UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2016/2017 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Autunnale - IV Appello - 14.11.2017

Cognome ....BROMBAL.... **Nome** ....LUCA....

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

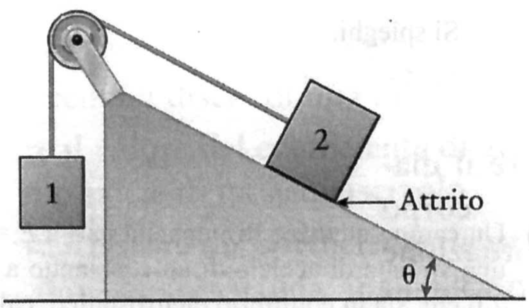
Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

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)

Due blocchi sono connessi con una corda di massa trascurabile che passa per una puleggia di massa ed attrito trascurabili. Il blocco 2 può muoversi lungo un piano inclinato di un angolo θ = 30° rispetto all'orizzontale, mentre il blocco 1 è libero di muoversi verticalmente (vedi figura). Il blocco 2 ha massa m_2 = 4.5 kg ed il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco 2 e la superficie del piano inclinato è μ_d = 0.21.



Determinare la massa m_1 del blocco 1 tale che:

a) Il blocco 2 scivola *verso il basso* lungo il piano inclinato con velocità *v* costante

i) $m_1 = m_2(\sin\theta - \mu_d \cos\theta)$ ii) m_1 = 1.4 kg

b) Il blocco 2 scivola *verso l'alto* lungo il piano inclinato con velocità *v* costante

i) $m_1 = m_2(\sin\theta + \mu_d \cos\theta)$ ii) m_1 = 3.1 kg

2) Il sangue impiega un tempo Δt = 1.5 s per passare attraverso un capillare lungo l = 2.0 mm. Se il diametro del capillare è d = 10 μm e la caduta di pressione agli estremi del capillare è pari a Δp = 2,6 kPa, calcolare la viscosità η del sangue, assumendo che il flusso sia laminare.

i) $\eta = \frac{r^2 \Delta p}{8 l^2} \Delta t$ ii) $\eta = 3.05 \times 10^{-2}$ poise

3) Due moli (n = 2.0 mol) di un gas perfetto bi-atomico alla temperatura T_1 = 400 K si espandono quasistaticamente ed isotermicamente da un volume iniziale V_1 = 40 l ad un volume finale V_2 = 80 l. Calcolare:

a) Il lavoro L effettuato sul (*o dal*) gas in questa trasformazione.

i) $L = -nRT\ln(V_2/V_1)$ ii) $L = -4.6$ kJ

b) Il calore Q assorbito (*o ceduto*) dal gas in questa trasformazione.

i) $Q = -L$ ii) $Q = 4.6$ kJ

c) La variazione di entropia ΔS del gas in questa trasformazione.

i) $\Delta S = \frac{Q}{T}$ ii) $\Delta S = 11.5$ J/K

d) Si consideri ora una trasformazione *non* quasistatica tra gli stessi stati iniziale e finale considerati in precedenza. Le risposte ai quesiti a), b) e c) sono ancora valide? Si spieghi.

4) Un campo elettrico di intensità pari a E = 400 N/C è presente ovunque sulla superficie di una sferetta di acciaio di un cuscinetto a sfera. Assumendo che la sferetta, di raggio R = 2.0 cm, sia in equilibrio elettrostatico, calcolare:

a) la carica totale Q presente sulla sferetta.

i) $Q = \frac{E \cdot R^2}{K}$ ii) $Q = 17.8$ pC

b) il numero N di cariche elementari ($e = 1.60 \cdot 10^{-19}$ C) corrispondenti.

i) $N = Q/e$ ii) $N = 11.1 \times 10^6$

c) la densità di carica superficiale σ presente sulla sferetta

i) $\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$ ii) $\sigma = 0.354 \times 10^{-8}$ C/m^2

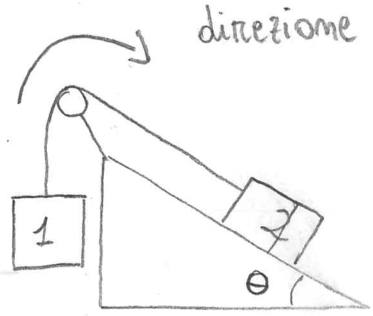
SOLUZIONE SCRITTO 14/11/2017. Sessione autunnale IV appello

Es. 1

$\theta = 30°$

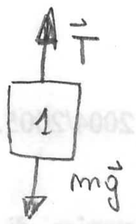
$m_2 = 4.5\,kg$

$\mu_d = 0.21$

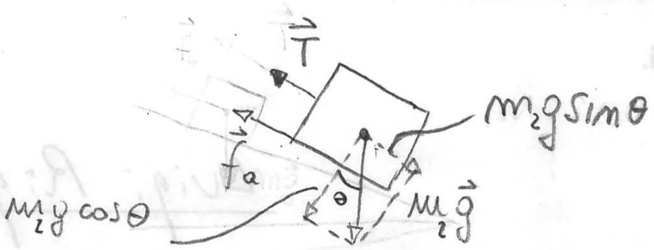


a) il blocco 2 scivola verso il basso:

