UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Corso di Laurea in Fisioterapia – C.I. 050ME - Fisica
A.A. 2024/2025 Sessione Estiva, Pre-Appello – III Prova Scritta – 16.05.2025
Tempo a disposizione: 2 h

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) Un satellite artificiale gira attorno all'equatore terrestre, compiendo un'orbita circolare ad una distanza $d = 2.0\times10^5$ m dalla superficie della Terra. A tale distanza, l'accelerazione centripeta, fornita dalla forza di gravità, vale $a_c = 9.2$ m/s^2. Considerando che il raggio della Terra vale $R_T = 6.4\times10^6$ m, calcolare:

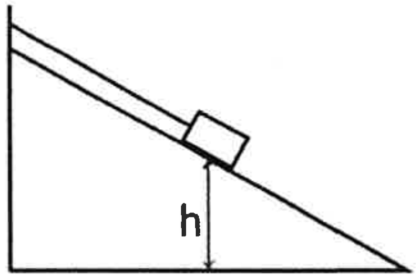
a) La velocità v del satellite.

i) $v = \sqrt{(R_T + d)\, a_c}$ ii) $v = 7{,}8 \cdot 10^3$ m/s

b) Il periodo T del moto del satellite.

i) $T = \frac{2\pi (R_T + d)}{v}$ ii) $T = 5{,}3 \cdot 10^3$ s

2) Un blocco di massa $m = 1.8$ kg si trova su un piano inclinato di $\theta = 30°$ rispetto all'orizzontale, ad un'altezza $h = 1.20$ m. Esso è legato ad una fune che lo tiene fermo, come mostrato in figura. Il coefficiente di attrito statico tra il blocco e il piano è $\mu_s = 0.25$.



a) In condizioni di equilibrio, trovare il modulo della tensione T della fune.

i) $T = mg(\text{sen}\,\theta - \mu_s \cos\theta)$ ii) $T = 5{,}0$ N

Successivamente, la fune si spezza e il blocco inizia a scivolare verso il basso, fino a raggiungere la fine della discesa.

b) quale sarebbe la velocità ideale v_i del blocco alla fine della discesa, se l'attrito dinamico fosse trascurabile?

i) $v_i = \sqrt{2gh}$ ii) $v_i = 4{,}8$ m/s

In realtà l'attrito dinamico non è trascurabile, ed infatti alla fine della discesa il blocco raggiunge la velocità $v_r = 4.1$ m/s $< v_i$.

c) Quanto vale il lavoro della forza d'attrito dinamico L_a?

i) $L_a = \Delta K - \mathcal{L}_g = -\frac{1}{2} m (v_i^2 - v_r^2)$ ii) $L_a = -6{,}0$ J

d) Quanto vale il coefficiente di attrito dinamico μ_d?

i) $\mu_d = \frac{-\mathcal{L}_a}{-2mgh\cos\theta}$ ii) $\mu_d = 0{,}16$

3) In un impianto di riscaldamento domestico, l'acqua calda al piano terra circola alla velocità di $v_t = 0.50$ m/s, con una pressione di $p_t = 3.0$ atm, in un tubo di diametro $d_t = 4.0$ cm. Al secondo piano, la stessa acqua calda circola in un tubo di diametro $d_s = 2.6$ cm, che si trova ad un'altezza $h = 5.0$ m al di sopra del tubo al piano terra. Supponendo che i tubi in questione siano orizzontali, che nell'impianto non vi siano diramazioni, ed approssimando l'acqua ad un liquido ideale,

a) Quanto vale la velocità v_s con cui l'acqua circola nel tubo al secondo piano?

i) $v_s = \left(\frac{d_t}{d_s}\right)^2 v_t$ ii) $v_s = 1,18$ m/s

b) Quanto vale la pressione p_s dell'acqua nel tubo al secondo piano?

i) $p_s = p_t + \frac{1}{2}\rho\left(v_t^2 - v_s^2\right) - \rho g h$ ii) $p_s = 254\,000$ Pa $= 2,5$ atm

4) Un circuito è formato da un generatore di tensione ideale e da due resistori collegati in parallelo, le cui resistenze sono rispettivamente uguali a $R_1 = 300\ \Omega$ ed $R_2 = 450\ \Omega$. Il generatore eroga una corrente $I = 100$ mA. Calcolare:

a) La resistenza R_{eq} equivalente a questo insieme di resistenze:

i) $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ii) $R_{eq} = 180\ \Omega$

b) La tensione ΔV erogata dal generatore:

i) $\Delta V = R_{eq} \cdot I$ ii) $\Delta V = 18$ V

c) Il valore di ciascuna delle correnti I_1 ed I_2 che attraversano rispettivamente R_1 ed R_2

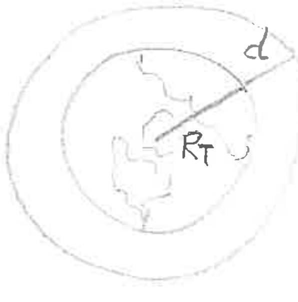
i) $I_1 = \frac{\Delta V}{R_1}$ ii) $I_1 = 60$ mA

i) $I_2 = \frac{\Delta V}{R_2}$ ii) $I_2 = 40$ mA

.... soluzione estesa ....

