



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E
INFORMATICA DEL 30/06/2020**

Esercizio n. 1

In una località montana si sta ripulendo un pezzo di terreno in pendenza. Attraverso una fune ideale di traino, un blocco di tronchi di massa totale pari a $M= 1.0$ ton viene trascinato verso l'alto con velocità costante v_0 , lungo una salita lunga $L=2.4$ km, coprendo un dislivello $h=0.80$ km. Il blocco di tronchi si può considerare come un punto materiale (vedi figura).

Sapendo che il modulo della velocità è $v_0=5$ m/s, calcolare

1) quanto tempo occorre affinché il blocco percorra tutta la salita.

Supponendo che il blocco di tronchi sia avvolto in un telo speciale in modo da poter trascurare l'attrito con il terreno, calcolare

2) il lavoro fatto dal sistema di traino per far percorrere al blocco M tutta la salita

3) la potenza sviluppata dal sistema di traino durante tutta la salita.

Mentre il blocco di tronchi è in movimento verso l'alto, sempre con velocità v_0 , e si trova a metà della salita succede un inconveniente: la fune di traino si rompe (non era poi così ideale...) e con essa anche il telo che avvolge il blocco di tronchi.

Il blocco M finisce quindi per scivolare verso valle, in presenza di attrito con il terreno, con coefficiente $\mu_d=0.1$

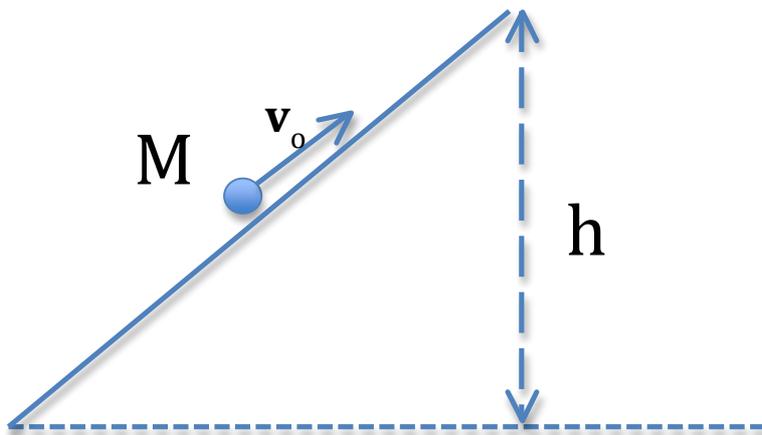
4) calcolare quanto tempo impiega il blocco M ad arrivare fino alla base della salita.

Arrivato alla base della salita il blocco M viene fermato da una grande palizzata, posta perpendicolarmente alla salita stessa.

5) Calcolare l'impulso \mathbf{J} esercitato dalla palizzata sul blocco M (direzione, verso e modulo, aiutarsi con un disegno)

Le domande 4) e 5) si possono risolvere indipendentemente dalle domande precedenti.

(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE, **SCRIVERE IN BELLA CALLIGRAFIA, MOTIVARE SINTETICAMENTE L'USO DELLE FORMULE UTILIZZATE, INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI**)



Il disegno è puramente indicativo, non è disegnato il sistema di traino. Lo studente dovrà capire e disegnare quali forze sono coinvolte nella risoluzione dei vari quesiti proposti.

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



Esercizio n. 2

Uno studente sta giocando in spiaggia con un fucile ad acqua. Si può considerare tale fucile come una specie di siringa di forma cilindrica con uno pistone, spingendo il quale viene fatta uscire l'acqua contenuta nel cilindro attraverso un foro posto dall'altra parte rispetto al pistone. Il cilindro è lungo $L=50$ cm con diametro $d_c=15$ cm, il diametro del pistone è uguale al diametro del cilindro, il diametro del foro è $d_f=1.5$ cm (vedi figura)

Dopo aver riempito completamente di acqua il cilindro, lo studente spara l'acqua verso i suoi amici, esercitando sul pistone una forza $F=10$ N e tenendo il fucile orizzontalmente. Calcolare

1) la velocità di uscita dell'acqua dal foro v_f

2) il tempo τ impiegato a svuotare completamente il cilindro.

