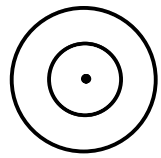
I Compito di Fisica 1 - IEN - Prima Squadra - AA 2010 2011

Cognome e Nome : ___________________________________ Matricola : ________________ Svolge : I , II, Teoria

Prima parte : Meccanica

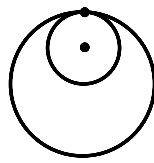
I.1 Un proiettile di massa m=0.05 Kg viene accelerato su un'orbita circolare di raggio R=5 m. La velocita' del corpo varia nel tempo secondo la legge $v=v_0(1-e^{-t/\tau})$, con v_0=100m/s, e τ=1 sec. Calcolare:

1) il modulo dell'accelerazione del corpo al tempo t=0.15 sec, a_{15}.
2) in quale istante t_0 l'accelerazione centripeta eguaglia quella tangenziale
3) il massimo valore della forza centripeta, F^C_{MAX}, che si deve sviluppare per mantenere in orbita il corpo



I.2 E' dato un sistema di due dischi coassiali sovrapposti di raggi R_1=0.1 m e R_2=0.2, e uguale massa M, liberi di ruotare attorno ad un asse verticale passante per il centro di ciascun disco (figura 1). I due dischi sono a contatto in modo che tra i due si puo' sviluppare un momento di attrito τ. Ad un certo istante, il disco sovrastante, di raggio R_1, viene messo in moto con velocita' angolare iniziale ω_0=5 rad/s. A seguito dell'attrito il disco sottostante viene trascinato nel moto fino a che il sistema si muove come un tutt'uno. Calcolare

1) la velocita' angolare finale ω_f del sistema
2) la frazione dell'energia iniziale ($\rho=\Delta U/U$) dissipata dall'attrito.



Si supponga invece che il disco superiore sia incernierato ad un perno solidale col disco sottostante come in figura 2, e che ciascun disco sia libero di ruotare attorno al proprio perno centrale.

3) Calcolare in queste circostanze la velocita' angolare finale ω'_f del sistema.

Seconda Parte: Elettrostatica e Termodinamica

II.1 Per innescare la fusione nucleare, due nuclei di Deuterio (m=3.34 10^{-27} Kg, q=e=1.6 10^{-19}C) devono essere portati ad una distanza D dell'ordine di 30 fm (1 fm=10^{-15} m). Calcolare:

1) La forza F di repulsione coulombiana tra i due nuclei alla distanza D.
2)La velocita' minima v_{min}, nel sistema del centro di massa, che dovrebbe avere ciascun nucleo per avvicinarsi fino alla distanza D
3) La temperatura T corrispondente a questa velocita'.

II.2 Una massa di ghiaccio di 5 Kg e' mantenuta alla temperatura T_1=270°K all'interno di un contenitore immerso un ambiente di temperatura costante T_2=300°K. A causa della non perfetta adiabaticita' delle pareti, ogni secondo penetra dall'ambiente un calore Q_1=60 J. Il ghiaccio viene mantenuto a temperatura costante da un motore che asporta ogni secondo proprio il calore Q_1 dal contenitore. Equiparando il motore ad una macchina che compie un ciclo di Carnot invertito (cioe' frigorifero), calcolare:

1) La potenza utilizzata dal motore
2) La variazione di entropia dell'universo in un secondo di operazione del sistema
3) Il tempo necessario a scongelare tutto il ghiaccio dall'istante in cui si spegne il motore (si assuma, per semplicita', che la temperatura di fusione del ghiaccio sia T_0=273 °K; calore specifico del ghiaccio c_G= 2260 J/°K,calore latente di fusione λ=335 10^3 J/Kg).

