



Barem Problema 1. Dilatarea corpurilor		Parțial	Punctaj
A.a		2 x 0,5	3p
	Pentru inelul de Al.		
	Poziția la temperatura t		
	$h_{01} = \frac{a_0 R_{0,Al}}{R_{0,Fe} - R_{0,Al}}; h_{01} = 3 \text{ cm},$	2 x 0,25	
	la temperatura $t + \Delta t$ raza interioară a inelului de Aluminiu se dilată mai mult decât raza secțiunii conului de Cupru. Rămâne în contact cu aceasta, netensionat mecanic, într-o secțiune a conului acestuia inferioară contactului inițial, C_{Al}		
	Prin încălzirea sistemului, unghiul de la vârful conului nu se schimbă.		
	Poziția finală a inelului de Al		
	$h_1 = h_{01}(1 + \alpha_{Al}\Delta t),$	0,25	
	- Inelul de Fier		
	La temperatura t		
	$h_{02} = h_{01} + a_0.$	0,25	
	Deoarece inelul de Fier rămâne solidar cu sectorul de pe conul de Cupru, rezultă că distanța finală (aceea care corespunde temperaturii $t + \Delta t$), dintre vârful conului de Cupru și planul inelului de Fier, h_2 , este determinată de dilatarea sectorului din conul de Cupru, existentă la temperatura inițială, t , între vârful conului de Cupru și planului inelului de Fier, h_{02} , astfel încât:		



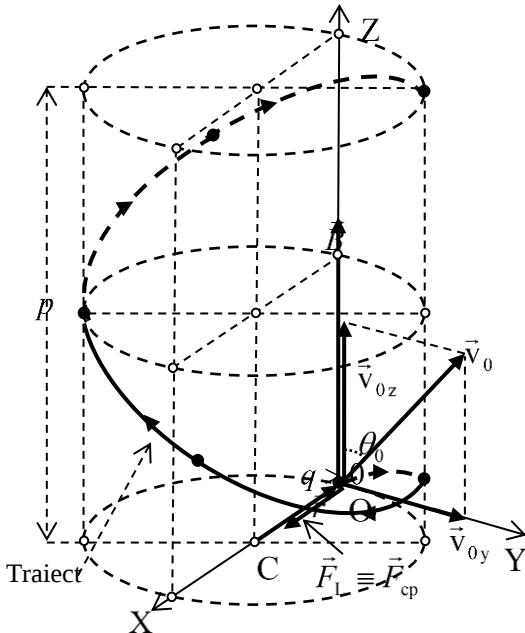
Barem Problema 1. Dilatarea corpurilor		Parțial	Punctaj
	$h_2 = h_{02}(1 + \alpha_{Cu}\Delta t) = (h_{01} + a_0)(1 + \alpha_{Cu}\Delta t).$	0,25	
	variația distanței dintre planele celor două inele		
	$\Delta a = (\alpha_{Cu} - h_{01}(\alpha_{Al} - \alpha_{Cu}))\Delta t.$	0,75	
A.b.	Inelul de Aluminiu		4p
	Raza interioară finală a inelului de Aluminiu este numai rezultatul interacțiunii sale termice cu exteriorul, adică este numai rezultatul dilatării inelului.		
	tensiunea din inelul de Aluminiu, F_{Al} , este determinată numai de dilatarea inelului deoarece raza interioară a inelului de Aluminiu este variabilă, pe durata întregului proces, dar permanent egală cu raza secțiunii curente a conului de Cupru,		
	la temperatura t , raza inelului de Aluminiu este $R_{0,Al} = r_{0,Cu}$,	0,25	
	la temperatura $t + \Delta t$ $R_{Al} = R_{0,Al}(1 + \alpha_{Al}\Delta t),$	0,25	
	$R_{Al} = r_{x,Cu} = r_{0,x,Cu}(1 + \alpha_{Cu}\Delta t),$	0,25	
	alungirea conturului inelului de Aluminiu, ca urmare exclusivă a dilatării, este: $\Delta L_{Al} = 2\pi R_{0,Al}\alpha_{Al}\Delta t.$	0,25	
	alungirea conturului inelului de Aluminiu realizată printr-o solicitare mecanică $\Delta L_{Al} = \frac{1}{E_{Al}} \frac{F_{Al}}{S} L_{0,Al} = \frac{1}{E_{Al}} \frac{F_{Al}}{S} 2\pi R_{0,Al},$	0,25	
	$F_{Al} = E_{Al} S \alpha_{Al} \Delta t,$	0,25	
	Inelul de Fier		
	Tensiunea din inelul de Fier este determinată atât de dilatarea inelului, cât și de interacțiunea mecanică dintre suprafața conului de Cupru și inelul de Fier, deoarece $\alpha_{Fe} < \alpha_{Cu}$.		
	variație a lungimii conturului inelului de Fier:		
	$\Delta L_{Fe} = 2\pi R_{0,Fe}\alpha_{Fe}\Delta t.$	0,25	
	tensiunea din inelul de Fier		
	$\Delta L_{Fe} = \frac{1}{E_{Fe}} \frac{F'_{Fe}}{S} L_{0,Fe} = \frac{1}{E_{Fe}} \frac{F'_{Fe}}{S} 2\pi R_{0,Fe},$	0,50	
	forța de dilatare (tensiune) din inelul de Fier, determinată numai de încălzirea (dilatarea) inelului de Fier $F'_{Fe} = E_{Fe} S \alpha_{Fe} \Delta t.$	0,25	

