A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2017/2018 – Corso di Fisica – Prova Scritta
Sessione Estiva – I Appello – 12.06.2018

Cognome ....**Nome** ....

Istruzioni: I problemi vanno dapprima svolti per esteso nei fogli protocollo a quadretti. 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) Rispondendo ad un'emergenza, un pompiere di massa m = 92 kg, partendo da fermo, scivola giù lungo una pertica da un'altezza h = 3.2 m fino al livello del suolo. Trovare la forza esercitata dalla pertica sul pompiere se egli:

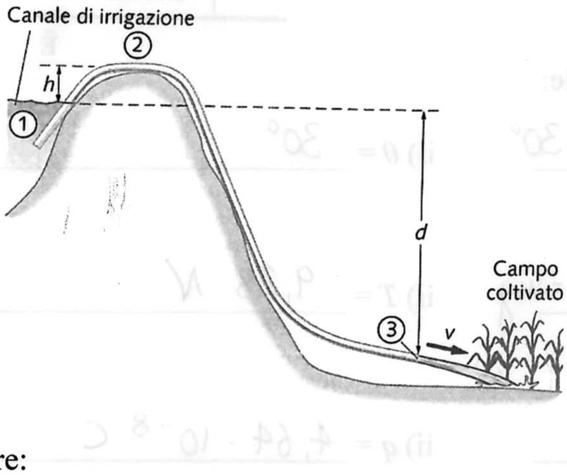
a) atterra con una velocità di modulo v_a = 4.1 m/s

i) F_a = $mg - \frac{m v_a^2}{2h}$ ii) F_a = 660 N

b) atterra con una velocità dimezzata rispetto al punto precedente, ovvero di modulo v_b = 2.05 m/s

i) F_b = $mg - \frac{m v_b^2}{2h}$ ii) F_b = 840 N

2) Un sifone artificiale è un dispositivo che permette all'acqua di fluire da un livello ad un altro. Il sifone mostrato in figura è costituito da un tubo a sezione costante che trasporta l'acqua da un canale di irrigazione fino ad un campo coltivato. Per rendere operativo il sifone, il tubo deve essere preventivamente riempito d'acqua, lungo tutta la sua lunghezza (ad esempio mediante una pompa). Dopo che il flusso è partito in questo modo, esso continua spontaneamente. Con riferimento alla figura si assuma d = 4.5 m.



Nota:
(1), (2) e (3) rappresentano 3 punti di riferimento collocati rispettivamente:
(1) *all'esterno* del tubo, in prossimità della superficie del canale.
(2) in corrispondenza della sezione del tubo nel punto più alto.
(3) in corrispondenza della sezione del tubo alla sua estremità inferiore.

Determinare:

a) Il modulo della velocità v_3 con cui l'acqua esce dal sifone:

i) v_3 = $\sqrt{2gd}$ ii) v_3 = 9,4 m/s

b) Riguardo al modulo della velocità v_2 dell'acqua nel punto 2, rispetto a v_3, si ha:

□ $v_2 > v_3$ □ $v_2 < v_3$ ☒ $v_2 = v_3$ □ *dai dati in possesso, non è possibile rispondere*

3) Una piccola sfera di acciaio (di diametro d = 1.0 cm) alla temperatura T_2 = 1200 °C viene raffreddata ponendola in contatto con un grosso blocco di ghiaccio alla temperatura T_1 = 0 °C. Ad equilibrio termico raggiunto, risulta essersi sciolta una massa m_g di ghiaccio (di molto inferiore alla massa iniziale del grosso blocco di ghiaccio). Si assumano per l'acciaio una densità ρ = 7.5 g/cm^3 ed un calore specifico c = 0.50 J/(g·°C), e per il calore latente di fusione del ghiaccio il valore λ = 330 J/g. Si calcolino:

a) La capacità termica C della sferetta d'acciaio:

i) $C = \rho \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 c$ ii) C = 1,96 J/°C (o J/K)

b) Il valore della massa m_g di ghiaccio fuso:

i) $m_g = C(T_2 - T_1)/\lambda$ ii) m_g = 7,14 g

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

i) $\Delta S_g = C(T_2 - T_1)/T_1$ ii) ΔS_g = 8,6 J/K

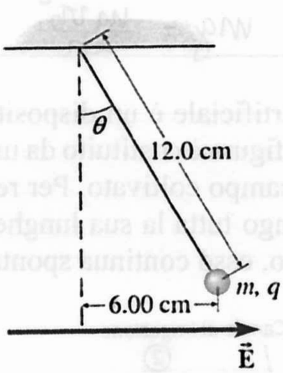
d) La variazione di entropia ΔS_a della sferetta d'acciaio:

i) $\Delta S_a = \int_{T_2}^{T_1} \frac{C\,dT}{T}$ ii) ΔS_a = −3,3 J/K

e) La variazione di entropia complessiva ΔS del sistema:

i) $\Delta S = \Delta S_g + \Delta S_a$ ii) ΔS = 5,3 J/K

4) Una piccola sfera di massa m = 8.20 g è sospesa ad un filo isolante lungo l = 12.0 cm ed immersa in un campo elettrico orizzontale di intensità $E = 10^6$ N/C. Di conseguenza, la sfera si sposta di d = 6.00 cm orizzontalmente nel verso del campo elettrico (vedi figura).



