



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E
INFORMATICA DEL 20/02/2017**

Esercizio n. 1

Un tir con rimorchio lungo $L = 25$ m, sta viaggiando a velocità costante su un tratto rettilineo. Sul pavimento ruvido del rimorchio è appoggiato un grosso baule $m = 100$ kg in prossimità della parete vicino alla motrice, il baule è fermo rispetto al pavimento senza alcun sistema di ancoraggio. Ad un certo istante, per effettuare un sorpasso, il tir accelera con una accelerazione di modulo $A = 3$ m/s², la fase di accelerazione dura un tempo $\tau = 4$ sec, poi il tir ritorna a viaggiare a velocità costante.

a) Disegnare il diagramma delle forze a cui è soggetto il baule quando il tir viaggia a velocità costante, sia rispetto ad un osservatore inerziale esterno al tir, sia rispetto ad un osservatore solidale con il tir. È lo stesso diagramma? se sì perché? se no perché?

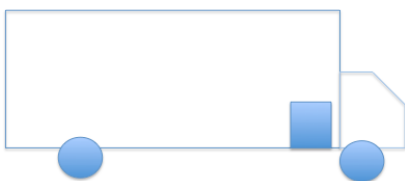
b) disegnare il diagramma delle forze a cui è soggetto il baule durante la fase di accelerazione, sia rispetto ad un osservatore inerziale esterno al tir, sia rispetto ad un osservatore solidale con il tir. È lo stesso diagramma? se sì perché? se no perché?

Sapendo che il coefficiente di attrito statico tra baule e pianale del tir è $\mu_s = 0.2$, quello dinamico è $\mu_d = 0.1$:

c) verificare che il baule si allontana dalla parete durante la fase di frenata

d) verificare se il baule arriva a toccare il lato opposto del rimorchio (ossia se percorre tutta la lunghezza del L) oppure no

Suggerimento: si consiglia di risolvere il problema nel sistema di riferimento solidale con il tir (TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE)



Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

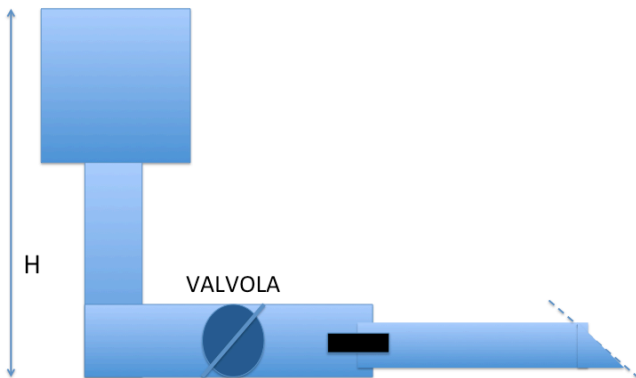
Esercizio n. 2

Una cisterna di acqua all'aperto, alimenta un sistema di tubature interrate a sezione variabile, secondo il disegno in figura. La cisterna e tutti i condotti hanno sezione circolare: la cisterna ha diametro $d_1=10\text{m}$, la prima condotta (dove si trova la valvola) ha diametro $d_2=10\text{ cm}$, la seconda condotta ha diametro $d_3=1\text{ cm}$. Inoltre $H=30\text{m}$

- Calcolare la pressione dell'acqua in prossimità della valvola quando la valvola è chiusa.
- Si apre la valvola, sapendo che la portata della tubatura è $q=2.5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{sec}$, si calcoli di quanto è variata la pressione in prossimità della valvola rispetto al caso a)
- calcolare la velocità v_3 con cui scorre l'acqua nella tubatura con diametro d_3
- In corrispondenza del cambio di sezione è posizionato un bastoncino cilindrico di sezione $d_4=0.5\text{cm}$. Calcolare la risultante delle forze di pressione agenti sull'oggetto, direzione verso e modulo

Si trascurino le dimensioni delle tubature nel calcolo delle varie quote, e si consideri l'acqua come un fluido ideale con $\rho=1\text{ gr/cm}^3$. **Si consiglia di fare semplici passaggi algebrici e sostituzioni prima di trovare i risultati numerici finali.**

(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE)



Cognome e Nome _____

n. matricola _____

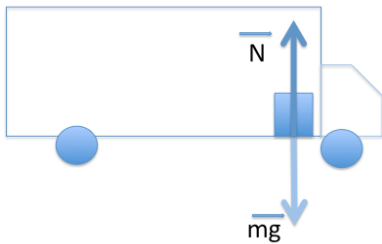
Corso di Laurea _____

Firma _____

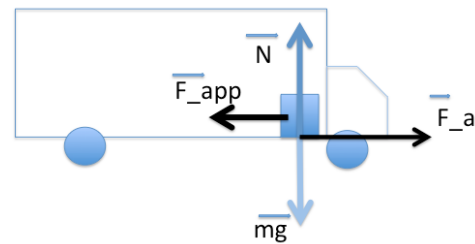


Soluzione Esercizio 1

con $v = \text{cost}$:



durante la fase accelerata nel sistema solidale col tir:



a) quando il tir viaggia a velocità costante, il diagramma è lo stesso nei due sistemi di riferimento, perché sono entrambi sistemi inerziali. Le forze agenti sul baule sono: forza peso e reazione normale

