UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2015/2016 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Autunnale - I Appello - 05.09.2016

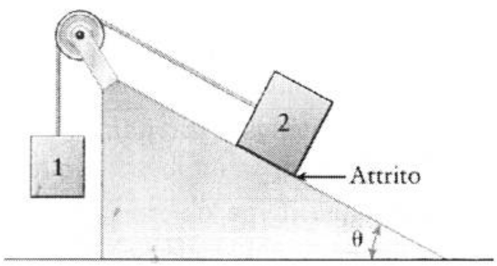
Cognome RIGON **Nome** LUIGI
A.A. d'iscrizione .... **N Matricola** ....

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) Due blocchi sono connessi con una corda di massa trascurabile che passa per una puleggia di massa ed attrito trascurabili, come schematizzato in figura. La massa del blocco 2 vale m_2 = 9.0 kg ed il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco 2 e la superficie del piano inclinato vale μ_d = 0.22. L'angolo di inclinazione del piano rispetto all'orizzontale vale θ = 30°. Si calcoli la massa m_1 del blocco 1 nei due casi particolari in cui:



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

i) m_{1a} = $m_2(\sin\vartheta - \mu_d \cos\vartheta)$ ii) m_{1a} = 2,8 kg

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

i) m_{1b} = $m_2(\sin\vartheta + \mu_d \cos\vartheta)$ ii) m_{1b} = 6,2 kg

2) Il sangue impiega un tempo Δt = 1.5 s per passare attraverso un capillare lungo l = 2.0 mm. Assumendo che il flusso sia stazionario, laminare e non turbolento, che il diametro del capillare sia d = 10 µm e la caduta di pressione ai suoi estremi valga Δp = 2.5 kPa, stimare la viscosità η del sangue.

i) η = $\frac{\Delta t \cdot \Delta p}{8} \frac{r^2}{\ell^2}$, con $r = \frac{d}{2}$ ii) η = $2{,}93 \cdot 10^{-3}$ Pa·s

3) Un bambino di massa m = 30 kg parte da fermo dal punto più alto di uno scivolo di altezza h = 4 m.

a) Quale sarebbe la sua velocità v' nel punto più basso se non ci fosse attrito?

i) v' = $\sqrt{2gh}$ ii) v' = 8,85 m/s

b) In realtà, il bambino raggiunge il punto più basso con una velocità v = 6.0 m/s. Si calcolino il lavoro L complessivamente compiuto dalla forza d'attrito lungo il percorso e la percentuale p di energia meccanica dissipata a causa dell'attrito nella discesa.

i) L = $\frac{1}{2}mv^2 - mgh$ ii) L = −636 J

ii) p = L/mgh ii) p = 54 %

4) Il volume d'aria immesso nei polmoni in un normale respiro è pari a circa 0.5 L. Quando entra nei polmoni, l'aria inalata viene riscaldata a T_i = 37° (la temperatura interna del corpo). Si supponga che la temperatura esterna sia T_e = 20°, che si facciano 2 respiri ogni 3 s, e si assuma inoltre che il riscaldamento dell'aria avvenga a pressione costante. Poiché l'aria è per l'80% azoto molecolare (N_2), si può considerarla un gas ideale biatomico, per cui il calore specifico molare a pressione costante vale $C_P = 7R/2$ con R = 8.314 J/(mol K). Si calcolino:

a) Il calore Q necessario a riscaldare l'aria in un respiro

i) Q = $nC_p\Delta T$ ii) Q = 11,0 J

b) L'energia E, espressa in kcal, impiegata in un giorno per riscaldare l'aria che si respira

i) E = $Q \cdot 5{,}76 \cdot 10^4 \frac{\text{respiri}}{\text{giorno}}$ ii) E = 154 kcal

5) Un condensatore di capacità C = 12.5 μF viene caricato ad un potenziale V_0 = 50.0 V e successivamente scaricato attraverso un resistore R = 75.0 Ω. Si calcolino:

a) Il valore iniziale I_0 della corrente che scorre attraverso il resistore all'inizio del processo di scarica.