Calcolare:

a) L'angolo θ che il filo forma con la verticale:

i) $\theta = \mathrm{arctg}\frac{d}{\sqrt{l^2 - d^2}} = \mathrm{arctg}\frac{1}{\sqrt{3}} = 30°$ ii) θ = 30°

b) Il modulo della tensione T nel filo:

qui ho dimenticato un 10^-2 (sorry)

i) $T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$ con $T_x = \frac{T_y}{\sqrt{3}}$ e $T_y = mg$ ii) T = 9,28 N

c) La carica q della sfera:

i) $q = \frac{T_x}{E}$ ii) $q = 4{,}64 \cdot 10^{-8}$ C

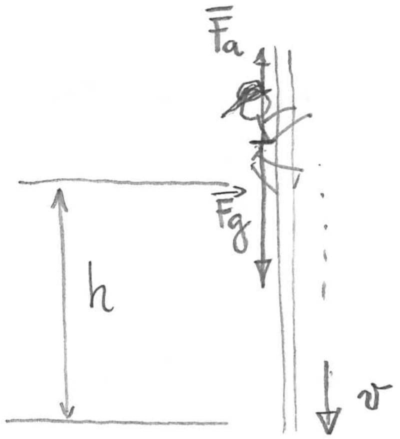
d) L'angolo θ' che il filo formerebbe con la verticale se la stessa carica q fosse portata da una sfera di massa $m' = 2m$:

i) $\theta' = \mathrm{arctg}\left(\frac{T_x'}{T_y'}\right) = \mathrm{arctg}\left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)$ ii) θ' = 16,1°

PROVA SCRITTA DI FISICA

SESSIONE ESTIVA - I APPELLO - 12.06.08

PROBLEMA (1)



$h = 3{,}2\ m$

$m = 92\ kg$

a) $v_a = 4{,}1\ m/s$

La pertica esercita sul pompiere una forza $\vec{F_a}$ diretta verso l'alto, in modo da contrastare la forza peso $\vec{F_g}$

Il pompiere è quindi soggetto alla risultante

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F_g} + \vec{F_a}$$

$$|\Sigma\vec{F}| = |\vec{F_g}| - |\vec{F_a}|$$

diretta verso il basso. Egli si muove di moto uniformemente accelerato:

$$v_a^2 = 2 a_a h \qquad \text{con} \quad a_a = \frac{F_g - F_a}{m} = g - \frac{F_a}{m}$$

$$v_a^2 = 2\left(g - \frac{F_a}{m}\right)h$$

Da cui $\left(g - \frac{F_a}{m}\right) = \frac{v_a^2}{2h}$

$$\frac{F_a}{m} = g - \frac{v_a^2}{2h}$$

$$F_a = mg - \frac{m v_a^2}{2h} = 92\ kg \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} - \frac{92\ kg \cdot (4{,}1\ m/s)^2}{2 \cdot 3{,}2\ m} = 660\ N$$

b) Il problema è lo stesso, cambia solo il dato numerico

$$F_b = mg - \frac{m v_b^2}{2h}$$

$$= 92\,kg \cdot 9{,}8\,\frac{m}{s^2} - \frac{92\,kg \cdot (2{,}05\,m/s)^2}{2 \cdot 3{,}2\,m} = 840\,N$$

Si noti che non c'è una semplice proporzionalità tra il modulo della velocità e quello della forza.

Ulteriore nota.

Il problema poteva essere risolto in base al teorema lavoro - energia:

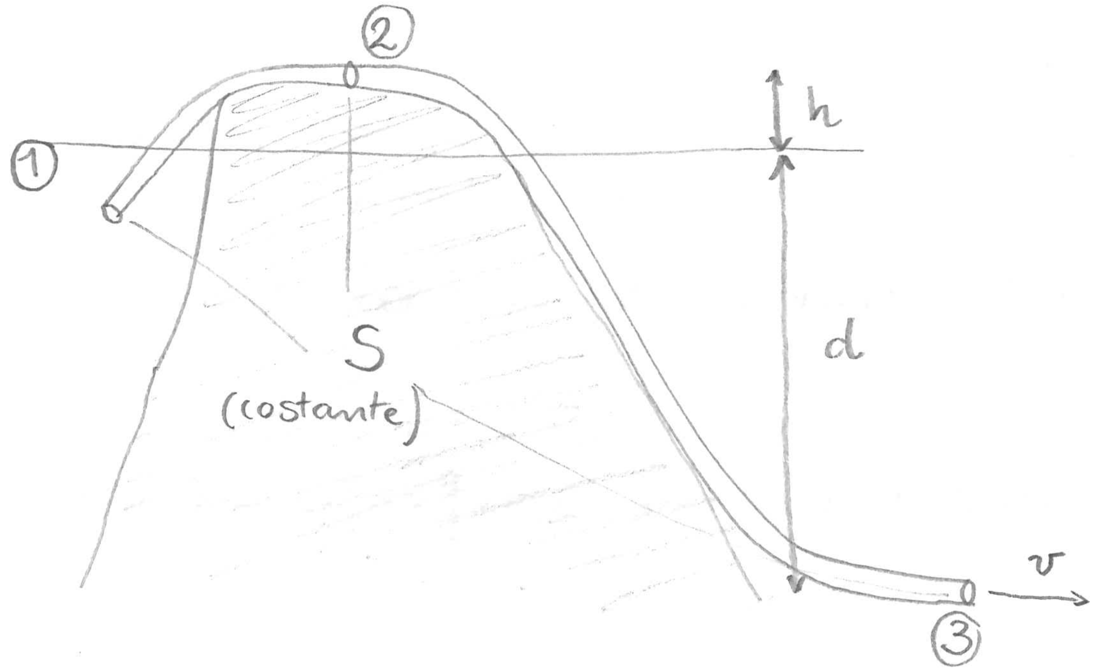
$$\mathcal{L} = \Delta K$$

$$\mathcal{L}_g + \mathcal{L}_a = \frac{1}{2} m v_a^2$$

$$mgh - F_a h = \frac{1}{2} m v_a^2$$

da cui si ottiene la stessa formula risolutiva per F_a

Problema 2



a) Si confrontano i punti 1 e 3. Si suppongono valide le ipotesi del teorema di Bernoulli.
Il punto 1 è collocato all'esterno del tubo, in prossimità della superfice del canale, per cui

$p_1 = p_0$ (pressione atmosferica)

$v_1 \sim 0$ (rappresenta la velocità con cui si abbassa il livello del canale. Si assume ~ 0, analogamente alla dim. del teo. di Torricelli)

Nel punto 3 il liquido è nuovamente esposto alla pressione atmosferica

$p_3 = p_0$

Applicando Bernoulli tra 1 e 3 si ha quindi:

$$\underset{p_0}{\cancel{p_1}} + \rho g d + \frac{1}{2}\rho \underset{0}{v_1^2} = \underset{p_0}{\cancel{p_3}} + \frac{1}{2}\rho v_3^2$$

$$\cancel{\rho} g d = \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{\rho} v_3^2$$

$$v_3 = \sqrt{2gd} = \sqrt{2 \cdot 9.8\ \frac{m}{s^2} \cdot 4{,}5\ m} = 9{,}4\ m/s$$

b) Poiché la sezione S del tubo è costante, si ha

$$S = \text{cost}$$

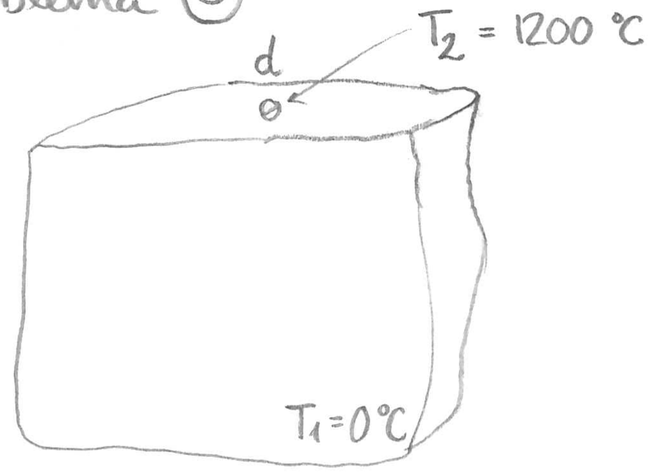
$$Sv = \text{cost}$$ (costanza della portata per un flusso stazionario)

$$\Downarrow$$

$$v = \text{cost}$$ lungo tutto il tubo.

Pertanto, $v_2 = v_3$ indipendentemente dal valore di h, che infatti non viene specificato nel testo.