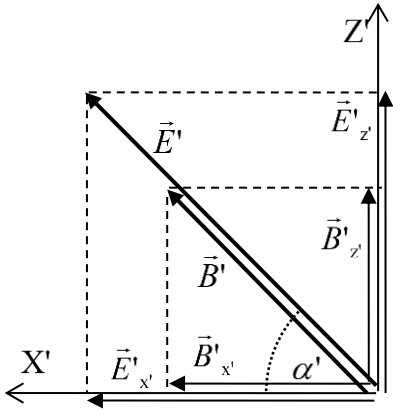


Barem Problema 1. Dilatarea corpurilor		Parțial	Punctaj
	tensiune suplimentară datorată interacțiunii sale mecanice cu conul de Cupru		
	$\Delta R_{s,Fe} = R_{0,Fe}(\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})\Delta t,$	0,25	
	$\Delta L_{s,Fe} = 2\pi\Delta R_{s,Fe} = 2\pi R_{0,Fe}(\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})\Delta t.$	0,25	
	$\frac{1}{E_{Fe}} \frac{F''_{Fe}}{S} 2\pi R_{0,Fe}(1 + \alpha_{Fe}\Delta t) = 2\pi R_{0,Fe}(\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})\Delta t;$ $\frac{1}{E_{Fe}} \frac{F''_{Fe}}{S} (1 + \alpha_{Fe}\Delta t) = (\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})\Delta t;$ $F''_{Fe} = \frac{E_{Fe}S(\alpha_{Cu} - \alpha_{Fe})\Delta t}{1 + \alpha_{Fe}\Delta t}.$	0,50	
	$F_{Fe} = F'_{Fe} + F''_{Fe};$	0,25	
	$F_{Fe} = \frac{E_{Fe}S(\alpha_{Cu} + \alpha_{Fe}^2\Delta t)\Delta t}{1 + \alpha_{Fe}\Delta t}.$	0,25	
B.c.		2 x 0,25	2p
	$h_{CM} = \frac{m_s(R_0 + \Delta L) + m_f\left(\frac{L_0}{2} + \Delta L\right)}{m_s + m_f};$ $h_{CM} = \frac{m_s R + m_f \frac{L}{2}}{m_s + m_f};$	0,30 0,15	



Barem Problema 1. Dilatarea corpurilor		Parțial	Punctaj
	$\frac{m_s(R_0 + \Delta L) + m_f\left(\frac{L_0}{2} + \Delta L\right)}{m_s + m_f} = \frac{m_s R + m_f \frac{L}{2}}{m_s + m_f};$	0,15	
	$\frac{m_s}{m_f} = \frac{\Delta L}{2(\Delta R - \Delta L)};$	0,15	
	$\Delta R = R_0 \alpha_s \Delta t;$ $\Delta L = L_0 \alpha_f \Delta t;$	0,15 0,15	
	$\frac{m_s}{m_f} = \frac{L_0 \alpha_f}{2(R_0 \alpha_s - L_0 \alpha_f)};$	0,15	
	$\frac{R_0}{L_0} = \frac{\alpha_{\text{fir}}(2m_s + m_f)}{2m_s \alpha_s};$	0,15	
	$m_f \ll m_s;$ $\frac{R_0}{L_0} = \frac{\alpha_{\text{fir}}}{\alpha_s} < 1.$	0,15	
	OFICIU		1
Total			10

