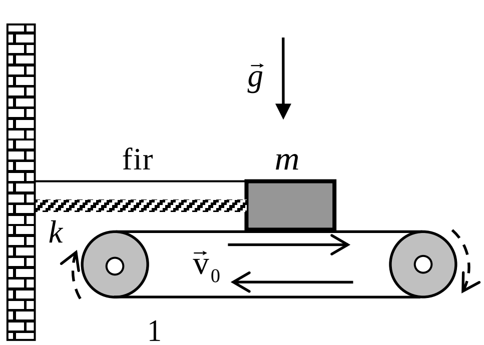
MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN, BN
CENTRUL JUDEȚEAN DE EXCELENȚĂ, BN
CONCURS REGIONAL DE FIZICĂ
1988 – 2018
C. N. „LIVIU REBREANU”, Bistrița
23 – 25 noiembrie 2018

Clasa a XII-a

Probleme propuse

Problema 1. Oscilații pe o bandă transportoare

Pe banda rulantă orizontală cu asperități a unui transportor se află un corp paralelipipedic cu masa *m*, așezat așa cum indică desenul 1 din figura alăturată, fiind prins de un perete vertical printr-un resort elastic nedeformat, a cărui constantă de elasticitate este *k* și printr-un fir inextensibil. Banda rulantă este în mișcare uniformă cu viteza constantă $\vec{v}_0$, având orientarea indicată în desen. Se rupe firul. Imediat corpul începe să se deplaseze, fiind antrenat de forța de frecare prin alunecare cu banda transportoare, forță considerată constantă.



a) *Să se demonstreze* că mișcarea corpului, după ruperea firului, este o mișcare oscilatorie armonică. *Să se determine* perioada mișcării corpului și *să se scrie* legile mișcării sale ocilatorii.

Se cunosc: coeficientul de frecare prin alunecare dintre corp și bandă, μ; accelerația gravitațională, *g*. *Se va considera că*, după ruperea firului, corpul alunecă permanent pe bandă.

b) *Să se determine* valorile coeficientului de frecare prin alunecare, μ, pentru care acesta alunecă permanent în raport cu banda.

c) *Să se justifice* analogia dintre elementele mișcării armonice ale corpului de pe banda rulantă, cu elementele mișcării armonice ale pendulului elastic vertical, reprezentat în desenul b din aceeași figură, după ruperea firului.

Clasa a XII-a, BAREM – Problema 1

Barem de notare	Parţial	Total
		10
a)	**5 p**	
$T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}};\ x=\dfrac{\mu mg}{k}\left(1-\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right)\right);$ $\mathrm{v}=-\mu g\sqrt{\dfrac{m}{k}}\cos\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right);\ a=\mu g\sin\left(\sqrt{\dfrac{k}{m}}t\right).$		
b)	**2 p**	
$\mu\le\dfrac{\mathrm{v}_0}{g}\sqrt{\dfrac{k}{m}}.$		
c)	**2 p**	
Legile pendulului elastic vertical se pot obține din legile oscilatorului de pe banda rulantă, dacă în locul mărimii $F_{\mathrm{f}}=\mu mg$ se introduce mărimea $G=mg$. Legile oscilatorului armonic de pe banda rulantă se pot obține din legile pendulului elastic, dacă în locul mărimii $G=mg$ se introduce mărimea $F_{\mathrm{f}}=\mu mg$.		
Oficiu	**1**	**10**

Problema 2. Termodinamică

A. Intersecția izotermei și adiabatei

Într-o diagramă termodinamică $(p;V)$ sunt trasate o izotermă și o adiabată, pentru o aceeași cantitate de gaz, aflat într-un cilindru cu piston. Cele două grafice se intersectează în punctul P de coordonate $(p_0;V_0)$.

a) *Să se determine* unghiul dintre tangentele duse la cele două grafice în punctul de intersecția al acestora. Se cunoaște coeficientul adiabatic al gazului, γ.

