FISICA APPLICATA

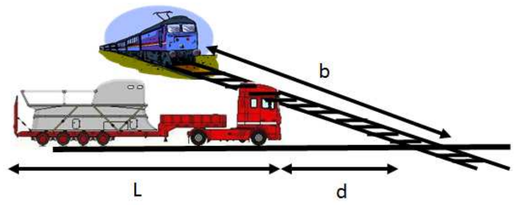
A.A. 2016-2017

2°appello del 18 Gennaio 2017

Testo e Soluzioni

PROBLEMI DI MECCANICA

1. Testo. Ad un passaggio a livello non custodito il conducente di un tir, inizialmente fermo in attesa del passaggio del treno, decide di passare prima del treno prendendosi un grave rischio. Il conducente dopo aver visto il treno a 500 m dal punto di intersezione tra la linea ferrata e la strada, dopo 4 s lo vede a 350 m, e a quel punto, assumendo costante la velocità del treno, decide di partire di moto uniformemente accelerato con a=1m/s^2 per almeno 15 s.

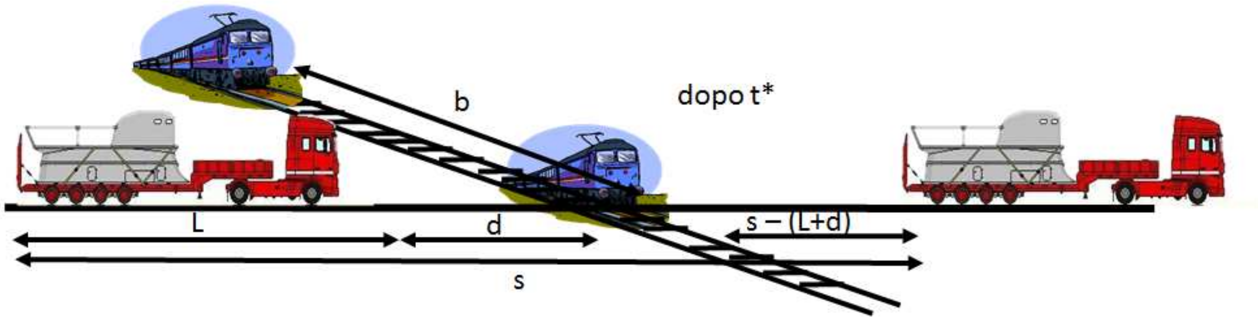


Sapendo che il tir è lungo L=20 m e che la testa del tir si trova a d=10m prima dell'intersezione, determinare se il tir viene incidentato o se invece riesce a passare nella sua interezza indicando in questo caso a che distanza passa il treno dalla coda del tir.

1. Soluzione. La valutazione della velocità (costante) del treno si ottiene misurando lo spazio percorso diviso il tempo impiegato a percorrelo: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{500-350}{4}\frac{m}{s} = 37.5\frac{m}{s}$

Viene azionato il cronometro quando il treno si trova alla distanza b=350m dalla intersezione. il treno muovendosi alla velocità di v=37.5 m/s per raggiungere l'intersezione impiega un tempo

$t* = \frac{b}{v} = \frac{350}{37.5}\frac{m}{m/s} = 9.33s$



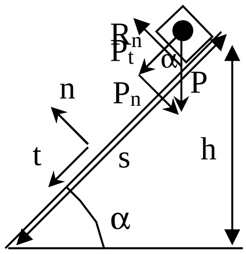
Circa il cinematismo del tir si decide di individuare come punto rappresentativo quello del paraurti posteriore. Se il paraurti posteriore, che dista inizialmente d+L=30m dall'intersezione, riesce a oltrepassare la linea ferrata entro il tempo t*=9.33 s, allora il tir non verrà danneggiato dal treno. Quando sopraggiunge il treno (t*=9.33s) lo spazio percorso dal paraurti posteriore è $s = \frac{1}{2}a\cdot(t*)^2 = \frac{1}{2}\left(1\frac{m}{s^2}\right)(9.33s)^2 = 43.56m$ che è fortunatamente superiore alla distanza richiesta d+L=30m, con un margine di 13.56 m che rappresenta la distanza minima cui transita il treno dalla coda del tir.