Problema ③



$d = 1{,}0\ cm$

$T_2 = 1200\ °C$

$T_1 = 0\ °C$

$\rho = 7{,}5\ g\,cm^{-3}$

$c = 0{,}50\ J\,g^{-1}\,°C^{-1}$

$\lambda = 330\ J\,g^{-1}$

a) $C = mc$

con $m = \rho V = \rho \frac{4}{3}\pi r^3 = \rho \frac{4}{3}\pi \frac{d^3}{8} = \frac{\pi}{6}\rho d^3$

$$C = \frac{\pi}{6}\rho d^3 c = \frac{\pi}{6}\cdot 7{,}5\,\frac{\cancel{g}}{\cancel{cm^3}}\cdot 1{,}0\,\cancel{cm^3}\cdot 0{,}50\,\frac{J}{\cancel{g}\,°C} = 1{,}96\ \frac{J}{°C}$$

b) La sfera di acciaio si raffredderà fino a °C, mettendo a disposizione il calore Q

$$Q = C(T_2 - T_1)$$

$$m_g = \frac{C(T_2-T_1)}{\lambda} = \frac{1{,}96\ \cancel{J}/\cancel{°C}\cdot 1200\ \cancel{°C}}{330\ \cancel{J}/g} = 7{,}14\ g$$

c) Nell'ipotesi (semplicistica) che il ghiaccio fonda a 0 °C

$$\Delta S_g = \frac{Q}{T_1} = \frac{C(T_2-T_1)}{T_1} = \frac{1{,}96\ J/°C\cdot 1200\ °C}{273{,}15\ K} = 8{,}6\ \frac{J}{K}$$

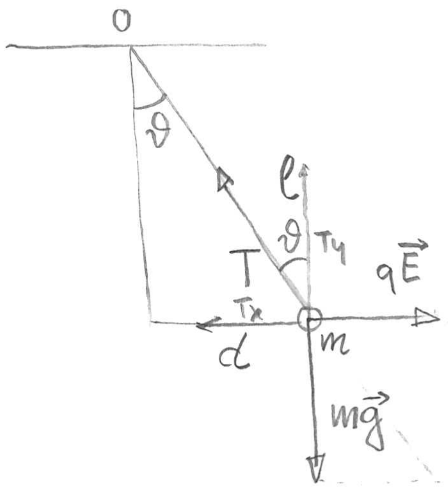
d) La sfera invece cede il calore ad una temperatura che diminuisce progressivamente da T_2 a T_1

$$\Delta S_a = \int_{T_2}^{T_1}\frac{dQ}{T} = \int_{T_2}^{T_1}\frac{C\,dT}{T} = C\ \ln\frac{T_1}{T_2} =$$

$$= 1{,}96\ J/K\ \ln\frac{273{,}15}{1473{,}15} = -3{,}3\ \frac{J}{K}$$

e) $\Delta S = \Delta S_g + \Delta S_a = 8{,}6 \ \frac{J}{K} - 3{,}3 \ \frac{J}{K} = 5{,}3 \ \frac{J}{K}$

Problema ④



$\ell = 12,0$ cm

$d = 6,00$ cm

$E = 10^6 \ \frac{N}{C}$

$m = 8,20$ g

$T_x = T \operatorname{sen}\vartheta$

$T_y = T\cos\vartheta$

$\frac{T_x}{T_y} = \operatorname{tg}\vartheta = \frac{1}{\sqrt{3}}$

a) Poiché $\ell = 2d$, il triangolo che ha per ipotenusa ℓ e cateto d è la metà di un triangolo equilatero di lato ℓ. Quindi $\vartheta = 30°$

b) La tensione T è tale da bilanciare la risultante della forza peso $m\vec{g}$ (verticale) e della forza elettrostatica $q\vec{E}$ (orizzontale).

$$T_y = mg = 8,20 \cdot 10^{-3}\,\text{Kg} \cdot 9,8\,\text{m/s}^2 = 8,04 \cdot 10^{-2}\,N$$

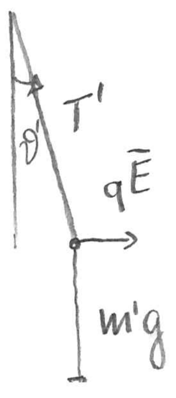
$$T_x = T_y \operatorname{tg}\vartheta = T_y \frac{1}{\sqrt{3}} = 4,64 \cdot 10^{-2}\,N$$

c) La carica q si trova imponendo

$$T_x = qE$$

$$q = \frac{T_x}{E} = \frac{4,64 \cdot 10^{-2}\,N}{10^6\,N/C} = 4,64 \cdot 10^{-8}\,C$$

d) Si avrà $\vartheta' < \vartheta$. In particolare:



$$T_x' = qE = T_x$$

$$T_y' = m'g = 2mg = 2T_y$$

$$\operatorname{tg}\vartheta' = \frac{T_x'}{T_y'} = \frac{1}{2}\frac{T_x}{T_y} = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\vartheta = \frac{1}{2\sqrt{3}}$$

$$\vartheta' = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right) = 16,1°$$