UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche

A.A. 2015/2016 – Corso di Fisica

Prova Scritta – Sessione Autunnale - II Appello - 19.09.2016

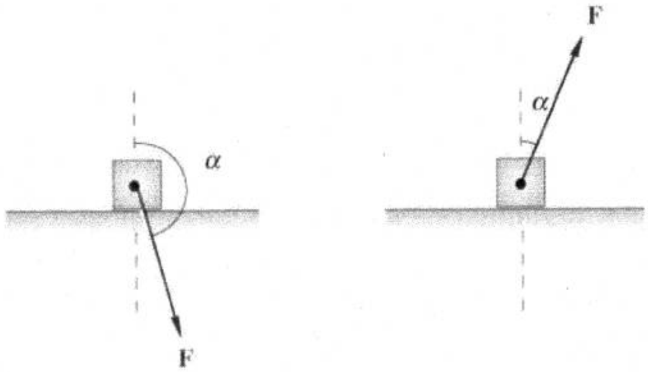
Cognome RIGON **Nome** LUIGI

A.A. d'iscrizione .... **N Matricola** ....

Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

- *i) (ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e*
- *ii) il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate*

1) Un blocco di massa m = 2.0 kg è appoggiato su di un piano orizzontale. I coefficienti di attrito statico e dinamico tra il blocco e la superficie del piano orizzontale valgono rispettivamente μ_s = 0.45 e μ_d = 0.28. Si applica al blocco una forza **F** di modulo F = 20 N. Determinare l'accelerazione $\boldsymbol{a}$ del blocco nei due casi particolari (illustrati in figura) in cui:



(a) (b)

a) L'angolo α che la direzione di **F** forma con la normale al piano vale α =150°

i) $\boldsymbol{a}_a$ = $\frac{\Sigma \bar{F}}{m}$ ii) $\boldsymbol{a}_a$ = 0

b) L'angolo α che la direzione di **F** forma con la normale al piano vale α =30°

i) $\boldsymbol{a}_b$ = $\frac{\Sigma \bar{F}}{m} = \frac{\bar{F}_{ll} + \bar{F}_a}{m}$ ii) $\boldsymbol{a}_b$ = $4{,}68\ \frac{m}{s^2}$ orizz, verso dx

2) Un'asta orizzontale può ruotare in un piano verticale attorno ad un perno O, posto alla metà della sua lunghezza. Si pongono due pesi, entrambi di P = 30 N, uno a sinistra di O alla distanza d_s = 40 cm e l'altro a destra di O alla distanza d_d = 20 cm. Dove (a destra o a sinistra) ed a quale distanza d da O deve essere posto un terzo peso, pari a P' = 15 N, per mantenere in equilibrio l'asta?

d = $(Pd_s - \frac{1}{2}Pd_s)(\frac{1}{2}P)^{-1}$ ii) d = d_s = 40 cm

3) Una siringa ipodermica contiene un farmaco non viscoso di densità ρ pari a quella dell'acqua. Il cilindro della siringa e l'ago hanno rispettivamente sezione di area $A = 2.5 \cdot 10^{-5}$ m^2 ed $a = 1.0 \cdot 10^{-8}$ m^2. Mantenendo la siringa orizzontale ed in assenza di una forza sul pistone, la pressione è ovunque pari ad 1 atm. Successivamente, si applica una forza $F = 2$ N sul pistone, facendo fuoriuscire il farmaco dall'ago. Si calcoli la velocità v del farmaco nel momento in cui esce orizzontalmente dalla punta dell'ago.

i) $v =$ $\sqrt{\frac{2F}{\rho A}}$ ii) $v =$ 12,6 m/s

4) In un ambiente termicamente isolato, un grosso blocco di ghiaccio alla temperatura $T_1 = 0°$ viene posto in contatto con un blocco di rame alla temperatura $T_2 = 100°$, la cui capacità termica vale $C = 6.0$ kJ/K. Ad equilibrio termico raggiunto, risulta essersi sciolta una massa m_x di ghiaccio (inferiore alla massa iniziale del grosso blocco di ghiaccio). Ricordando che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda = 334$ kJ/kg, si calcolino:

a) Il valore della massa m_x di ghiaccio fuso:

i) $m_x =$ $C(T_2-T_1)/\lambda$ ii) $m_x =$ 1,8 kg

b) La variazione di entropia ΔS_g del ghiaccio che si fonde:

i) $\Delta S_g =$ $C(T_2-T_1)/T_1$ ii) $\Delta S_g =$ 2,20 kJ/K

c) La variazione di entropia ΔS_r del blocco di rame:

i) $\Delta S_r =$ $-\int_{T_1}^{T_2} \frac{C dT}{T}$ ii) $\Delta S_r =$ $-1,87$ kJ/K

d) La variazione di entropia complessiva ΔS del sistema:

i) $\Delta S =$ $\Delta S_g + \Delta S_r$ ii) $\Delta S =$ 330 J/K

5) Un condensatore, tra le cui armature piane e parallele, distanti $d = 0.50$ mm, vi è aria secca ($\varepsilon_r = 1$) ed una differenza di potenziale $\Delta V = 250$ V, ha su ciascuna armatura una carica che in valore assoluto vale $Q = 7.5 \cdot 10^{-8}$ C. Assumendo $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ F/m, si calcolino:

a) la capacità C del condensatore:

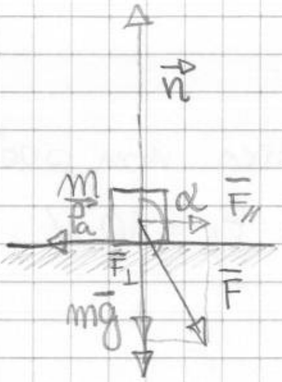
i) $C =$ $\frac{Q}{\Delta V}$ ii) $C =$ $3,0 \cdot 10^{-10}$ F

b) la superficie A di ciascuna armatura

i) $A =$ $\frac{Q}{\varepsilon_0 \Delta V} d$ ii) $A =$ $1,69 \cdot 10^{-2}$ m^2

①

(a)



$m = 2{,}0$ kg $\qquad mg = 2{,}0\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} = 19{,}6\ N$

$\mu_s = 0{,}45$

$\mu_d = 0{,}28$

$F = 20\ N$

$\alpha = 150°$

Scompongo $\vec{F} = \vec{F}_{\perp} + \vec{F}_{\parallel}$

con $F_{\perp} = F\cos(180° - \alpha) = F\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2} F = 17{,}32\ N$

$F_{\parallel} = F\sin\alpha = F\sin 150° = \frac{1}{2} F = 10\ N$

La reazione vincolare $\vec{n}$ bilancia $m\vec{g}$ e $\vec{F}_{\perp}$

$\vec{n} + m\vec{g} + \vec{F}_{\perp} = 0$

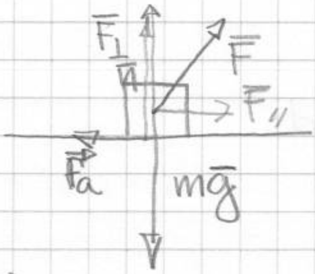
$n = mg + F_{\perp} = mg + \frac{\sqrt{3}}{2} F$

La forza d'attrito statica $\vec{f}_a$ può assumere il valore massimo

$$f_{a,max} = \mu_s n = \mu_s\left(mg + \frac{\sqrt{3}}{2}F\right) = 0{,}45\left(2{,}0\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\, 20\ N\right) = 0{,}45\left(19{,}6 + 10\sqrt{3}\right) N = 16{,}61\ N$$

Tale valore risulta maggiore di $F_{\parallel} = 10\ N$, per cui f_a assumerà il valore $f_a = F_{\parallel} = 10\ N$ ed il blocco resterà in quiete $\Rightarrow a = 0$.

(b)



$\vec{F}$ va scomposta come nel punto ⓐ, con l'unica differenza che $\vec{F}_{\perp}$ punta ora verso l'alto. Di nuovo vale:

$\vec{n} + m\vec{g} + \vec{F}_{\perp} = 0$ ma in modulo si traduce:

$n + F_{\perp} = mg$

$n = mg - F_{\perp} = 19{,}6\ N - 17{,}32\ N = 2{,}28\ N$

La forza d'attrito statica è limitata al valore massimo:

$f_{a,max} = \mu_s n = 0,45 \cdot 2,28\ N = 1,026\ N$

In questo caso, quindi, la forza di attrito statica non può trattenere il corpo, che si muoverà per effetto di $F_{//} = 10\ N$, contrastata dalla forza d'attrito dinamica

