime).Trebuie remarcată dependența lui $I(M)$ de raportul adimensional e/λ precum și de valoarea indicelui de refracție al materialului transparent din care este confecționată lentila. Razele inelelor de maxim (minim) corespund unui cosinus egal cu -1(+1)..**0,25 p**	0.25	
b). Franjele inelare se formează numai dacă diferența de drum optic $\|(1)-(2)\|$ este mult inferioară lungimii de coerența ℓ_c a sursei utilizate. Pentru a avea lungimi de coerență cât mai mari este bine să se utilizeze surse laser..**0,5 p**	0.5	
Contrastul franjelor inelare este ușor de calculat dacă observăm că $I_{max}=9I_0/4$ și că $I_{min}=I_0/4$. Conform definiției din enunț, contrastul franjelor este $K=9$ ....**0,5 p**	0.5	
B..**4 p**	....	**4**
Desen corect și notații..**0,5 p**	0.5	
		
Fie d diametrul lentilei. Din figură observăm că energia luminoasă incidentă pe lentilă este direct proporțională cu aria $\pi(d/2)^2$ iar cea care revine pe lentilă după ce s-a reflectat pe oglinda plană este direct proporțională cu aria $\pi(x/2)^2$. Putem scrie $W_{rev}/W_{inc}=(x/d)^2$ ....**0,5 p**	0.5	
Să exprimăm raportul x/d în funcție de f și ℓ. Din asemănarea unor triunghiuri evidente rezultă $x/f = y/(\ell - f)$, (*)..**0,5 p**	0.5	
Pe de altă parte, ținând cont de legea cantitativă a reflexiei, de pe desen se observă că $d/2+x/2=2(d/2-y/2)$, adică $y=(d-x)/2$, (**)..**0,5 p**	0.5	
Revenind în formula (*) găsim imediat că $x=fd/(2\ell-f)$, (***). Acum putem scrie $W_{rev}/W_{inc}=f^2/(2\ell-f)^2$, (****)..**0,5 p**	0.5	
Calculând numeric cele două părți ale ultimei relații obținem $(1/5)\neq(1/4)$ și astfel constatăm că ea nu este satisfăcută !!!!..**0,25 p**	0.25	
Lentila fiind perfect neabsorbantă nu ne rămâne decât să presupunem că reflectanța		

energetică a oglinzii nu este de 100%. Vom scrie $W_{rev}/W_{inc}=\alpha(x/d)^2$, în care reflectanța α urmează să fie determinată. Folosind relația (***) găsim $\alpha=(W_{rev}/W_{inc}).(2\ell-f)^2/f^2=0{,}8$. ....**0,75 p** Acum, din relația $W'_{rev}/W_{inc}=1/10=\alpha f^2/(2\ell'-f)^2$, referitoare la noua poziție a oglinzii, rezultă $\ell'=(f/2)(1+\sqrt{10\alpha})=(f/2)(1+2\sqrt{2})\approx 38{,}28cm$. ....**0,5 p**	0.75 0.5	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
15 ianuarie 2011
Barem