B. Entropia unui sistem fizic

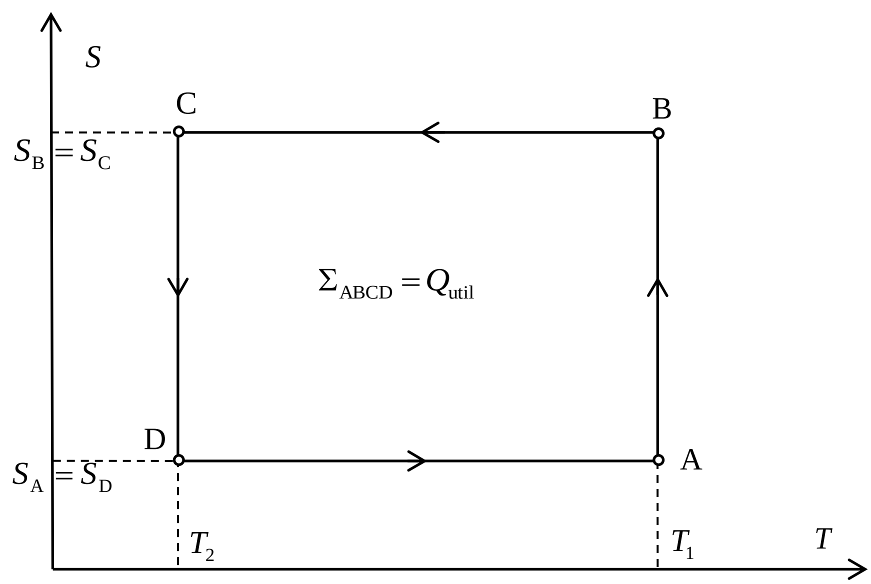
Se știe că entropia S a unui sistem fizic finit este dată de expresia diferențială:

$$\mathrm{d}S = \frac{\mathrm{d}Q}{T}.$$

b) *Să se transpună* graficul ciclului reversibil Carnot, din diagrama termodinamică $(p;V)$, în diagrama termodinamică $(S;T)$.

c) *Să se precizeze* semnificția fizică a ariei suprafeței din interiorul graficului ciclului Carnot, în fiecare dintre cele două diagrame.

Clasa a XII-a, BAREM – Problema 2

Barem de notare	Parţial	Total
		10
a)	**3 p**	
$\mathrm{tg}\,\theta = \dfrac{(\gamma - 1)p_0V_0}{V_0^2 + \gamma \cdot p_0^2}$.		
b)	**3 p**	
		
c)	**3 p**	
Semnificația fizică a ariei suprafeței din interiorul ciclului Carnot, reprezentat în coordonate $(S;T)$: $$\Sigma_{ABCD} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = Q_{util}.$$ Semnificația fizică a ariei suprafeței din interiorul ciclului Carnot, reprezentat în coordonate $(p;V)$: $$\Sigma_{ABCD} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} + L_{DA} = L_{util}.$$		
Oficiu	**1**	**10**

Problema 3. Produsul a două transformări Lorentz

A. Cele trei sisteme de referință: $R(OXYZ)$, $R_0(O_0X_0Y_0Z_0)$ și $R_1(O_1X_1Y_1Z_1)$, reprezentate în desenul din figura 1, au, la momentul inițial, originile comune, axele de coordonate suprapuse, iar ceasornicele din cele trei sisteme sunt sincronizate, toate indicând $t = t_0 = t_1 = 0$.