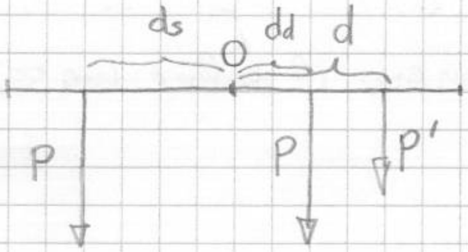
$f_a = \mu_d n = 0,28 \cdot 2,28\ N = 0,638\ N$

$\Sigma \overline{F} = \overline{F}_{//} + \overline{f}_a$

$\Sigma F = F_{//} - f_a = 10\ N - 0,638\ N = 9,362\ N$

$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{9,362\ N}{2,0\ kg} = 4,68\ \frac{m}{s^2}$

$\vec{a}$ ha direzione orizzontale e risulta orientata verso destra come $\vec{F}_{//}$ (vedi figura (b)).

② 

$d_s = 40\ cm$ $\quad P = 30\ N$

$d_d = 20\ cm = \frac{1}{2} d_s$ $\quad P' = 15 N = \frac{1}{2} P$

In assenza di $\overline{P}'$, l'asta tende a ruotare in verso antiorario. $\overline{P}'$ va quindi collocato a destra di O, per contrastare questa rotazione.

Si avrà equilibrio rotazionale quando $\Sigma \vec{M} = 0$.

Momenti + ↺ : $P d_s$

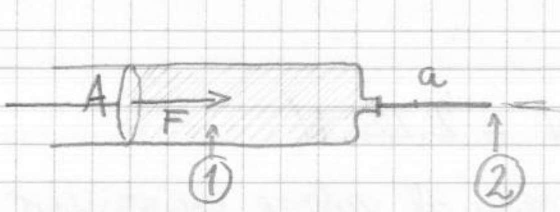
" − ↻ : $P d_d + P' d = P \frac{1}{2} d_s + \frac{1}{2} P d$

Quindi: $\Sigma \vec{M} = 0$

$P d_s = P \frac{1}{2} d_s + \frac{1}{2} P d$

$\frac{1}{2} P d_s = \frac{1}{2} P d$

$d = d_s = 40\ cm$

③ 

$A = 2.5 \cdot 10^{-5}\ m^2$

$a = 1.0 \cdot 10^{-8}\ m^2$

$F = 2,0\ N$

L'applicazione di $\overline{F}$ comporta una sovrappressione

$\Delta p = \frac{F}{A}$ su tutto il fluido contenuto nella siringa (e nell'ago).

Nel momento in cui esce il fluido si ritrova invece a p_0

Applicando il teorema di Bernoulli tra il punto 1 ed il punto 2:

$$(p_0 + \Delta p) + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Inoltre si può assumere che, appena uscito, il fluido mantenga la sezione a dell'ago, per cui $v_2 = \frac{A}{a} v_1$, ovvero $v_1 = \frac{a}{A} v_2$

$$\cancel{p_0} + \Delta p + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \left(\frac{a^2}{A^2}\right) = \cancel{p_0} + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

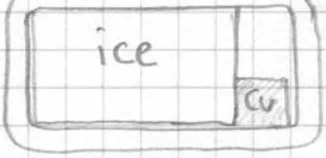
$$\Delta p = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}\left(1 - \frac{a^2}{A^2}\right)^{-1}} = \sqrt{\frac{2F}{\rho A}\left(\frac{A^2}{A^2 - a^2}\right)} \simeq \sqrt{\frac{2F}{\rho}\left(\frac{A}{A^2}\right)} = \sqrt{\frac{2F}{\rho A}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}0\,N}{10^3\,kg\,m^{-3}} \frac{1}{2.5 \cdot 10^{-5}\,m^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{4{,}0\ \cancel{kg}\,m\,s^{-2}}{2{,}5\ \cancel{kg}\,m^{-1}}} \cdot 10 = 12{,}6\ m/s$$

4



$T_1 = 0°$

$T_2 = 100°$

$C = 6{,}0\ kJ/K$

$m_x = ?$

$\lambda = 334\ kJ/kg$

Poiché il ghiaccio NON si scioglie del tutto ed il sistema è termicamente isolato $\Rightarrow T_e = 0°$ è la temp. finale.