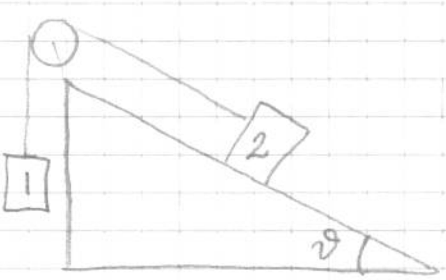
i) I_0 = V_0/R ii) I_0 = 0,67 A

b) il tempo t (trascorso dall'inizio del processo di scarica) nel quale il condensatore avrà perso il 90% della sua carica iniziale Q.

i) t = $RC\ln(10)$ ii) t = 2,16 ms

c) il corrispondente valore I della corrente che scorre attraverso il resistore nell'istante t calcolato nel punto *(b)*.

i) I = $I_0\, e^{-t/RC} = I_0/10$ ii) I = 0,067 A

1) 

$f_d = \mu_d n$ forza d'attrito, n: normale

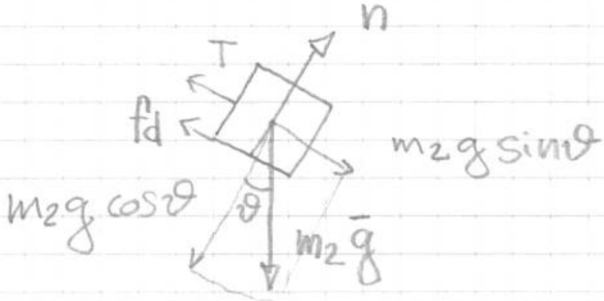
$\mu_d = 0.22$ $\quad m_2 = 9,0\ kg$

$\theta = 30°$ $\quad m_1 = ?$

a) Il blocco 2 scivola: - verso il basso lungo il piano $\Rightarrow \vec{f_d}$ orientata verso l'alto lungo il piano

- a $\vec{v}$ costante $\Rightarrow \Sigma \bar{F} = 0$

Quindi il diagramma di corpo libero del blocco 2 risulta:



Uguagliando le forze verso il basso (lungo il piano) e quelle verso l'alto (lungo il piano):

$$m_2 g \sin\theta = T + f_d \qquad \text{con } T = m_1 g$$

$$f_d = \mu_d n = \mu_d m_2 g \cos\vartheta$$

$$m_2 \cancel{g} \sin\vartheta = m_1 \cancel{g} + \mu_d m_2 \cancel{g} \cos\vartheta$$

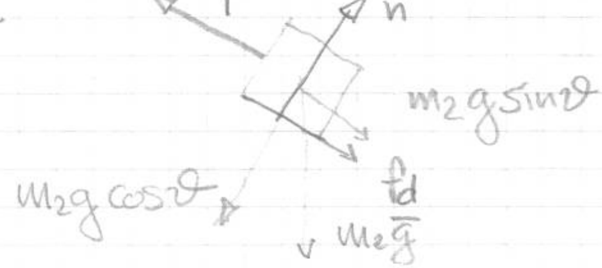
$$m_1 = m_2 (-\mu_d \cos\vartheta + \sin\vartheta)$$

$$\overset{!}{=} 9,0\ kg \left(-0,22\ \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\right) = 2,8\ kg$$

b) Il blocco 2 scivola: - verso l'alto lungo il piano $\Rightarrow \bar{f_d}$ orientata verso il basso lungo il piano

- a $\vec{v}$ costante $\Rightarrow \Sigma \bar{F} = 0$

Quindi il diagramma di corpo libero del blocco 2 in questo caso risulta



Di nuovo, uguagliando le forze verso l'alto (lungo il piano) con quelle che puntano verso il basso (lungo il piano)