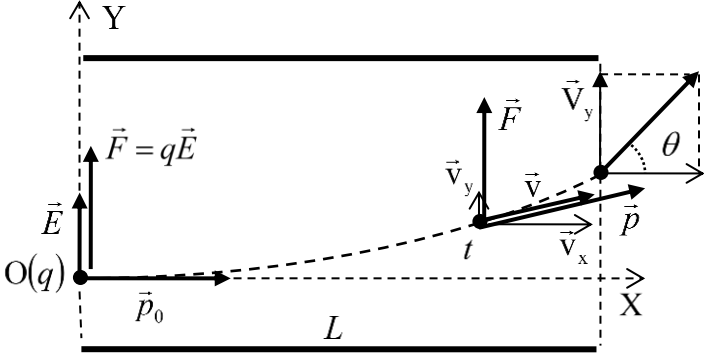
Barem Problema 2 Câmp magnetic uniform și câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
a)1	$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$,	0,20	2
	Teorema variației energiei cinetice: $dE_c = \vec{F}_L \cdot d\vec{r} = \vec{F}_L \cdot \vec{v} \cdot dt$,	0,20	
	$dE_c = \vec{F}_L \cdot \vec{v} \cdot dt$,	0,10	
	$\frac{dE_c}{dt} = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{v}$;	0,20	
	$\vec{v} \perp (\vec{v} \times \vec{B})$ deci $\frac{dE_c}{dt} = 0$	0,20	
	$E_c = ct$	0,20	
	$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} \cdot v_0^2$;	0,20	
	$W = m_0 \cdot c^2 + E_c$	0,20	
	$W = m_0 \cdot c^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m_0 \cdot v_0^2}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$,	0,20	
	$p = m \cdot v = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} \cdot v_0 = \frac{p_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$,	0,20	
	Câmpul magnetic uniform, cu inducția magnetică $\vec{B}$, nu are nici o influență asupra energiei totale relativiste a protonului și nici asupra modului impulsului relativist al protonului.	0,10	
a)2	mișcarea protonului relativist, în câmpul magnetic uniform, este identică cu mișcarea protonului "clasic", într-un câmp magnetic uniform, adică traiectoria este tot o spirală circulară.		2
		0,20	

Barem Problema 2 Câmp magnetic uniform și câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
	$\vec{F}_L = q \cdot (\vec{v}_0 \times \vec{B})$	0,15	
	$\vec{F}_L = q \cdot (\vec{v}_{0y} \times \vec{B}) + q \cdot (\vec{v}_{0z} \times \vec{B});$	0,15	
	$F_L = q \cdot v_0 \cdot B \cdot \sin \theta_0$	0,15	
	$\vec{F}_L \equiv \vec{F}_{cp}$	0,15	
	$q \cdot v_0 \cdot \sin \theta_0 \cdot B = \frac{m \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \theta_0}{r}$	0,15	
	Raza traiectoriei $r = \frac{m_0 \cdot v_0 \cdot \sin \theta_0}{q \cdot B \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}},$	0,15	
	Pasul spiralei circulare a traiectoriei protonului $p = v_{0z} \cdot T,$	0,15	
	$T = \frac{2\pi \cdot m_0 \cdot \sin \theta_0}{q \cdot B \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}};$	0,15	
	$p = \frac{\pi \cdot m_0 \cdot v_0 \cdot \sin 2\theta_0}{q \cdot B \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}.$	0,15	
	Caz particular $\theta_0 = 90^\circ; \Rightarrow p = 0.$	0,15	
	$v_0 \ll c,$ rza spirei $r_0 = \frac{m_0 \cdot v_0 \cdot \sin \theta_0}{q \cdot B}.$	0,15	
	$v_0 \ll c,$ pasul spirei $p_0 = \frac{\pi \cdot m_0 \cdot v_0 \cdot \sin 2\theta_0}{q \cdot B}.$	0,15	
2)b		0,35	2
	Înlocuind valorile: $\vec{E} (E_x = E_0 \cdot \cos \alpha; E_y = 0; E_z = E_0 \cdot \sin \alpha)$ și $\vec{B} (B_x = n \frac{E_0}{c}; B_y = 0; B_z = 0)$ în expresiile: $E'_x = \gamma \cdot E_x; E'_y = 0; E'_z = \gamma \cdot (E_z - u \cdot B_x);$ $B'_x = \gamma \cdot (B_x - \frac{u}{c^2} \cdot E_z); B'_y = 0; B'_z = \gamma \cdot \frac{u}{c^2} \cdot E_x;$ se obține		