(si considerino per queste domande pistone e foro alla stessa quota);

Dopo aver riempito nuovamente il fucile, lo studente lo inclina verso l'alto di un angolo $\alpha = 30$ gradi rispetto all'orizzontale e spara nuovamente agli amici,

3) calcolare quanto deve valere ora la forza F' applicata sul pistone affinché l'acqua fuoriesca dal foro di uscita con la stessa velocità trovata al punto 1)

Ricarica nuovamente il fucile, posizionando il pistone ad inizio corsa e disponendo verticalmente il fucile con il foro sotto un rubinetto, e lo riempie fino a metà;

4) calcolare la pressione sulla superficie del pistone a contatto con l'acqua (il fucile è sempre in posizione verticale con il foro verso l'alto)

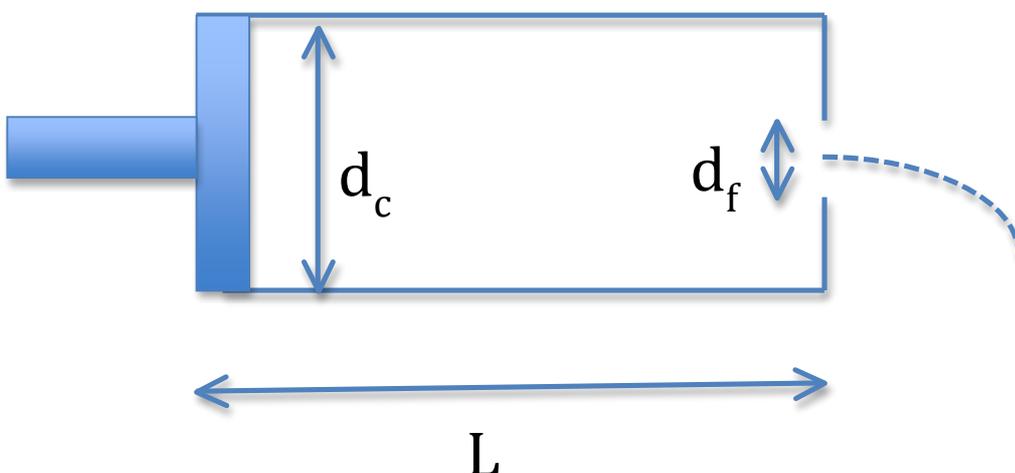
Introduce poi attraverso il foro una piccola pallina di polistirolo espanso di densità $\rho_{poi}=100$ kg/m³

5) calcolare la frazione di volume della pallina che risulta immersa nell'acqua

Si ricorda $\rho_{acqua}=1.0$ gr/cm³, $P_{atm}=1.01 \cdot 10^5$ Pa.

Le domande 4) e 5) si possono risolvere indipendentemente dalle domande precedenti.

(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE, SCRIVERE IN BELLA CALLIGRAFIA, MOTIVARE SINTETICAMENTE L'USO DELLE FORMULE UTILIZZATE, INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI E GIUSTIFICARE EVENTUALI APPROSSIMAZIONI)



Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



Soluzioni

Esercizio 1

1) $t = L/v_0 = 480 \text{ sec} = 8 \text{ minuti}$

2) siccome la velocità è costante, per il teorema della energia cinetica

$$L_{\text{tot}} = 0, \text{ quindi}$$

$$L_{\text{peso}} + L_{\text{fune}} = 0$$

$$L_{\text{fune}} = -L_{\text{peso}} = \Delta U = Mgh = 7.8 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Oppure

$$L_{\text{non_cons}} = \Delta E_{\text{mec}} \Rightarrow L_{\text{fune}} = E_{\text{mec_finale}} - E_{\text{mec_iniziale}} = Mgh$$

(essendo la E_{cin} uguale alla fine e all'inizio)

3) Potenza = $L_{\text{fune}}/t = 1.6 \cdot 10^4 \text{ W}$

4) quando si rompe la fune il blocco M ha velocità v_0 diretta verso l'alto, quindi continua a salire ancora per un tratto L^* , frenato dall'attrito (diretto verso valle) e frenato anche dalla componente parallela della forza peso, poi si ferma ($v^* = 0$), e poi scivola giù frenato dall'attrito (diretto verso monte) e accelerato dalla componente parallela della forza peso.

Consideriamo il pezzo in più che fa in salita frenato dall'attrito e dalla componente parallela della forza peso:

$$v^{*2} = v_0^2 - 2 a^* L^* \quad \text{con } a^* = g [\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)] = 4.2 \text{ m/s}^2 \quad \text{e } v^* = 0$$

$$\Rightarrow L^* = v_0^2 / [2g [\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)]] = 2.98 \text{ m}$$

$$\text{e impiega un tempo } t^* \text{ tale che } v^* = v_0 - a^* t^* \Rightarrow t^* = v_0 / a^* = 1.19 \text{ sec}$$

Poi inizia la discesa, partendo da fermo ($v^* = 0$) e soggetto alla componente parallela della forza peso che lo tira verso il basso e l'attrito che si oppone al moto. Ha quindi ora una accelerazione a' data da:
 $a' = g [\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha)] = 2.34 \text{ m/s}^2$ e percorre un tratto $L' = L/2 + L^* = 1.203 \cdot 10^3 \text{ m}$

arriva quindi alla fine della discesa (ossia la base della salita) con velocità v' tale che:

$$v'^2 = 2 a' L' \Rightarrow v' = \sqrt{2 a' L'} = 75 \text{ m/s}$$

$$\text{e ci impiega un tempo } t' = v' / a' = 32 \text{ sec}$$

In totale il blocco impiega $t = t^* + t' = 33 \text{ sec}$

5) per il teorema dell'impulso

$$\mathbf{J} = \Delta \mathbf{p} = M \mathbf{v}_{\text{fin}} - M \mathbf{v}_{\text{in}} = -M \mathbf{v}_{\text{in}} \quad (\text{perché } M \text{ si ferma quando sbatte contro la palizzata)}$$

dove \mathbf{v}_{in} è la velocità immediatamente prima dell'impatto, ossia la velocità v' calcolata nel punto 4), che è diretta verso valle