---

(1) Il satellite si muove di moto circolare uniforme su un'orbita di raggio:



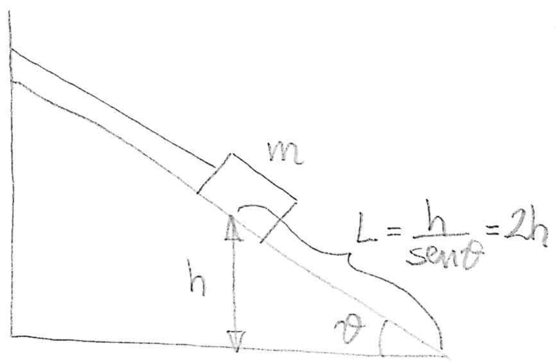
$$R = R_T + d \overset{!}{=} 6,4 \cdot 10^6\ \text{m} + 0,20 \cdot 10^6\ \text{m} \overset{!}{=} 6,6 \cdot 10^6\ \text{m}$$

a) $$a_c = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{R a_c} = \sqrt{6.6 \cdot 10^6\ \text{m} \cdot 9,2\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 7,8 \cdot 10^3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 7,8\ \frac{\text{Km}}{\text{s}}$$

b) $$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi\ 6,6 \cdot 10^6\ \text{m}}{7,8 \cdot 10^3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 5,32 \cdot 10^3\ \text{s} = 1,48\ \text{h} \overset{!}{=} 1\ \text{h}\ 28'\ 42''$$

2



$m = 1{,}8$ kg

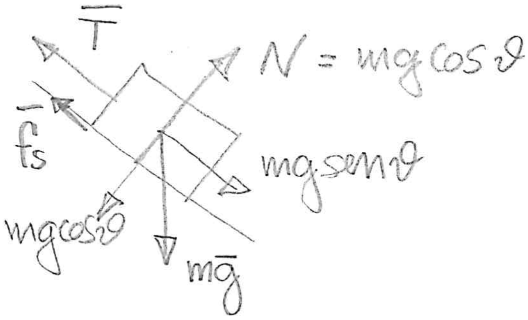
$\vartheta = 30°$

$h = 1{,}20$ m

$\mu_s = 0.25$

$v_r = 4{,}1$ m/s

a) Forze agenti sul blocco in condizioni di equilibrio:



$$f_s = \mu_s N = \mu_s mg\cos\vartheta$$

Affinché il blocco non scivoli:

$$mg\,\text{sen}\vartheta = f_s + T = \mu_s mg\cos\vartheta + T$$

Da cui:

$$T = mg\,\text{sen}\vartheta - \mu_s mg\cos\vartheta$$
$$= mg(\text{sen}\vartheta - \mu_s\cos\vartheta)$$
$$= 1{,}8\,\text{kg}\cdot 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot\left(\frac{1}{2} - 0{,}25\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 5{,}0\ \text{N}$$

b) Nel caso ideale in cui non c'è attrito, si ha:

(I) $\frac{1}{2}\cancel{m}v_i^2 = \cancel{m}gh$ (conservazione energia meccanica)

$$v_i = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\cdot 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\cdot 1{,}20\,\text{m}} = 4{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c) Nel caso reale, l'energia meccanica! non si conserva a causa del lavoro della forza d'attrito; vale però il teorema dell'energia cinetica:

$$\mathcal{L} = \Delta K\ ,\quad \text{con}$$

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_g + \mathcal{L}_a$$

$\mathcal{L}_a$: lavoro della forza d'attrito.

