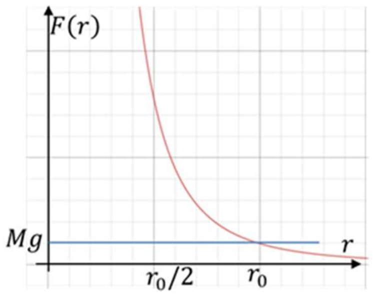
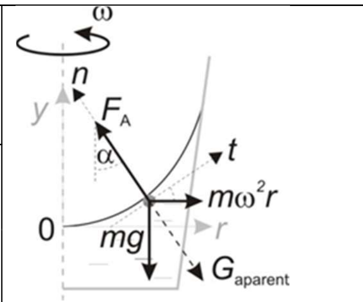
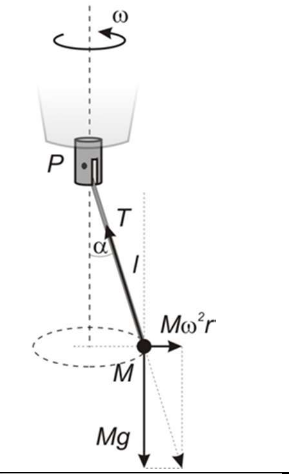
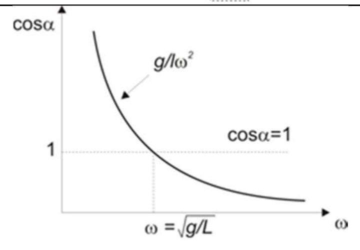
Olimpiada de Fizică
Etapa pe judeţ
25 februarie 2017
Barem

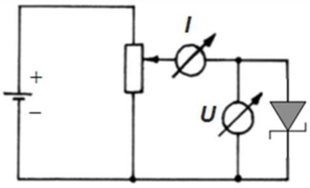
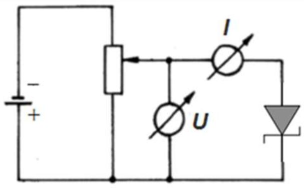
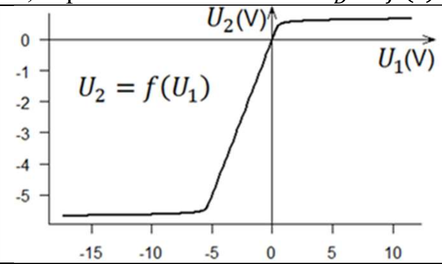
XI

	Subiect 1. .	**Parţial**	**Punctaj**
1.	Barem subiect 1		**10**
a.	Viteza radială a corpului este constantă și foarte mică ($v_{rad} \cong 0$); $a_r = 0$.	0,5	**2,5**
	Astfel, de-alungul firului, putem scrie, folosind conservarea momentului cinetic: $$F(r) = \frac{mv^2}{r} = \frac{(mvr)^2}{mr^3} = \frac{L^2}{mr^3} = \frac{L_0^2}{mr^3}$$	1,0	
	$$F(r) = \frac{2E_0 r_0^2}{r^3}$$  **0,5p**	0,5	
b.	Din teorema variației ennergiei cinetice: $\Delta E_c = L = 3E_0$, sau $L = \int_{r_0}^{r_0/2} F(r) \cdot dr$, $F_{med} = \frac{1}{r_2 - r_1}\int_{r_1}^{r_2} F(r) \cdot dr$ si $F_{med} = \frac{6E_0}{r_0}$ $F_{med} \cdot \Delta r =$ L,	1,0	**1,0**
c.	$$F < T_r, \quad \frac{2E_0 r_0^2}{r^3} < T_r \Rightarrow r > \sqrt[3]{\frac{2E_0 r_0^2}{T_r}}$$	1,0	**1,0**
d.	La echilibru $F(r) = Mg$ (vezi figura).	0,5	**1,5**
	Considerăm că sistemul este scos din echilibru pe o distanță $x \ll r_0$. Se poate observa din figură că poziția de echilibru este o poziție de echilibru stabil.	1,0	
e.	$$R(x) = \frac{2E_0 r_0^2}{(r_0 + x)^3} - Mg \cong \frac{2E_0 r_0^2}{r_0^3} - 3\frac{2E_0 r_0^2}{r_0^4}x - Mg = -\frac{6E_0}{r_0^2}x = -k_{echiv} \cdot x$$	1,0	**3,0**
	Scriem consevarea energiei mecanice de-a lungul firului (considerăm că energia cinetică asociată mișcării de rotație nu se modifică):	0,5	
	$$\frac{1}{2}k_{echiv}A^2 = \frac{1}{2}(m+M)(\omega A)^2, \omega^2 = \frac{3mg}{r_0}\frac{1}{m+M}, T = 2\pi\sqrt{\frac{r_0(M+m)}{3mg}}.$$	1,5	
	Altă variantă: Considerăm corpul ($M + m$). Asupra lui, în SRNI, acționează intr-o parte F_{cfi} iar în cealaltă parte Mg. Dacă scoatem corpul din poziția de echilibru, vom scrie: $$\frac{mv^2}{(r_0 - x)} - Mg = (M+m)\ddot{x}, \frac{mv_0^2 r_0^2}{(r_0 - x)^3} - Mg = (M+m)\ddot{x}, \frac{mv_0^2}{r_0} - \frac{3mv_0^2}{r_0^2}x - Mg = (M+m)\ddot{x}$$ $$-\frac{3mv_0^2}{r_0^2}x = (M+m)\ddot{x}, \quad -kx = M_t\ddot{x}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m_t}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{(M+m)r_0}{3mg}}$$		
	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, proporţional cu conţinutul 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 2.	**Parțial**	**Punctaj**
	Barem subiect 2		**10**