Barem Problema 2 Câmp magnetic uniform și câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
	$E'_x = \gamma \cdot E_0 \cdot \cos \alpha; E'_y = 0;$ $E'_z = \gamma \cdot \left(E_0 \cdot \sin \alpha - u \cdot n \frac{E_0}{c} \right) = \gamma \cdot E_0 \left(\sin \alpha - \frac{u}{c} \cdot n \right) = \gamma \cdot E_0 (\sin \alpha - \beta n);$	3 x 0,15	
	$B'_x = \gamma \cdot \left(n \frac{E_0}{c} - \frac{u}{c^2} \cdot E_0 \sin \alpha \right) = \frac{\gamma}{c} \cdot E_0 (n - \beta \sin \alpha); B'_y = 0;$ $B'_z = \gamma \cdot \frac{u}{c^2} \cdot E_0 \cos \alpha = \frac{\gamma}{c} \beta E_0 \cos \alpha.$	3 x 0,15	
	$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{E'_z}{E'_x} = \frac{B'_z}{B'_x};$	0,15	
	$\frac{\gamma \cdot E_0 (\sin \alpha - \beta n)}{\gamma \cdot E_0 \cdot \cos \alpha} = \frac{\frac{\gamma}{c} \cdot \beta \cdot E_0 \cdot \cos \alpha}{\frac{\gamma}{c} \cdot E_0 (n - \beta \sin \alpha)};$	0,15	
	$n \cdot \sin \alpha \cdot \beta^2 - (n^2 + 1) \beta + n \cdot \sin \alpha = 0;$	0,15	
	$\beta = \frac{n^2 + 1 \pm \sqrt{(n^2 + 1)^2 - 4 \cdot n^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{2 \cdot n \cdot \sin \alpha};$	0,15	
	Pentru ca $\beta = \frac{u}{c} < 1$ $\beta = \frac{n^2 + 1 - \sqrt{(n^2 + 1)^2 - 4 \cdot n^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{2 \cdot n \cdot \sin \alpha}.$	0,15	
2)c	Modulele celor doi vectori, $\vec{E}$ și respectiv $\vec{B}$, sunt: $E^2 = E_x^2 + E_y^2 + E_z^2 = E_0^2 \cdot \cos^2 \alpha + E_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = E_0^2;$ $E = E_0;$ $B^2 = B_x^2 + B_y^2 + B_z^2 = n^2 \cdot \frac{E_0^2}{c^2};$ $B = n \cdot \frac{E_0}{c}$	0,33 0,33	2
	$\frac{E}{B} = c$ dacă $n=1$	0,33	
	Rezultă $\beta = \frac{n^2 + 1 - \sqrt{(n^2 + 1)^2 - 4 \cdot n^2 \cdot \sin^2 \alpha}}{2 \cdot n \cdot \sin \alpha};$ adică $\beta = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$	0,33	
	Cazu l particular $\alpha = \frac{\pi}{2}; \vec{E} \perp \vec{B}; \vec{E} \cdot \vec{B} = E \cdot B \cdot \cos \frac{\pi}{2} = 0,$	0,33	
	Vectorii $\vec{E}'$ și respectiv $\vec{B}'$, nu pot fi paraleli, decât dacă $\vec{E}' = 0$ sau dacă $\vec{B}' = 0.$	0,33	
2)d	$\operatorname{ctg} \alpha' = \frac{E'_x}{E'_z};$	0,20	1
	$\operatorname{ctg} \alpha' = \frac{\gamma \cdot E_0 \cdot \cos \alpha}{\gamma \cdot E_0 \cdot (\sin \alpha - \beta \cdot n)} = \frac{\cos \alpha}{(\sin \alpha - \beta \cdot n)};$	0,20	
	$\beta = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, n=1;$	0,20	

Problema 2 4

Barem Problema 2 Câmp magnetic uniform și câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
	$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$	0,20	
	$\alpha' = \frac{\alpha}{2};$	0,20	
	OFICIU		1 punct