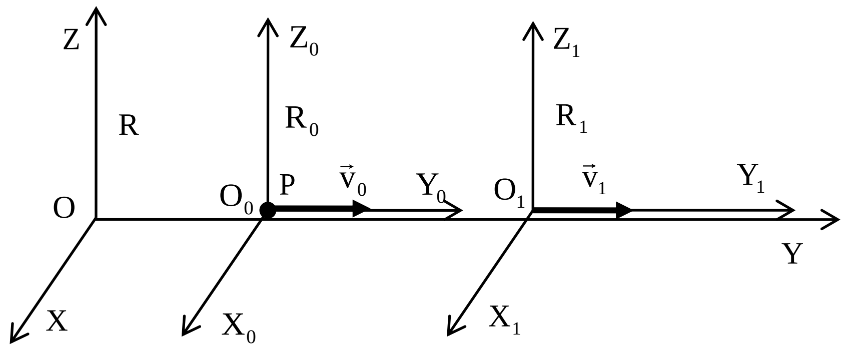


Fig. 1

În originea O_0 a sistemului R_0 se află o particulă instabilă, P, al cărei timp de viață, măsurat în sistemul propriu, R_0, este T_0. Particula P și deci sistemul său propriu, R_0, se deplasează cu viteza constantă $\vec{v}_0$, raportată la sistemul laboratorului, R, în așa fel încât axa O_0Y_0 alunecă de-a lungul axei OY, iar axele O_0X_0 și respectiv O_0Z_0, rămân paralele cu axele OX și respectiv OZ.

Originea O_1 a sistemului R_1 se deplasează cu viteza constantă $\vec{v}_1$, în raport cu sistemul laboratorului, R, în așa fel încât axa O_1Y_1 alunecă de-a lungul axei OY, iar axele O_1X_1 și respectiv O_1Z_1, rămân paralele cu axele OX și respectiv OZ.

a) *Să se determine* timpii de viață, T și respectiv T_1, ai particulei P, măsurați de observatorii aflați în originile O și respectiv O_1, ale sistemelor R și respectiv R_1. Se cunoaște viteza luminii în vid, *c*.

B. Particula P se deplasează acum, cu viteza constantă $\vec{V}$, în raport cu sistemul laboratorului, R, în planul YOZ al acestuia, așa cum indică desenul din figura 2, plecând din originea O a sistemului legat de laborator, R, pe direcția care formează unghiul θ cu axa OY.

Un observator aflat în originea O a sistemului R vede originea O_1 a sistemului R_1 deplasându-se cu viteza constantă $\vec{v}_1$, în așa fel încât axa O_1Y_1 alunecă de-a lungul axei OY, iar axele O_1X_1 și respectiv O_1Z_1, rămân paralele cu axele OX și respectiv OZ.

Un observator aflat în originea O_1 a sistemului R_1, vede originea O_2 a sistemului R_2, deplasându-se cu viteza constantă $\vec{v}_2$, în așa fel încât axa O_2X_2 alunecă de-a lungul axei O_1X_1, iar axele O_2Y_2 și respectiv O_2Z_2, rămân paralele cu axele O_1Y_1 și respectiv O_1Z_1.

La momentul inițial originile celor trei sisteme de referință sunt comune, axele lor de coordonate sunt suprapuse, iar ceasornicele din cele trei sisteme de referință sunt sincronizate, toate indicând $t = t_1 = t_2 = 0$.

b) *Să se determine* vitezele particulei P, $\vec{V}_1$ și respectiv $\vec{V}_2$, în raport cu observatorii O_1 și respectiv O_2, aflați în originile sistemelor R_1 și respectiv R_2.

c) Aplicație numerică: $\theta = 0$; $V_0 = 0{,}99 \cdot c$; $v_1 = v_2 = 0{,}6 \cdot c$.