Il rame avrà ceduto il calore $Q = C \cdot \Delta T = C(T_2 - T_e)$

(a) Tale calore avrà sciolto la massa m_x di ghiaccio:

$$m_x = \frac{Q}{\lambda} = \frac{C(T_2 - T_e)}{\lambda} = \frac{6{,}0\ \frac{\cancel{kJ}}{\cancel{K}} (100\,\cancel{K})}{334\ \cancel{kJ}\ kg^{-1}} = \frac{600}{334}\ kg = 1{,}8\ kg$$

(b) Il ghiaccio che fonde assorbe il calore Q a $T_1 = 0°$

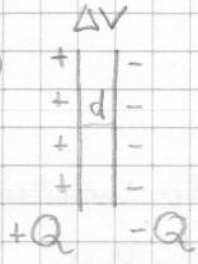
$$\Delta S_g = \frac{Q}{T_1} = \frac{C(T_2 - T_1)}{T_1} = \frac{C \cdot 100\,\cancel{K}}{273{,}15\,K} = 2{,}20\ \frac{kJ}{K}$$

(c) Il blocco di rame si raffredda da T_2 a T_1

$$\Delta S_r = \int_{T_2}^{T_1} \frac{dQ}{T} = -\int_{T_1}^{T_2} \frac{C\,dT}{T} = -C \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$$

$$= -6{,}0 \ \frac{kJ}{K} \ln\left(\frac{373{,}15}{273{,}15}\right) = -1{,}87 \ \frac{kJ}{K}$$

(d) $\Delta S = \Delta S_g + \Delta S_r = (2{,}20 - 1{,}87) \ \frac{kJ}{K} = 330 \ J/K$

(5) 

$d = 0{,}50 \ mm$

$\Delta V = 250 \ V$ $\qquad Q = C \cdot \Delta V$

$Q = 7{,}5 \cdot 10^{-8} \ C$

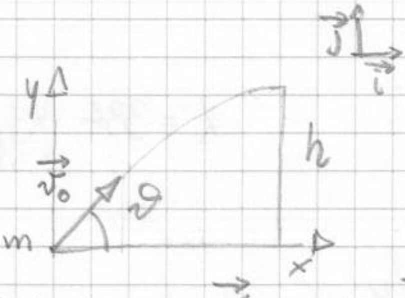
(a) $C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{7{,}5 \cdot 10^{-8} \ C}{2{,}5 \cdot 10^{2} \ V} = 3{,}0 \cdot 10^{-10} \ F$

(b) $\sigma = \frac{Q}{A}$ e $\sigma = \varepsilon_0 E = \varepsilon_0 \frac{\Delta V}{d}$

Uguagliando le precedenti

$\frac{Q}{A} = \varepsilon_0 \frac{\Delta V}{d}$ $\qquad A = \frac{Q}{\varepsilon_0 \Delta V} d = \frac{7{,}5 \cdot 10^{-8} \ \cancel{C} \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-4} \ m}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \ \cancel{F} m^{-1} \ 2{,}5 \cdot 10^{2} \ \cancel{V}}$

$= 1{,}69 \cdot 10^{-2} \ m^2 = 169 \ cm^2$

(5FC) 

$m = 12{,}3 \cdot 10^{-6} \ kg$

$h = 0{,}290 \ m$

$\vartheta = 58°$

(a) Scompongo $\vec{v}_0 = v_{0x} \vec{i} + v_{0y} \vec{j}$. Il moto lungo y è unif. acc. Quindi:

$\cancel{v_{fy}^2} - v_{0y}^2 = 2(-g)h$

$v_{0y} = \sqrt{2gh}$

$v_0 = \frac{v_{0y}}{\sin\vartheta} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin\vartheta} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9{,}8 \ \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}290 \ m}}{\sin 58°} = 2{,}8 \ \frac{m}{s}$

(b) Conviene valutare l'energia al momento dello stacco, in cui si ha solo en. cinetica:

$$E = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2}(12{,}3 \cdot 10^{-6} \ kg)\left(2{,}8 \ \frac{m}{s}\right)^2 = 48{,}6 \cdot 10^{-6} \ J$$