a)	SRNI care se rotește împreună cu găleata. La echilibru de rotație, asupra unei picături mici de apă de la suprafața apei acționează greutatea aparentă (=forța de interacțiune gravitațională + forța centrifugă de inerție) și forța arhimedică (perpendiculară pe suprafața apei). Din echilibrul de forțe pe direcție tangențială rezultă:	0.5	**2.5**
	$m\omega^2 r\cos\alpha - mg\sin\alpha = 0$ adică $\tan\alpha = \frac{\omega^2 r}{g}$ 	1	
	Dacă tangenta la curba $y(r)$ este $\frac{\omega^2}{2g}2r^1$ Atunci $y(r) = \frac{\omega^2}{2g}r^2$ ecuația unei parabole.	1	
	Altă variantă: $\tan\alpha = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}r} \Rightarrow \mathrm{d}y = \frac{\omega^2}{g}r\mathrm{d}r$ Integrăm și obținem: $y = \frac{\omega^2}{2g}r^2$ ecuația unei parabole		
b)	Toate punctele de pe curba $y(r) = \frac{\omega^2}{2g}r^2$ sunt puncte de echilibru stabil. Corpul nu va oscila.		**1**
c)	SRNI. Asupra corpului de masă M vor acționa forța de interacțiune gravitațională, forța centrifugă de inerție și tensiunea din tijă. Descompunem forțele și scriem condițiile de echilibru în sistemul de referință rotitor: 	0.5	**4.5**
	$T\cos\alpha - Mg = 0$ $M\omega^2 r - T\sin\alpha = 0$ unde $r = l\sin\alpha$	0.5	
	Din cele două ecuații rezultă: $\sin\alpha\left(\cos\alpha - \frac{g}{\omega^2 l}\right) = 0$ cu soluțiile $\begin{cases}\sin\alpha = 0 \\ \cos\alpha = \frac{g}{\omega^2 l}\end{cases}$	1	
	Pentru $\omega < \omega_0 = \sqrt{g/l}$ există numai soluția $\alpha = 0$ – echilibru stabil, tija revine în poziție verticală dacă este scoasă din poziția de echilibru.	0.5	
	Pentru $\omega > \omega_0 = \sqrt{g/l}$ există ambele soluții: $\alpha = 0$ – echilibru instabil; $\alpha = \arccos\frac{g}{\omega^2 l}$ – echilibru stabil 	0.5	
	Momentul forțelor față de punctul P sunt: $M\omega^2 l\sin\alpha\, l\cos\alpha - Mgl\sin\alpha = Ml^2\sin\alpha\,(\omega^2\cos\alpha - g/l) > 0$ pentru $\cos\alpha \cong 1$ și $\omega > \omega_0$. Scoasă din poziție verticală tija nu mai revine.	0.5	
	Pentru $\omega \to \infty \Rightarrow \cos\alpha \to 0 \Rightarrow \alpha \to \pi/2$ la viteze unghiulare mari, tija se rotește aproape în plan orizontal, sau rămâne verticală.	0.5	
	Pentru $\omega \to 0$ $\alpha = 0$ iar corpul M atârnă vertical.	0.5	
d)	În SRNI, este un pendul matematic asupra căruia acționează greutatea aparentă $M\sqrt{g^2 + \omega^4 r^2} = Mg_{ap}$. Perioada pendulului va fi $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_{ap}}}$.	1	**1**
	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, proporţional cu conţinutul 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 3.	**Parţial**	**Punctaj**
	Barem subiect 3		**10**
a)	Polarizarea directă Polarizarea inversă		**1p**
