# Fisica Applicata– I prova scritta (A)

## CdL in TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA, PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA
## CdL in TECNICHE DI LABORATORIO BIOMEDICO
## – AA 2014/2015 – Prof. Luigi Rigon

1) Nel film *Ritorno al Futuro* (1985) il giovane Marty McFly può viaggiare nel tempo a bordo di una automobile sportiva, una DeLorean di massa $m$ = 1290 kg, trasformata in macchina del tempo dal geniale Emmett "Doc" Brown. Per viaggiare nel tempo, Marty deve portare la DeLorean alla velocità $v_1$ di 88 miglia orarie (1 miglio = 1.61 km). Supponendo che la DeLorean parta da ferma ed acceleri con accelerazione costante $a = 2.9$ m/s$^2$, si calcoli:
   a) L'intervallo di tempo $\Delta t$ necessario a raggiungere la velocità $v_1$ di 88 miglia orarie.
   b) La lunghezza $\Delta x$ del tratto di strada percorso durante tale tempo $\Delta t$.
   c) La potenza media erogata dal motore durante tale tempo $\Delta t$ (si trascurino gli attriti e la resistenza dell'aria).

$v_1 = 88 \text{ mph} = 88 \cdot 1.61 \text{ Km/h} = \frac{88 \cdot 1.61}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 39.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$a = 2.9 \text{ m/s}^2$


a) In ogni istante di questa "rincorsa" vale

$v(t) = \cancel{v_0} + at$

In particolare quindi

$v(\Delta t) = a \Delta t = v_1$

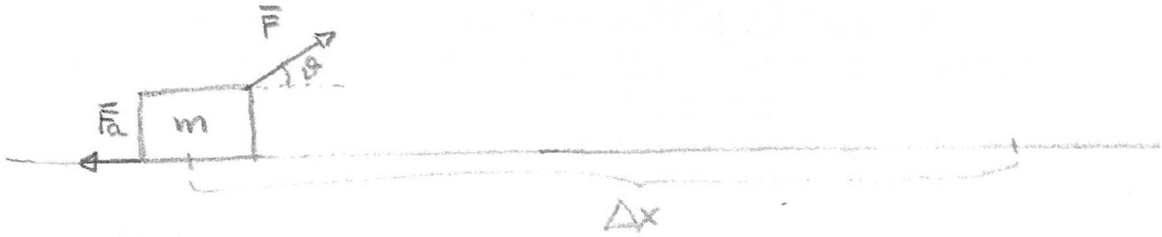
$\Delta t = \frac{v_1}{a} = 13.6 \text{ s}$

b) $\Delta x = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 = \frac{v_1^2}{2a} = 267 \text{ m}$

c) $P = \frac{1}{2} m v_1^2 / \Delta t = \frac{1}{2} m v_1^{\cancel{2}} \frac{a}{\cancel{v_1}} = \frac{1}{2} \cdot 1290 \text{ kg } 39.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \, 2.9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 74 \text{ KW} \simeq 100 \text{ hp}$

2) Una scatola di massa $m$ =15 kg, inizialmente in quiete, viene trascinata per un tratto $\Delta x$=10 m su un piano orizzontale da una forza costante di intensità $F$= 45 N. La retta di applicazione di tale forza forma un angolo di $30^0$ con il piano stesso, essendo la componente verticale della forza $\boldsymbol{F}$ diretta verso l'alto.
   a) Si calcoli il lavoro compiuto dalla forza $\boldsymbol{F}$ in assenza di attrito.
   b) Considerando ora un piano con coefficiente di attrito $f$ = 0.25, si calcoli il lavoro totale compiuto dalle forze sul tratto $\Delta x$.
   c) Sempre nelle condizioni di attrito di cui al punto (b), si calcoli la velocità finale della scatola.

②



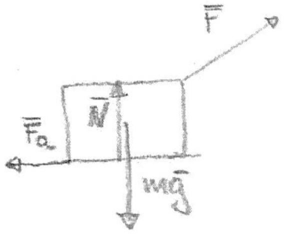

$m = 15$ kg

$\Delta x = 10$ m

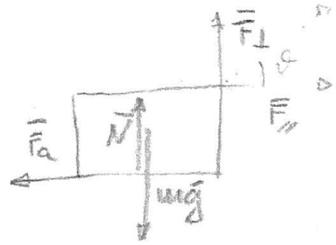
$F = 45$ N

a) $\mathcal{L}_F = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x} = F \, \Delta x \cdot \cos\vartheta = 45 N \cdot 10 m \cdot 0.866 = 390 \; J$

b) Diagramma delle forze agenti sulla scatola:




conviene scomporre $F$ in $\vec{F}_\perp$ e $\vec{F}_{//}$




con $F_{//} = F \cos\vartheta = 0.866 \, F$

$F_\perp = F \sin\vartheta = 0.5 \, F$

Le forze agenti in direzione verticale devono equilibrarsi:

$mg = N + F_\perp$

$N = mg - \vec{F}_\perp$

Quindi $F_a = fN = f(mg - \vec{F}_\perp)$

L'unica forza (oltre ad F) a compiere lavoro è Fa ($\vec{N}$ e $m\vec{g} \perp \Delta\vec{x}$)

$$\mathcal{L}_{Fa} = -F_a \cdot \Delta x = -f(mg - F_\perp)\Delta x$$

$$= -0.25(15 \cdot 9.8 \, N - 0.5 \cdot 45 \, N) \cdot 10 m$$

$$= -311 \; J$$

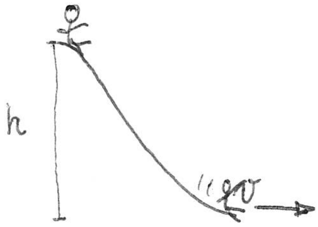
$$\mathcal{L}_{TOT} = \mathcal{L}_F + \mathcal{L}_{Fa} = (390 - 311) \; J = 79 \; J$$

c) Tale lavoro corrisponde alla variazione di en. cinetica

$$\mathcal{L}_{TOT} = \Delta K = \frac{1}{2} m v_{fin}^2$$

$$v_{fin} = \sqrt{\frac{2 \cdot \mathcal{L}_{TOT}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 79 \, \cancel{kg} \frac{m^2}{s^2}}{15 \, \cancel{kg}}} = 3.25 \; \frac{m}{s}$$

3) Un bambino di massa $m = 21.7$ kg scende da uno scivolo alto $h = 3.5$ m e raggiunge la base con una velocità $v = 2.2$ m/s. Quanta energia meccanica viene dissipata dall'attrito in questo processo?




$m = 21.7$ kg

$h = 3,5$ m

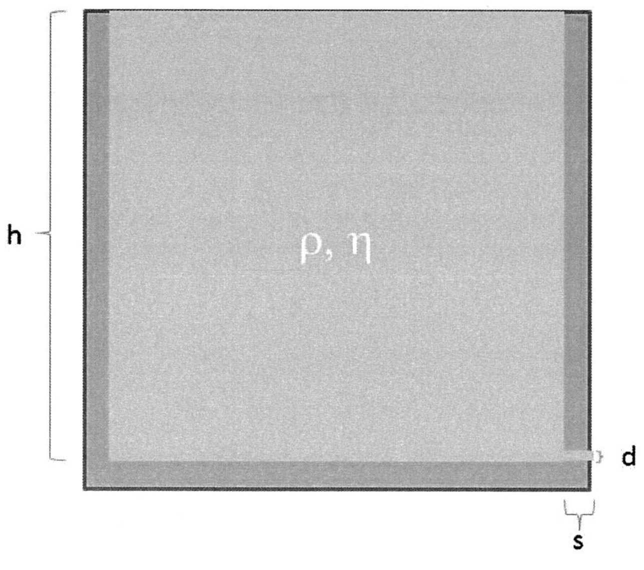
$v = 2.2$ m/s

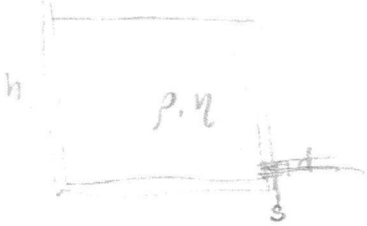
In generale, per il teorema lavoro-energia, $\mathcal{L} = \Delta K$.
Detto $\mathcal{L}_g$ il lavoro della forza gravitazionale e $\mathcal{L}_a$ quello della forza d'attrito, si ha:

$$\mathcal{L}_g + \mathcal{L}_a = \Delta K$$
$$-\Delta W_g + \mathcal{L}_a = \Delta K$$
$$\mathcal{L}_a = \Delta K + \Delta W_g$$
$$\mathcal{L}_a = K_{fin} - \underbrace{\cancel{K_{in}}}_{=0} + \underbrace{\cancel{W_{g\,fin}}}_{=0} - W_{g\,in} = \frac{1}{2} m v^2 - mgh = m\left(\frac{v^2}{2} - gh\right)$$
$$\overset{!}{=} 21.7\,\text{kg}\left(\frac{2.2^2\,\text{m}^2/\text{s}^2}{2} - 9.8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 3,5\,\text{m}\right) \overset{!}{=} -692\ \text{J}$$

$\boxed{\text{Risp: l'attrito dissipa 692 J}}$

4) Un grosso serbatoio è pieno, fino ad una altezza $h = 2.50$ m, di gasolio (densità $\rho = 860$ kg/m$^3$, viscosità $\eta = 0.180$ Pa s). Lo spessore delle pareti del serbatoio è $s = 5.00$ cm. Se viene praticato un foro di diametro $d = 0.75$ cm alla base del serbatoio, come illustrato in figura, quale sarà la portata del flusso iniziale di uscita del gasolio?





$h = 2{,}50\ m$

$\rho = 860\ kg/m^3$

$\eta = 0{,}180\ Pa\,s$

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

$d = 0.75\ cm \qquad R = 0.375 \cdot 10^{-2}\ m$

La portata è data dalla legge di Poiseuille:

$$Q = \frac{\pi}{8}\,\frac{R^4}{\eta}\,\frac{\Delta p}{s}$$

$\Delta p = \rho g h$ (per Stevino)

$$Q = \frac{\pi}{8}\,\frac{R^4}{\eta}\,\frac{1}{s}\cdot \rho g h$$

$$= \frac{\pi}{8}\,\frac{(0.375 \cdot 10^{-2})^4\ m^4}{0{,}180\ Pa\cdot s}\cdot\frac{0.86 \cdot 10^3\ kg\,m^{-3}\ 9.81\ ms^{-2}\ 2{,}50\ m}{5 \cdot 10^{-2}\ m}$$

$$= \frac{\pi}{8}\,\frac{1{,}978 \cdot 10^{-10}}{0{,}18}\,\frac{0.86 \cdot 9.81 \cdot 2{,}50}{5}\cdot 10^{5}\ \frac{m^3}{s}$$

$$= 0.182 \cdot 10^{-3}\ \frac{m^3}{s} = 0.182\ \frac{l}{s}$$