Barem Problema 3 Mişcare relativistă într-un câmp electric uniform	Parţial	Punctaj
a) 	0,30	
$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y; \vec{v}^2 = v_x^2 + v_y^2;$	0,10	
$\vec{p} = \vec{p}_x + \vec{p}_y; p^2 = p_x^2 + p_y^2;$	0,10	
$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d\vec{p}_x}{dt} + \frac{d\vec{p}_y}{dt} = q\vec{E};$	0,10	
$\vec{F}_x = \frac{d\vec{p}_x}{dt} = 0; \vec{p}_x = \vec{p}_0 = \text{constant}; p_x = p_0;$	0,10	
$\vec{F}_y = \frac{d\vec{p}_y}{dt} = q\vec{E}; d\vec{p}_y = q\vec{E} dt; dp_y = qE dt; p_y = qEt,$	0,10	
Mişcarea are loc în planul XOY		
$\vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \vec{v} = \gamma \cdot m_0 \vec{v};$		2
$W = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} c^2 = \gamma m_0 c^2,$		
$\vec{p} = m\vec{v} = m\vec{v} \frac{c^2}{c^2} = mc^2 \cdot \frac{\vec{v}}{c^2} = W \cdot \frac{\vec{v}}{c^2};$	0,10	
$W = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, v^2 = \frac{p^2}{m_0^2 + \frac{p^2}{c^2}};$	0,10	
$W^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2;$	0,10	
$p^2 = p_0^2 + q^2 E^2 t^2;$	0,10	
$W = \sqrt{m_0^2 c^4 + (p_0^2 + q^2 E^2 t^2) c^2};$	0,10	
$W = W_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{q^2 E^2 c^2}{W_0^2} t^2};$	0,10	
Deci $k = \frac{qEc}{W_0}; W = W_0 \cdot \sqrt{1 + k^2 t^2}.$	0,10	

Barem Problema 3 Mișcare relativistă într-un câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
	$v = \frac{c^2}{W_0} \cdot \sqrt{\frac{p_0^2 + q^2 t^2}{1 + k^2 t^2}}.$	0,10	
	$v_x = \frac{c^2 p_0}{W}; v_x = \frac{c^2 p_0}{W_0 \cdot \sqrt{1 + k^2 t^2}};$	0,10	
	$v_y = \frac{c^2 q E t}{W}; v_y = \frac{c^2 q E t}{W_0 \cdot \sqrt{1 + k^2 t^2}}.$	0,10	
	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\frac{c^4 p_0^2}{W_0^2 (1 + k^2 t^2)} + \frac{c^4 q^2 E^2 t^2}{W_0^2 (1 + k^2 t^2)}};$	0,10	
	$v = \frac{c^2}{W_0} \cdot \sqrt{\frac{p_0^2 + q^2 t^2}{1 + k^2 t^2}}.$	0,10	
b	Ecuțiile parametrice ale traiectoriei se obțin prin integrare		3
	$v_x = \frac{dx}{dt};$	0,25	
	$x(t) = \int v_x dt = \frac{c^2 p_0}{W_0} \int \frac{dt}{\sqrt{1 + k^2 t^2}} = \frac{c^2 p_0}{W_0 k} \int \frac{k dt}{\sqrt{1 + (kt)^2}} = \frac{c^2 p_0}{W_0 a} \int \frac{d(kt)}{\sqrt{1 + (kt)^2}};$	0,25	
	$x(t) = \frac{c^2 p_0}{W_0 k} \cdot \ln \left kt + \sqrt{1 + k^2 t^2} \right + C_1 \text{ cu } k = \frac{qEc}{W_0}; \text{ și } W_0 = \frac{qEc}{k};$	0,25	
	Știind că la $t = 0; x = 0; C_1 = 0;$	0,25	
	$x(t) = \frac{cp_0}{qE} \cdot \ln \left kt + \sqrt{1 + k^2 t^2} \right ;$	0,25	
	$v_y = \frac{c^2 p_y}{W} = \frac{c^2 q E t}{W},$	0,25	
	$y(t) = \int v_y dt = \frac{c^2 q E}{W_0} \int \frac{t dt}{\sqrt{1 + k^2 t^2}};$	0,25	
	$y(t) = \frac{c^2 q E}{W_0} \int \frac{\frac{1}{k^2} u du}{\sqrt{u^2}} = \frac{c^2 q E}{W_0} \frac{1}{k^2} \int du;$	0,25	
	$y(t) = \frac{c^2 q E}{W_0 k^2} \cdot \sqrt{1 + k^2 t^2} + C_2;$	0,25	
	$t = 0; y = 0; k = \frac{qEc}{W_0}, \text{ deci } C_2 = -\frac{c^2 q E}{W_0 k^2} = \frac{W_0}{qE};$	0,25	
	$y(t) = \frac{W_0}{qE} \left(\sqrt{1 + k^2 t^2} - 1 \right);$	0,25	
	$x(t) = \frac{cp_0}{qE} \cdot \ln \left kt + \sqrt{1 + k^2 t^2} \right ,$	0,25	