$\mathcal{L}_g$: lavoro della forza peso

Quindi: $\mathcal{L}_a = \mathcal{L} - \mathcal{L}_g = \Delta K - \mathcal{L}_g = \frac{1}{2} m v_2^2 - mgh$

$$= \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = -\frac{1}{2} m \left(v_i^2 - v_2^2 \right) =$$

$$= -0{,}9\ kg \cdot \left[\left(4{,}85\ \frac{m}{s} \right)^2 - \left(4{,}1\ \frac{m}{s} \right)^2 \right] = -6{,}0\ J$$

d) Il coefficiente d'attrito μ_d può essere trovato osservando che:

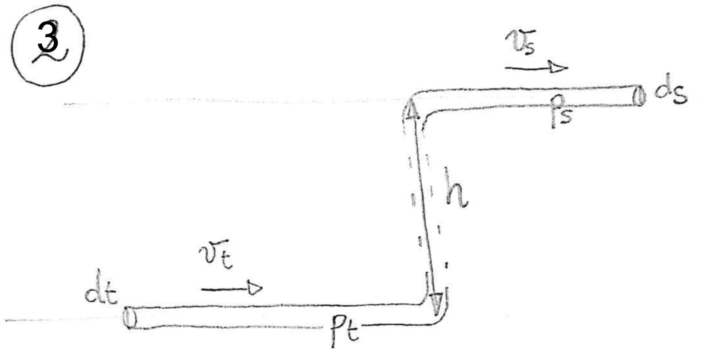
$$\mathcal{L}_a = -f_d \cdot L = -\mu_d N \cdot L = -\mu_d mg \cos\theta \cdot L = -2\mu_d mgh \cos\theta$$

Da cui:

$$\mu_d = \frac{-\mathcal{L}_a}{-2mgh\cos\theta} = \frac{6{,}0\ \cancel{J}}{\cancel{2} \cdot 1{,}8\ \cancel{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{\cancel{m}}{\cancel{s^2}} \cdot 1{,}2\ \cancel{m} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}}$$

$$= 0{,}16$$

3



$v_t = 0{,}50$ m/s $\qquad v_s = ?$

$p_t = 3{,}0$ atm $\qquad p_s = ?$

$d_t = 4{,}0$ cm $\qquad d_s = 2{,}6$ cm

$h = 5{,}0$ m

a) Non essendoci diramazioni, vale la legge di Leonardo:

$$v_t S_t = v_s S_s \qquad \text{con } S = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\cancel{\frac{\pi}{4}} v_t d_t^2 = \cancel{\frac{\pi}{4}} v_s d_s^2$$

$$v_s = \left(\frac{d_t}{d_s}\right)^2 v_t = \left(\frac{4{,}0\ \cancel{cm}}{2{,}6\ \cancel{cm}}\right)^2 \cdot 0{,}50\ m/s = 1{,}18\ m/s$$

b) Approssimando l'acqua ad un liquido ideale, possiamo applicare l'eq. di Bernoulli:

$$p_t + \frac{1}{2}\rho v_t^2 + \rho g h_t = p_s + \frac{1}{2}\rho v_s^2 + \rho g h_s$$

$$p_s = p_t + \frac{1}{2}\rho\left(v_t^2 - v_s^2\right) + \rho g \underbrace{(h_t - h_s)}_{-h}$$

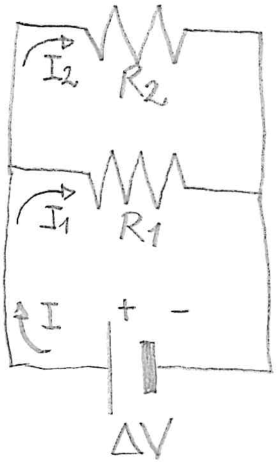
$$= p_t + \frac{1}{2}\rho v_t^2\left[1 - \left(\frac{d_t}{d_s}\right)^4\right] - \rho g h$$

$$= 3{,}0 \cdot 101300\ Pa + \left\{\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}\frac{m^2}{s^2}\left[1 - \left(\frac{4{,}0}{2{,}6}\right)^4\right] - 9{,}8\frac{m}{s^2}\ 5{,}0\,m\right\} 10^3 \frac{k}{m}$$

$$= 3{,}0 \cdot 101300\ Pa \underbrace{-\ 575\ Pa}_{\text{termine dovuto al restringimento del diametro} \sim \text{trascurabile}} - \underbrace{49.000\ Pa}_{\text{termine dovuto ai 5 m di dislivello non trascurabile!}}$$

$$= 254000\ Pa = 2{,}5\ atm$$

(4)



$R_1 = 300\ \Omega$

$R_2 = 450\ \Omega$

$I = I_1 + I_2 = 100\ mA = 0{,}100\ A$

a) $R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{300 \cdot 450\ \Omega^{\cancel{2}}}{750\ \cancel{\Omega}} = 180\ \Omega$

b) $\Delta V = R_{eq} \cdot I = 180\,\Omega \cdot 0{,}100\ A = 18\ V$

c) $I_1 = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{18\,V}{300\ \Omega} = 60\ mA$

$I_2 = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{18\ V}{450\ \Omega} = 40\ mA$

Infatti, la tensione ai capi di ciascuna resistenza è la stessa ΔV. Si noti anche che $I_1 + I_2 = I$.