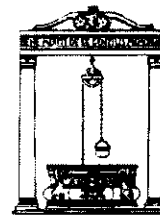




Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica

Corsi di Fisica Generale I  
Proff. Marco Rossi, Giuseppe Zollo

a.a. 2004-05  
prova di esame del 14 settembre 2005

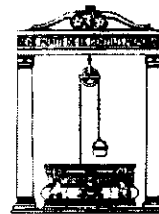


### Sezione ESERCIZI

- E1)** Un pallone di massa  $m=500$  g, assimilabile ad un punto materiale, viene colpito con un calcio (valore dell'impulso  $I=10$  Ns; direzione dell'impulso rispetto al terreno  $\alpha=30^\circ$ ); si calcoli la massima altezza raggiunta dal pallone ed il tempo impiegato a raggiungerla. Si determinino quindi i punti in cui il pallone raggiunge la sua massima velocità. In corrispondenza di tali punti si determini l'accelerazione del pallone. (Si consideri trascurabile l'attrito dell'aria.)
- E2)** Un punto materiale di massa  $m=0.5$  kg, poggiato su un piano orizzontale liscio è sottoposto ad una forza centrale  $\vec{F}(\vec{r}) = A\vec{r}$  con  $A=5$  N/m, essendo  $\vec{r}$  il vettore posizione (appartenente al piano orizzontale) del punto materiale rispetto ad un punto geometrico fisso  $O$ . Inizialmente il punto materiale è fermo a distanza  $d = 1$  m dal punto  $O$ . Si calcoli la velocità acquisita dal punto quando, muovendosi radialmente, abbia raggiunto un punto  $P$  a distanza  $4d$  dal punto  $O$ .
- E3)** Due dischi omogenei ( $\rho=7.15$  g/cm<sup>3</sup>), coassiali, aventi raggi  $R_1=30$  cm e  $R_2=20$  cm e stesso spessore  $d=1$  cm, sono disposti ad una certa distanza. Inizialmente il disco di raggio  $R_1$  è in rotazione intorno all'asse comune (senza attrito) con velocità angolare costante pari a 5 giri/s. Successivamente i due dischi vengono portati a contatto e, per effetto delle forze di attrito, acquistano la stessa velocità di rotazione. Si calcoli l'energia dissipata dagli attriti.
- E4)** Una macchina termica impiega He (in condizioni tali da poterlo considerare come un gas perfetto) per eseguire un ciclo reversibile diretto costituito da due isoterme alle temperature  $T_1$  e  $T_2=T_1/2$  e due isobare alle pressioni  $p_2$  e  $p_1=2p_2$ . Si calcoli il rendimento della macchina.

### Sezione TEORIA

- T1)** Lo studente discuta del principio di conservazione dell'energia meccanica con particolare riferimento ai sistemi contenenti più di un punto materiale.
- T2)** Determinare l'espressione dell'entropia  $S$  per  $n$  moli di un gas perfetto.



----- SOLUZIONI -----

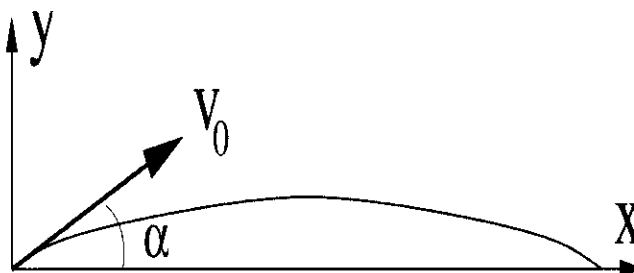
**E1)**

$$v_0 = I/m = 20 \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_0 = v_0 \cos \alpha \vec{i} + v_0 \sin \alpha \vec{j}$$

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$$



L'altezza massima si ha per:

$$v_y(t = t_{\max}) = 0 \quad \Rightarrow \quad t_{\max} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 1,02 \text{ s}; \quad y_{\max} = 5,1 \text{ m}$$

La velocità del pallone è massima all'inizio e alla fine della traiettoria parabolica.

L'accelerazione è costante e pari a  $\vec{g}$ .

**E2)**

L'energia potenziale della forza centrale è  $U(r) = -\frac{1}{2} A r^2$  nell'ipotesi di porre  $U(r=0)=0$ . Il

punto materiale conserva l'energia meccanica:  $E(r=4d) = E(r=d)$   
 $\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} A 16 d^2 = -\frac{1}{2} A d^2$  da cui si ricava

$$v_f = d \sqrt{\frac{1}{m} A 15} = 12,25 \text{ m/s}.$$

**E3)**

Il momento d'inerzia di un disco di cui e' nota la densita' e'  $I_d = \frac{1}{2} \pi h \rho R^4$ . Le forze interne al sistema costituito dai due dischi non alterano il momento angolare del sistema e quindi

$$I_{d1} \omega_1 = (I_{d1} + I_{d2}) \omega_2 \text{ da cui } \omega_2 = \omega_1 \frac{R_1^4}{(R_1^4 + R_2^4)} = 26.2 \text{ rad/s}.$$

L'energia dissipata dalle forze interne e'

$$\Delta E = \frac{1}{2} I_{d1} \omega_1^2 - \frac{1}{2} (I_{d2} + I_{d1}) \omega_2^2 = \frac{1}{4} h \pi \rho [R_1^4 \omega_1^2 - (R_1^4 + R_2^4) \omega_2^2] = 75 \text{ J}$$

**E4)**

$$Q_{AB} = nRT_1 \ln \frac{p_1}{p_2} > 0 \text{ (assorbito)}$$

$$Q_{BC} = nc_p (T_2 - T_1) < 0 \text{ (ceduto)}$$

$$Q_{CD} = nRT_2 \ln \frac{p_2}{p_1} < 0 \text{ (ceduto)}$$

$$Q_{DA} = nc_p (T_1 - T_2) > 0 \text{ (assorbito)}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{BC}| + |Q_{CD}|}{Q_{DA} + Q_{AB}} = 0.18$$