Quindi \mathbf{J} è un vettore parallelo alla salita diretto verso monte con modulo

$$J = M v' = 7.5 \cdot 10^4 \text{ kg m/s}$$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Esercizio 2

- 1) chiamo $S_c = \pi d_s^2/4$ sezione del cilindro (uguale a quella del pistone)
 $S_f = \pi d_f^2/4$ sezione del foro

Faccio alcune considerazioni

-Per la conservazione della portata: $v_c S_c = v_f S_f \rightarrow v_c = v_f \cdot 10^{-2} \rightarrow v_c \ll v_f$
ossia la velocità dell'acqua in corrispondenza del pistone è molto più piccola di quella in prossimità del foro

-La pressione esercitata sul pistone è $P_p = P_{atm} + F/S_c$

-La pressione esistente in prossimità del foro è $P_f = P_{atm}$

applico Bernoulli tenendo conto che il tubo è orizzontale quindi non c'è variazione di quota e che v_c posso considerarla nulla rispetto a v_f :

$$F/S_c = \frac{1}{2} \rho v_f^2 \rightarrow v_f = \sqrt{2F/\rho/S_c} = 1.1 \text{ m/s}$$

$$2) \tau = \text{Volume}_{\text{cilindro}} / \text{Portata}_{\text{foro}} = S_c L / (v_f S_f) = 47 \text{ sec}$$

3) inclinando la pistola verso l'alto si crea un dislivello tra lo stantuffo e il foro pari a $h=L$ senalfa per cui, applicando Bernoulli trovo ora:

$$F'/S_c = \rho g h + \frac{1}{2} \rho v_f^2$$

$$\rightarrow F' = S_c (\rho g h + \frac{1}{2} \rho v_f^2) = S_c \rho g h + F = 43 + 10 = 53 \text{ N}$$

4) uso stevino

$$P = P_{atm} + \rho g L/2 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 10^3 \cdot 9.8 \cdot 0.25 = 1.03 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

5) la pallina galleggia -> spinta di Archimede = forza peso

$$\Rightarrow V_{\text{fluido}} \rho_{\text{fluido}} = V_{\text{pal}} \rho_{\text{pal}}$$

dove

V_{fluido} = volume del fluido spostato, ossia la porzione di volume della pallina immerso nell'acqua

$$\rho_{\text{fluido}} = \rho_{\text{acqua}} = 1 \text{ gr/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{pal}} = \rho_{\text{polistirolo}} = 1/10 \rho_{\text{acqua}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{fluido}} = 1/10 V_{\text{pal}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{immerso}}/V_{\text{pal}} = 1/10$$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA I - LT INGEGNERIA
ELETTRONICA E INFORMATICA DEL 30/06/2020**

Domanda n.1

Si considerino due sistemi di riferimento (xyz) e $(x' y' z')$ dove quest'ultimo si muove di moto solo **traslatorio** rispetto al primo.

Si ricavino le leggi di composizione di posizione, velocità e accelerazione da utilizzare nel passare da un sistema di riferimento all'altro.

Si considerino ora due treni che si muovono entrambi con velocità $v=60\text{km/h}$, uno contro l'altro. Un passeggero seduto su uno dei due treni (chiamiamolo treno A) con che velocità vede muoversi l'altro treno (chiamiamolo treno B)?

Supponiamo che il treno A si muova da sinistra verso destra con velocità iniziale v , poi inizia a frenare con una decelerazione di modulo a . Nel sistema di riferimento solidale con il treno A quali forze percepisce il passeggero?

Domanda n.2

Si scriva l'equazione di stato dei gas perfetti, spiegando ogni termine con relative unità di misura nel sistema internazionale.

Si consideri una **compressione** isoterma reversibile di n moli di un gas perfetto da un volume iniziale V_1 ad un volume finale V_2 e la si disegni nel piano di Clapeyron spiegando che tipo di curva viene rappresentata (segmento parallelo ad un asse, segmento inclinato, ramo di parabola, arco di circonferenza, ramo di iperbole...)

Si calcoli il lavoro scambiato dal gas durante questa trasformazione, si effettui tutto il procedimento che porta alla formula finale. Il lavoro scambiato durante la compressione sarà negativo o positivo? Si ricavi anche l'espressione del calore scambiato durante tale trasformazione.

Cosa significa trasformazione reversibile?

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____