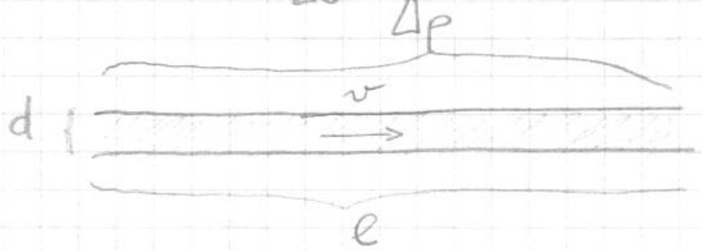
$$m_1 \cancel{g} = m_2 \cancel{g} \sin\vartheta + \mu_d m_2 \cancel{g} \cos\vartheta$$
$$= m_2 (\sin\vartheta + \mu_d \cos\vartheta)$$
$$= 9{,}0\ \text{kg} \left(\frac{1}{2} + 0{,}22 \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 6{,}2\ \text{kg}$$

2) Le ipotesi consentono di applicare la legge di Poiseuille

$$Q = \frac{\pi}{8} \frac{r^4}{\eta} \frac{\Delta p}{l}$$

con $Q = vA = \frac{l}{\Delta t} \cdot \pi r^2$

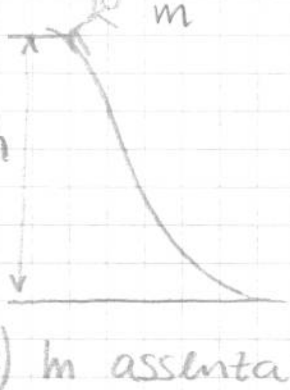
$\Delta t = 1{,}5\,\text{s}$
$l = 2{,}0\ \text{mm}$
$d = 10\ \mu\text{m}$
$\Delta p = 2.5\ \text{kPa}$



Quindi: $\frac{l}{\Delta t} \pi \cancel{r^2} = \frac{\pi}{8} \frac{r^{\cancel{4}\,2}}{\eta} \frac{\Delta p}{l}$

$$\eta = \frac{\Delta t \cdot \Delta p}{8} \frac{r^2}{l^2} = \frac{1{,}5\,\text{s} \cdot 2{,}5 \cdot 10^3\,\text{Pa}}{8} \frac{(5 \cdot 10^{-6}\,\text{m})^2}{(2 \cdot 10^{-3}\,\text{m})^2}$$
$$= 2{,}93 \cdot 10^{-3}\ \text{Pa} \cdot \text{s}$$

3)



$h = 4{,}0\ \text{m}$
$m = 30\ \text{kg}$

a) In assenza di attrito, tutta l'energia potenziale gravitazionale verrebbe convertita in energia cinetica:

$$\cancel{m} g h = \frac{1}{2} \cancel{m} (v')^2$$
$$v' = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4\,\text{m}} = 8{,}85\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) In questo caso si considera il lavoro $\mathcal{L}_a$ della forza d'attrito. Per il teorema lavoro-energia si ha:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_g + \mathcal{L}_a = mgh + \mathcal{L}_a = \Delta K$$

$$\begin{aligned}\mathcal{L}_a &= \Delta K - mgh = \frac{1}{2} m\left(v^2 - 0^2\right) - mgh \\ &= \frac{1}{2} m v^2 - mgh \\ &= \frac{1}{2}\, 30\,\text{kg}\cdot\left(6\ \text{m/s}\right)^2 - 30\,\text{kg}\cdot 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 4\,\text{m} \\ &= 540\ \text{J} - 1176\ \text{J} = -636\ \text{J}\end{aligned}$$

Quindi 636 J dei 1176 J disponibili sono dissipati dall'attrito. In percentuale:

$$p = \frac{636\ \text{J}}{1176\ \text{J}} = 54\ \%$$

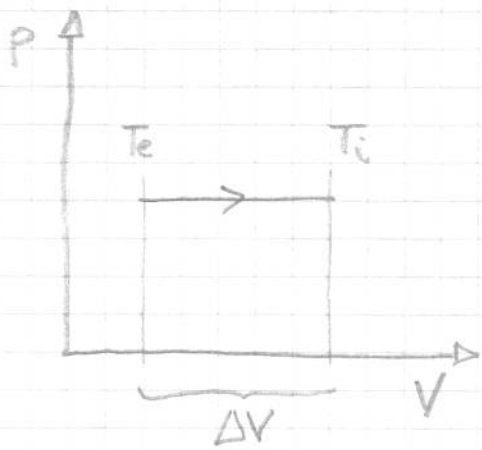
4) $\Delta V = 0{,}5\ L$

$T_e = 20°$ $\quad \Delta T = 17° = 17\ K$

$T_i = 37°$

$\nu = \frac{2}{3s} = \frac{2}{3}\ Hz$

$C_p = \frac{7}{2} R \quad R = 8{,}314\ \frac{J}{mol\, K}$



a) $Q = ?$ Si tratta di una espansione (dei polmoni) a p costante

$$Q = n C_p \Delta T$$

$$n = \frac{0{,}5\ \cancel{L}}{22{,}4\ \cancel{L}\,mol^{-1}} = 2{,}232\cdot 10^{-2}\ mol$$

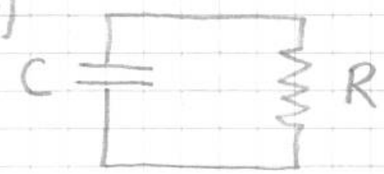
V occupato da 1 mole di gas ideale a stp.

$$= 2{,}232\cdot 10^{-2}\ \cancel{mol}\cdot \frac{7}{2}\, 8{,}314\ \frac{J}{\cancel{mol\,K}}\cdot 17\ \cancel{K} = 11{,}0\ J$$

b) $$E = 24\ \frac{\cancel{h}}{giorno}\cdot 3600\ \frac{\cancel{s}}{\cancel{h}}\cdot \frac{2}{3}\ \frac{\cancel{respiri}}{\cancel{s}}\cdot 11{,}0\ \frac{J}{\cancel{respiro}}$$

$$= 6{,}36\cdot 10^{5}\ J = 154\ kcal$$

5)



$C = 12{,}5\ \mu F \quad V_0 = 50{,}0\ V$

$R = 75\ \Omega$

a) $I_0 = \frac{V_0}{R} = \frac{50{,}0\ V}{75\ \Omega} = \frac{2}{3}\ A = 0{,}666\ A$

b) $q(t) = Q\, e^{-\frac{t}{RC}}$ con $q(t) = 0{,}1 \cdot Q$

$0{,}1 \cdot \cancel{Q} = \cancel{Q}\, e^{-\frac{t}{RC}}$

$\ln(0{,}1) = -\frac{t}{RC}$

$t = (-RC)\ln(0{,}1) = (-75\,\Omega \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-6} F) \cdot (-2{,}30) = 2{,}16\ ms$

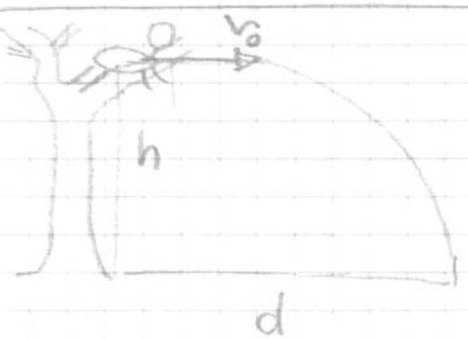
c) $I(t) = I_0\, e^{-\frac{t}{RC}}$

dal punto b) noto che $e^{-\frac{t}{RC}} = 0{,}1$

$= 0{,}1\ I_0 = 0.0666\ A$

PER GLI STUDENTI FUORI CORSO:

5)



$h = 4{,}0\ m$

$d = 5.0\ m$

Calcolo prima il tempo Δt di volo della tigre; sia v_{1y} la componente verticale della velocità con cui la tigre tocca terra. Allora dalla cinematica del moto di caduta libera:

$$\begin{cases} v_{1y}^2 = 2gh \\ v_{1y} = g\Delta t \end{cases} \quad \begin{cases} g^2 \Delta t^2 = 2gh \\ - \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \end{cases}$$

Nella direzione orizzontale, il moto avviene a v_0 costante:

$v_0 \Delta t = d$

$v_0 = \frac{d}{\Delta t} = \frac{5{,}0\ m}{\sqrt{\frac{8\ m}{9{,}8\ \frac{m}{s^2}}}} = 5{,}53\ \frac{m}{s}$