Barem Problema 3 Mișcare relativistă într-un câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
c			2
	Din $y(t) = \frac{W_0}{qE} \cdot (\sqrt{1 + k^2 t^2} - 1)$		
	Rezultă $\sqrt{1 + (kt)^2} = \frac{qEy}{W_0} + 1$; $kt = \sqrt{\left(1 + \frac{qEy}{W_0}\right)^2} - 1$;	0,2	
	Din $x(t) = \frac{cp_0}{qE} \cdot \ln kt + \sqrt{1 + k^2 t^2} $; rezultă		
	$kt + \sqrt{1 + (kt)^2} = e^{qEx/cp_0}$;	0,2	
	Deci prin eliminarea timpului se obține $\sqrt{\left(1 + \frac{qEy}{W_0}\right)^2} - 1 + 1 + \frac{qEy}{W_0} = e^{qEx/cp_0}$;	0,2	
	Efectuarea calculelor	0,2	
	$y = \frac{W_0}{qE} \left[\operatorname{ch}\left(\frac{qEx}{cp_0}\right) - 1 \right]$,	0,2	
	Pentru cazul particular: $\frac{qE}{cp_0} x \ll 1$; $\operatorname{ch}\left(\frac{qE}{cp_0} x\right) \approx 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{qE}{cp_0} x\right)^2$; $v_0 = \frac{p_0}{m_0} \ll c$,	0,2	
	$y = \frac{W_0}{qE} \left[\operatorname{ch}\left(\frac{qEx}{cp_0}\right) - 1 \right] = \frac{W_0}{qE} \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{qE}{cp_0} x\right)^2 - 1 \right]$;	0,2	
	$y = \frac{qEW_0}{2c^2 p_0^2} x^2$;	0,1	
	$W_0 = m_0 c^2 + \frac{m_0}{2} v_0^2$; $v_0 \ll c$; $W_0 = m_0 c^2$;	0,2	
	$p_0 = m v_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} v_0$; $v_0 \ll c$; $p_0 \approx m_0 v_0$;	0,1	
	$y = \frac{qEW_0}{2c^2 p_0^2} x^2 = \frac{qEm_0 c^2}{2c^2 m_0^2 v_0^2} x^2$;	0,1	

Barem Problema 3 Mișcare relativistă într-un câmp electric uniform		Parțial	Punctaj
	$y = \frac{qE}{2m_0 v_0^2} x^2,$	0,1	
d	Pentru $x = L$, rezultă $t = T$;	0,1	1
	$x(T) = \frac{cp_0}{qE} \cdot \ln \left kT + \sqrt{1 + k^2 T^2} \right = L;$	0,3	
	$\ln \left kT + \sqrt{1 + k^2 T^2} \right = \frac{qEL}{cp_0};$	0,2	
	$T = \frac{1}{2k} \frac{e^{2qEL/cp_0} - 1}{e^{qEL/cp_0}} = \frac{1}{k} \frac{e^{qEL/cp_0} - e^{-qEL/cp_0}}{2};$	0,2	
	$T = \frac{W_0}{qEc} \cdot \text{sh} \left(\frac{qEL}{cp_0} \right).$	0,2	
e	$tg\theta = \frac{v_y}{v_x}$	0,3	1
	$tg\theta = \frac{qET}{p_0}$	0,3	
	$tg\theta = \frac{qET}{kp_0} \frac{\exp\left(\frac{LqE}{cp_0}\right) - \exp\left(-\frac{LqE}{cp_0}\right)}{2}$	0,4	
	Oficiu		1
	Total		10 p