b) quando il tir accelera, il sistema solidale con il tir è un sistema di riferimento accelerato e quindi non-inerziale, i diagrammi delle forze sono diversi. Rispetto all'osservatore esterno inerziale il diagramma delle forze include solo le forze "vere": forza peso, reazione normale, forza di attrito. Rispetto all'osservatore non inerziale solidale al tir, compare in aggiunta la forza apparente di modulo uguale a $F_{app} = mA$, direzione e verso opposto a quello della accelerazione

c) mi metto nel sistema non inerziale, il baule si sposta se viene soddisfatta la condizione sui moduli:

$$F_{app} \geq F_{attrito_statico_max} = \mu_s N = \mu_s mg \quad \text{sostituendo i valori numerici trovo:}$$

$$\Rightarrow mA \geq \mu_s mg \Rightarrow A > \mu_s g \quad \text{e' soddisfatta}$$

d) siamo sempre nel sistema di riferimento non inerziale, il baule inizia ad allontanarsi dalla parete e durante il moto all'attrito statico si sostituisce quello dinamico, vale (legge della dinamica lungo l'asse x' diretto verso sinistra):

$$ma' = m A - \mu_d mg \quad (a' = \text{accelerazione del pacco rispetto al sistema solidale con il tir})$$

$$\Rightarrow a' = A - \mu_d g = 2.02 \text{ m/s}^2 \text{ quindi per il tempo } \tau \text{ abbiamo un moto uniformemente accelerato per il baule, lo spazio percorso in tale tempo } \tau \text{ e' } \quad d1 = \frac{1}{2} a' \tau^2 = 16 \text{ m}$$

a questo va aggiunto altro spazio percorso, perché il baule dopo il tempo τ , non si ferma, anzi possiede una velocità $v_{zero} = a' \tau = 4.04 \text{ m/s}$, ed è soggetto alla sola forza di attrito dinamico che lo frena in uno spazio: $d2 = \frac{v_{zero}^2}{2 a''} = 33 \text{ m}$ dove $a'' = \mu_d g$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Il baule, nel sistema non inerziale, percorrerebbe quindi una distanza $D = d_1 + d_2 \gg L$, quindi va a sbattere contro la parete opposta.

Soluzione esercizio 2

a) chiamo zona 1 superficie libera della cisterna, zona 2 la zona della valvola:
valvola chiusa, fluido in quiete, uso Stevino

$$P_{2_chiusa} = P_{atm} + \rho g H = 1.01 \cdot 10^5 + 10^3 \cdot 9.8 \cdot 32 = 3.95 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b) valvola aperta, fluido in moto, uso Bernoulli: zona 1 superficie libera della cisterna, zona 2 la valvola:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g H = P_2_aperta + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$\text{dove } P_1 = P_{atm} \quad v_1 = q / (\text{pigreco } d_1^2/4) \quad v_2 = q / (\text{pigreco } d_2^2/4) = 0.318 \text{ m/s,}$$

$$\text{e vale } v_1^2/v_2^2 = [d_2/d_1]^4 = 10^{-8} \rightarrow v_1 \ll v_2$$

$$\Rightarrow P_2_aperta = P_{atm} + \rho g H + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) \quad \text{posso trascurare } v_1^2 \text{ rispetto } v_2^2 \\ = P_{atm} + \rho g H - \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

\Rightarrow la variazione di pressione rispetto al caso a) e'

$$P_2_aperta - P_2_chiusa = -\frac{1}{2} \rho v_2^2 = -50.7 \text{ Pa} \quad \text{con la valvola aperta la pressione cala}$$

$$\text{c) } v_3 = v_2 [d_2^2/d_3^2] = v_2 \cdot 10^2 = 31.8 \text{ m/s}$$

d) applicando Bernoulli tra zona 2 e zona 3 trovo:

$$P_3 + \frac{1}{2} \rho v_3^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad \text{dove } v_3 > v_2 \Rightarrow P_3 < P_2$$

Sulla sezione del bastoncino nella zona 2 agisce la forza di pressione diretta verso destra con modulo

$$F_2 = P_2 \text{ pigreco } d_4^2/4$$

Sulla sezione del bastoncino nella zona 1 agisce la forza di pressione diretta verso sinistra con modulo

$$F_3 = P_3 d_4^2/4 \quad \text{che sarà minore di } F_2$$

La forza di pressione risultante e' diretta da sinistra verso destra con modulo

$$F_{tot} = F_2 - F_3 = \text{pigreco } d_4^2/4 \left(\frac{1}{2} \rho v_3^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 \right) \quad \text{sfrutto } v_3 = v_2 \cdot 10^2 \\ = \text{pigreco } d_4^2/4 \cdot \frac{1}{2} \rho v_2^2 (10^4 - 1) = 9.9 \text{ N}$$

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 20/02/2017**

Domanda n.1

Si consideri un sistema di punti materiali e si scriva il teorema di König per la Energia cinetica, spiegando i vari termini coinvolti (aiutarsi con un disegno).

Si consideri ora un urto totalmente anelastico tra due punti materiali: cosa succede all'energia cinetica prima e dopo l'urto? Dei termini che compaiono nel teorema di König qualcuno resta costante? Qualcuno si annulla?

Domanda n.2

Quale è la definizione di trasformazione termodinamica ciclica?

Si applichi il primo principio della TD ad una tale trasformazione, quale relazione trovo tra calore e lavoro scambiati? E perché?

Quale è la differenza tra ciclo termico e ciclo frigorifero? Il ciclo di Carnot è termico o frigorifero?

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____