XII

Subiect .	**Parțial**	**Punctaj**
3. Barem subiect 3 (PROBLEME DE ELECTRICITATE SI CALDURA)		**10**
A...	....	**5**
a). Puterea debitată de rezistența (R =const.) a încălzitorului este U^2/R ....**0,5 p**	0.5	
În vasele 1 şi 2 raportul puterilor furnizate de încălzitoare este $(380/220)^2$ adică aproape 3 (mai exact 2,98). Raportul timpilor de topire a gheții în aceleaşi containere este $4/20=1/5$. Aşadar, timpul necesar funcționării celui de-al doilea încălzitor este de 5 ori mai mare (şi nu de 3 ori- cum a ieşit din calculul precedent). Rezultă că există şi pierderi de căldură de forma $P=k.\Delta\theta$ (legea lui Newton), $\Delta\theta$ fiind diferența de temperatură dintre interiorul containerului (gheață) şi mediul exterior (θ_m < 0 °C). Este importantă observația că diferența $\Delta\theta$ rămâne constantă în timpul topirii gheții din container.....................................**0,5 p**	0.5	
Stările „inițială” şi „finală” în vasele 1 şi 2 fiind aceleaşi, putem scrie următorul bilanț energetic $\left(\frac{U_1^2}{R}-P\right)t_1=\left(\frac{U_2^2}{R}-P\right)t_2$ ....**1 p**	1	
De aici rezultă $RP=(t_2U_2^2-t_1U_1^2)/(t_2-t_1)=24400\ V^2=(156{,}205)^2$ ....**0,5 p**	0.5	
În cel de-al treilea vas mărimea $\frac{U_3^2}{R}-P$ (sau $U_3^2-RP=110^2-156{,}205^2$) este o cantitate negativă. Prin urmare, deoarece încălzitorului din vasul 3 i se aplică o tensiune mai mică decât $156{,}205\ V=\sqrt{24400}\ V$ $(=20\sqrt{61}\ V)$, „pierderea” de căldură din acest vas va fi mai mare decât „câştigul” obținut de la încălzitor şi, de aceea, amestecul se va răci („gheața va îngheța mai mult”). A doua întrebare din enunțul problemei nu mai are sens... **1 p**	1	
b).Gheața din vasul 3 ar rămâne la 0°C numai dacă ar fi satisfăcută relația $PR=k(0^0C-\theta_m)R=24400\ V^2$. Însă, cu datele din enunț, relația nu este satisfăcută şi temperatura gheații va coborî sub 0^0C (gheața se va răci)...................**0,5 p**	0.5	
Putem estima temperatura finală θ_f din containerul 3 până la care se (mai) răceşte gheața. Echilibrul din vasul 3 se restabileşte la temperatura finală θ_f când $k(\theta_f-\theta_m)R=(110)^2V^2$ ....**0,5 p**	0.5	
Ținând cont că în locul lui kR putem scrie $-24400/\theta_m$, în cele din urmă obținem $\theta_f=(123/244)\theta_m\approx0{,}5041\theta_m$ ....**0,5 p**	0.5	
(Dacă, de pildă, temperatura exterioară ar fi $\theta_m=-10^0C$, s-ar obține $\theta_f=-5{,}041^0C$).		
B. **4p**	....	**4**
Când se aruncă o bilă ***foarte fierbinte*** în apă se petrec două procese fizice: o bruscă vaporizare locală -în momentul contactului bilei cu apa şi apoi încălzirea apei din vas. ....**0,5 p**	0.5	
Cantitatea de căldură ce contribuie la încălzirea apei din vas este direct proporțională cu creşterea constatată de temperatură (notată cu Δt): $Q_1\propto\Delta t$ ....**0,5 p**	0.5	
Ea se poate scrie sub forma $Q_1=Q-Q_2$, ca o diferență dintre cantitatea totală de căldură „pierdută” de bilă (Q)-direct proporțională cu volumul bilei $(\propto r^3)$, şi		

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

cantitatea de căldură preluată de apa care s-a vaporizat brusc (Q_2)-direct proporţională cu suprafaţa exterioară a bilei, prin care s-a făcut transferul de căldură $\left(\propto r^2\right)$ **..........0,5+0,5+0,5 = 1,5 p**	1.5	
De aceea putem scrie o relaţie generală de forma $\Delta t = A.r^3 + B.r^2$, cu A şi B două constante, ce urmează a fi determinate. **..........0,5 p**	0.5	
Din datele enunţului, referitoare la primele două situaţii, găsim $A = \dfrac{r_2^2\Delta t_1 - r_1^2\Delta t_2}{(r_1r_2)^2(r_1 - r_2)} \approx 1{,}6^0\,cm^{-3}$, respectiv $B = \dfrac{r_1^3\Delta t_2 - r_2^3\Delta t_1}{(r_1r_2)^2(r_1 - r_2)} \approx -0{,}4^0\,cm^{-2}$ **..........0,5 p**	0.5	
Apoi $\Delta t_3 = A.r_3^{\ 3} + B.r_3^{\ 2} \approx 4{,}5^0\,C$. **..........0,5 p**	0.5	
Oficiu		**1**

Subiecte propuse de:
Prof. univ. dr. Uliu Florea, Universitatea din Craiova, Facultatea de Fizică,
Prof.dr. Măgheruşan Larisa, Grupul Şcolar de Arte şi Meserii „Ion Mincu” Deva, jud. Hunedoara.