					Unita'
I.1.1 a_{15}	45	66	95	110	
I.1.2 t_0	0.09	0.22	0.35	4.1	
I.1.3 F_C^{MAX}	50	100	150	200	
I.2.1 ω_f	1	2.5	4	5	
I.2.2 ρ	0.2	0.4	0.6	0.8	
I.2.3 ω_f'	0.15	0.22	0.71	1.12	
II.1.1 F	0.26	0.77	0.85	1.03	
II.1.2 v_{min}	1.5 10^6	2.5 10^6	3.5 10^6	4.5 10^6	
II.1.3 T	1.2 10^6	1.8 10^8	1.1 10^{10}	4.2 10^{11}	
II.2.1 W	2	4	6	8	
II.2.2 ΔS	0.02	0.04	0.06	0.08	
II.2.2 t	11200	19500	24100	28400	

I.1

$$a=\sqrt{a_c^2+a_T^2} \quad ; \quad a_T=\frac{dv}{dt}=\frac{v_0}{\tau}e^{-t/\tau} \quad ; \quad a_C=\frac{v^2}{R}=\frac{(v_0(1-e^{-t/\tau}))^2}{R}$$

1) per t=1 s : $a_T(0.1)=\frac{v_0}{\tau}e^{-0.15}=86\,m/s^2$, $a_C\simeq\frac{v_0^2}{R}\cdot(\frac{t}{\tau})^2=45\,m/s^2$, $a_{15}=95\,m/s^2$

2) $\frac{v_0}{\tau}e^{-t/\tau}=\frac{v_0^2(1-e^{-t/\tau})^2}{R}$, $e^{-2t/\tau}-(2+\frac{R}{v_0\tau})e^{-t/\tau}+1=0$; $ax^2+bx+c=0,$ con

$x=e^{-t/\tau}$; $b=-(2+\frac{1}{v_0\tau})=-2.05$, $a=c=1$; $x_{1,2}=\{\begin{matrix}0.8\\1.25\end{matrix}$, $t=-\tau\ln(0.8)=0.22\,s$

3) a_c *max per* $t\to\infty$ $=\frac{v_0^2}{R}=2000\,m/s^2$, *quindi* $F_{MAX}=\frac{m v_0^2}{R}=100\,N$

I.2

1) $I_1\omega_0=(I_1+I_2)\omega_f$, $\omega_f=\omega_0\frac{I_1}{(I_1+I_2)}=\omega_0\frac{MR_1^2}{MR_2^2+MR_1^2}=\frac{1}{5}\omega_0=1\,rad/s$

2) $U_i=\frac{1}{2}I_1\omega_0^2$; $U_f=\frac{1}{2}(I_1+I_2)\omega_f^2=\frac{1}{2}\frac{I_1^2}{I_1+I_2}\omega_0^2$; $\Delta U=\frac{1}{2}I_1\omega_0^2(\frac{I_1}{I_1+I_2}-1)=-\frac{1}{2}\frac{I_1I_2}{I_1+I_2}\omega_0^2$,

$\frac{\Delta U}{U}=-\frac{I_2}{I_1+I_2}=-\frac{R_2^2}{R_1^2+R_2^2}=-\frac{4}{5}$

3) Asintoticamente il sistema si muove come un unico corpo rigido di momento d'inerzia

$I'=I_1+I_2+MR_1^2=\frac{1}{2}M(3R_1^2+R_2^2)$

$I_1\omega_0=I'\omega'_f$, $\omega'_f=\omega_0\frac{I_2}{I'}=\omega_0\frac{R_1^2}{3R_1^2+R_2^2}=\frac{1}{7}\omega_0=\frac{5}{7}\ rad/s$

II.1

1) $F_C=\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 D^2}=0.256N$

2) $2\times\frac{1}{2}mv^2=\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 D}$; $v=\frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 Dm}}=1.51\cdot10^6\,m/s$

3) $\frac{3}{2}kT=\frac{1}{2}mv^2=3.8\cdot10^{-15}J$, $T=\frac{mv^2}{3k}=1.83\cdot10^8\,K$

II.2

1) $\frac{Q_1}{T_1}+\frac{Q_2}{T_2}=0$; $Q_2=-Q_1\frac{T_1}{T_2}=66\,J$; $W=Q_2-Q_1=6\,J$;

2) $\Delta S_{motore}=0$ (*ciclo*); $\Delta S_{contenitore}=0$ (tutto il calore assorbito dalle pareti e' asportato dalla macchina)

$\Delta S_U=\Delta S_{ambiente}=\frac{|Q_2|}{T_2}-\frac{|Q_1|}{T_2}=0.02\,J/K$

3) $t=\frac{m(c_G(T_0-T_2)+\lambda)}{Q_1}=28400\,s$