Consideriamo le forze agenti sulla massa 1



sulla massa 2



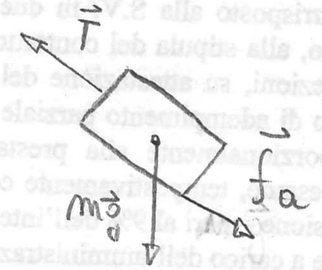
dato che il moto avviene a velocità costante la risultante delle forze sia sulla massa 1, sia sulla massa 2 è nulla (2° principio della dinamica)

$$\begin{cases} \text{massa 1} & T - m_1 g = 0 \\ \text{massa 2} & -T - f_a + m_2 g \sin\theta = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T - m_1 g = 0 \; ; \; (1) \\ -T - \mu_d \cdot m_2 g \cos\theta + m_2 g \sin\theta = 0 \; (2) \end{cases}$$

sostituisco (1) in (2) $\Rightarrow -m_1 \cancel{g} - \mu_d m_2 \cancel{g} \cos\theta + m_2 \cancel{g} \sin\theta = 0$

$\Rightarrow m_1 = m_2 (-\mu_d \cos\theta + \sin\theta) = 1.43\,kg = 1.4\,kg$

b) il secondo caso è analogo al primo solo che la forza di attrito sulla massa 2 è diretta nel verso opposto.



$$\Rightarrow \quad \begin{array}{l} \text{massa } 1 \\ \text{massa } 2 \end{array} \begin{cases} T - m_1 g = 0 \\ -T + f_a + m_2 g \sin\theta = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow -m_1 g + \mu_d m_2 \cos\theta + m_2 \sin\theta = 0$$

$$\Rightarrow m_1 = m_2 (\mu_d \cos\theta + \sin\theta) = 3.07 \text{ Kg} = 3.1 \text{ Kg}$$

Es2

$\Delta t = 1.5 s;\ l = 2.0 mm;\ d = 10 \mu m;\ \Delta p = 2.6 KPa$

$\eta = ?$

Il flusso è laminare quindi si può applicare la legge di Poiseulle.

(1) $Q = \frac{\pi r^4}{8\eta}\cdot\frac{\Delta p}{l}$ dove Q è la portata

$Q = S v_m$ (con S la superficie della sezione del capillare)

$v_m = \frac{l}{\Delta t}$; $S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$

Invertendo la formula (1) si ha:

$$\eta = \frac{\pi r^4}{8}\cdot\frac{\Delta p}{l}\cdot\frac{1}{Q} = \frac{\cancel{\pi} r^{\cancel{4}\,2}}{8}\cdot\frac{\Delta p}{l}\cdot\frac{1}{\frac{l}{\Delta t}\cdot\cancel{\pi}\cancel{r^2}}$$

$$= \frac{r^2 \Delta p}{8 l^2}\Delta t = \frac{25\times10^{-12}\cdot 2.6\times10^{3}}{8\times 4\times10^{-6}}\, 1.5\ \frac{kg}{m s} =$$

$$= \frac{25\times 2.6}{32}\times 1.5\times10^{-3}\ \frac{kg}{m s} = 3.05\times10^{-2}\ \text{poise}$$

ES3 $n = 2.0\, mol$

$C_V = \frac{5}{2}R\,;\; C_p = \frac{7}{2}R$

$T_1 = 400\,K\,;\; V_1 = 40\,l\,;\; V_2 = 80\,l$

a) il primo principio della termodinamica asserisce che

$$Q + L = \Delta E_{int}$$

In un gas ideale l'energia interna è funzione solamente della temperatura => In una trasformazione isoterma $\Delta E_{int} = 0$;

$\Rightarrow Q = -L$; per un gas ideale vale sempre $p = \frac{nRT}{V}$

$$\Rightarrow L = -\int_{V_i}^{V_f} p\, dV = -nRT \cdot \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = -nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

$$\Rightarrow Q = nRT \cdot \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nRT \cdot \ln(2) = 4.6\ kJ$$

b) Abbiamo già risposto in a) $\Rightarrow L = -Q = -4.6\ kJ$

c) $$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{4.6\ kJ}{400\ K} = 11.5\ \frac{J}{K}$$

d) Le risposte a) e b) non sono più valide in quanto, in una trasformazione non quasistatica le variabili macroscopiche P, T, V non sono note durante la trasformazione (sul piano di Clapeyron è una trasformazione che NON può essere rappresentata) e quindi non si può derivare la formula per il lavoro.

La risposta c) rimane valida in quanto l'entropia è una variabile di stato.

ES 4

$E = 400\ N/C$; $R = 2.0\ cm$

a) La definizione di campo elettrico è:

$$|\vec{E}| = K \frac{Q}{r^2} \quad \text{dove} \quad K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \quad \text{con } \varepsilon_0 \text{ costante dielettrica del vuoto}$$

Se assumiamo di essere appena "fuori" dalla sferetta per il teorema di Gauss possiamo immaginare tutta la carica concentrata al centro geometrico della sfera, ovvero a distanza R

$$\Rightarrow \quad E = K\frac{Q}{R^2} \; ; \; Q = \frac{E \cdot R^2}{K} = \frac{400 \times 4 \times 10^{-4}}{8.988 \times 10^{9}}\ C = 178 \times 10^{-13}\ C = 17.8\ pC$$

b) Posso scrivere la carica totale come un multiplo della carica elementare.

$$Q = Ne \Rightarrow N = \frac{Q}{e} = \frac{17.8 \times 10^{-13}}{1.60 \times 10^{-19}} = 11.1 \times 10^{6}$$

cariche elementari

c) La superficie della sfera è

$$S = 4\pi R^2 \; ;$$

la densità superficiale di carica è definita come

$$\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{4\pi R^2} = \frac{17.8 \times 10^{-12}}{4\pi \cdot 4 \times 10^{-4}} \frac{C}{m^2} = 0.354 \times 10^{-8}\ C/m^2$$