b)	Din graficul din figura 2, tensiunii de 0.65V îi corespunde un curent 0.74A. Aici dreapta de sarcina are ecuația $U = E - RI$ din care $R = \frac{E-U}{I} = \frac{(5-0.65)V}{0.74A} \cong 5{,}88\Omega$. Alegem cea mai apropiată valoare si anume $R = 5{,}6\ \Omega$; Pentru desenarea dreptei de sarcina alegem valori pentru U 0.4V si 0.68V, calculam curenţii şi găsim $I = 0{,}82$A si I =0.77A. Punctul de intersecție dintre dreapta de sarcina si graficul din figura 2 are coordonatele la U=0,652V si I=0,775A.		**2p**
c)	$$R_d = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{(0.68-0{,}4)V}{(0{,}82-0{,}775)A} = 6{,}22\Omega.$$		**1p**
d)	$$U_1 = (R + R_D)I;\ U_2 = IR_D;\ U_2 = \frac{R_D}{R + R_D}U_1$$ unde am notat cu R_D rezistenţa diodei care, în general, depinde de curent adică: $R_D = f(I)$.		**2p**
e)	Graficul $U_2 = f(U_1)$ are în general aceeaşi forma pentru ambele sensuri de polarizare, dar cu valori absolute diferite de plafonare pentru polarizare directă şi inversă. 		**2p**
f)	Tensiunea de pe dioda $U = U_2$ depinde de curentul prin dioda prin relația $U_2 = U_1 - RI$, aceasta relatie reprezintă o dreapta (numita dreapta de sarcina) atunci când U_1este constanta. Avem de desenat doua drepte pentru cele doua valori ale tensiunii U_1. Aceste valori sunt -8V si respectiv -9V, datorită polarizarii inverse. Desenăm aceste drepte peste caracteristica IV data. Le găsim foarte apropiate de un punct situat la $U = -5.6$V. Aplicam variația relației $U_2 = U_1 - RI$ si gasim $\Delta U_2 = \Delta U_1 - R\Delta I$, Dar $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_d(U = -5.6V) = R_{di}$, rezistența dinamica a diodei in jurul acestui punct. Rezultă din calcule simple ca $\Delta U_2 = \frac{R_{di}}{R+R_{di}}\Delta U_1$, unde $R_{di} = \frac{0.02V}{0.04A} \cong 0.5\Omega$ (din graficul din figura 2). In final rezultă $\Delta U_2 = 0.095$V. Atunci când $R_{di} \ll R$ $\frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} \cong \frac{R_{di}}{R}$, în general $\ll 1$. Această fracție dă raportul de atenuare a ondulațiilor (variațiilor) tensiunii de ieșire față de tensiunea de intrare. De cate ori scade amplitudinea ondulațiilor la ieșire este reprezentata de raportul invers $\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2}$. Aplicația tipica a montajului din figura 3 este stabilizatorul parametric.		**1p**
	Oficiu		**1**

Barem propus de:
Prof. dr. Constantin Corega, Colegiul Național „Emil Racoviță" Cluj-Napoca,
Conf. Univ. dr. Daniel Andreica, Facultatea de fizică, UBB Cluj-Napoca,
prof. Ion Toma, Colegiul Național „Mihai Viteazu" Bucureșteni, București
lector univ.dr.Cornel Mironel Niculae, Facultatea de fizica. Universitatea Bucuresti

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, proporţional cu conţinutul 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.