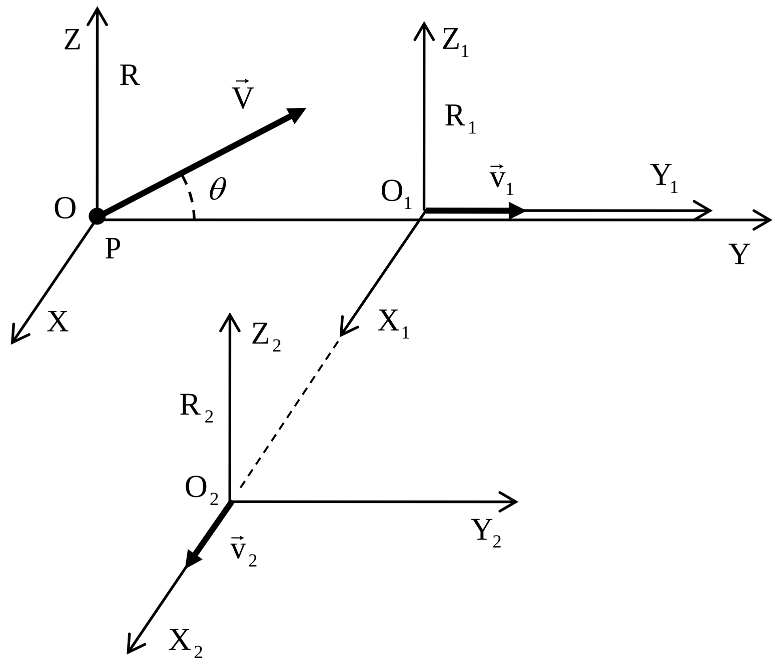


Fig. 2

Clasa a XII-a, BAREM – Problema 3

Barem de notare	Parţial	Total
		10
a)	**3**	
$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1-\frac{\mathrm{v}_0^2}{c^2}}}$$		
$$T_1 = T_0 \cdot \frac{c^2 - \mathrm{v}_0\mathrm{v}_1}{\sqrt{\left(c^2-\mathrm{v}_o^2\right)\left(c^2-\mathrm{v}_1^2\right)}}$$		
b)	**3**	
$$\mathrm{V}_1 = \sqrt{\mathrm{V}_{1\mathrm{X}_1}^2 + \mathrm{V}_{1\mathrm{Y}_1}^2 + \mathrm{V}_{1\mathrm{Z}_1}^2};$$ $$\mathrm{V}_{1\mathrm{X}_1} = 0;\ \mathrm{V}_{1\mathrm{Y}_1} = \frac{\mathrm{V}\cos\theta - \mathrm{v}_1}{1-\frac{\mathrm{v}_1\mathrm{V}\cos\theta}{c^2}};\ \ \mathrm{V}_{1\mathrm{Z}_1} = \frac{\mathrm{V}\sin\theta}{1-\frac{\mathrm{v}_1\mathrm{V}\cos\theta}{c^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{\mathrm{v}_1^2}{c^2}};$$		
$$\mathrm{V}_2 = \sqrt{\mathrm{V}_{2\mathrm{X}_2}^2 + \mathrm{V}_{2\mathrm{Y}_2}^2 + \mathrm{V}_{2\mathrm{Z}_2}^2}.$$ $$\mathrm{V}_{2\mathrm{X}_2} - \mathrm{v}_2;$$ $$\mathrm{V}_{2\mathrm{Y}_2} = \frac{\mathrm{V}\cos\theta - \mathrm{v}_1}{1-\frac{\mathrm{v}_1\mathrm{V}\cos\theta}{c^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{\mathrm{v}_2^2}{c^2}};$$ $$\mathrm{V}_{2\mathrm{Z}_2} = \frac{\mathrm{V}\sin\theta}{1-\frac{\mathrm{v}_1\mathrm{V}\cos\theta}{c^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{v_1^2}{c^2}} \cdot \sqrt{1-\frac{\mathrm{v}_2^2}{c^2}};$$		
c)	**3**	
$$\vec{\mathrm{V}}_1 = \vec{\mathrm{V}}_{1\mathrm{Y}_1};\ \mathrm{V}_1 = 0{,}96 \cdot c;$$		
$$\vec{\mathrm{V}}_2 = \vec{\mathrm{V}}_{2\mathrm{X}_2} + \vec{\mathrm{V}}_{2\mathrm{Y}_2};$$ $$\mathrm{V}_2 = 0{,}97 \cdot c;$$ $$\tan\theta_2 = \frac{\mathrm{V}_{2\mathrm{X}_2}}{\mathrm{V}_{2\mathrm{Y}_2}} = -0{,}78;$$		
Oficiu	**1**	**10**