2. Testo. Un blocco scivola lungo un piano liscio avente una inclinazione di θ=25°. Se il blocco parte da fermo dalla sommità e la lunghezza del piano inclinato è s=3m, trovare l'accelerazione del blocco e la sua velocità quando raggiunge il fondo

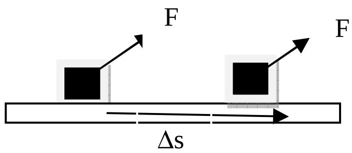
2. **Soluzioni**: in assenza di attrito le forze agenti sul blocco sono 2: la forza peso *P=mg* diretta verticalmente e la reazione normale del piano inclinato R_n diretta lungo la normale *n*. Applicando il II principio e proiettando le forze sui due assi *t* ed *n* si ottiene

$$\begin{array}{l} \hat{n} \\ \hat{t} \end{array}\begin{cases} R_n - P_n = ma_n = 0 \\ P_t = ma_t \end{cases} \Rightarrow \begin{array}{l} R_n = P_n = mg\cos\alpha \\ a_t = g\sin\alpha \end{array}$$

dove la forza peso è stata decomposta secondo le sue proiezioni lungo gli assi *t* ($P_t=P\sin\alpha$) ed *n* ($P_n=P\cos\alpha$).



Studio della cinematica: l'accelerazione di caduta è $a_t = g\sin\alpha$ =*4.14 m/s*^{2} (moto unif. accelerato). Integrando la velocità vale $v(t) = a_t t$ (velocità iniziale nulla). Integrando lo spazio percorso è $s(t) = a_t t^2/2$. L'istante *t** al quale il blocco raggiunge la base del piano inclinato si ottiene imponendo $s(t^*)=a_t t^{*2}/2=s$ da cui $t^* = \sqrt{2s/a_t}$; allora il blocco raggiunge la velocità $v_{fin} = v(t^*) = a_t t^* = \sqrt{2sa_t} = \sqrt{2sg\sin\alpha} = \sqrt{2gh}$ =*4.98 m/s* (*h* è l'altezza iniziale del blocco).



3. Testo

Una cassa di 10 kg inizialmente ferma, viene spostata di 15 m applicando una forza costante di 50 N inclinata di 10° rispetto all'orizzontale. Sapendo che la forza di attrito che nasce durante lo strisciamento è caratterizzata da un coefficiente di attrito dinamico μ_d=0.15, determinare

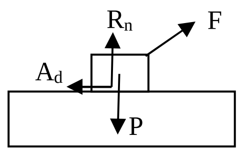
a) l'accelerazione cui è soggetto il blocco.

b) i lavori compiuti dalla forza F, dall'attrito, dalla forza peso e dalla reazione normale.

c) la velocità che acquista la cassa alla fine del tragitto.

3 Soluzioni Scomponendo le 4 forze agenti lungo l'asse verticale z, e l'asse del moto x

$$\begin{array}{l} z) \\ x) \end{array}\begin{cases} R_n - P + Fsen\alpha = 0 \\ F\cos\alpha - A_d = ma \end{cases} \quad \text{da cui le forze} \quad \begin{cases} F = 50N \\ P = mg = 98N \\ R_n = mg - Fsen\alpha = 89N \\ A_d = \mu_d R_n = 13.4N \end{cases}$$



a) L'accelerazione vale $a = \dfrac{F\cos\alpha - A_d}{m} =$ **3.58 m/s²**

b) I lavori compiuti dalle 4 forze sono : $\begin{cases} L_F = F\Delta s\cos\alpha = 739J \\ L_P = P\Delta s\cos 90° = 0J \\ L_{Rn} = R_n\Delta s\cos 90° = 0J \\ L_{Ad} = A_d\Delta s\cos 180° = -201J \end{cases}$ con un totale L_{tot}=**538 J**

c) Dal teorema del lavoro e dell'energia cinetica : $K_2 - K_1 = L_{tot}$ ove inizialmente K_1=0

quindi $\frac{1}{2}mv_{fin}^2 = L_{tot}$ da cui la velocità finale diviene $v_{fin} = \sqrt{2L_{tot}/m} =$ **10.4 m/s**

Alternativamente dal valore della accelerazione e dello spazio percorso $v_{fin} = \sqrt{2a\cdot\Delta s} =$ **10.4 m/s**

Domande orali

1a) Sommare i due vettori $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j}$ e $\hat{B} = -2\hat{i} + 4\hat{j}$ calcolando, il modulo della risultante, l'angolo di inclinazione rispetto all'asse x, e le due componenti lungo x e d y.

1a) Sommare i due vettori $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j}$ e $\hat{B} = -2\hat{i} + 4\hat{j}$ calcolando, il modulo della risultante, l'angolo di inclinazione rispetto all'asse x, e le due componenti lungo x e d y.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = (2\hat{i} - 3\hat{j}) + (-2\hat{i} + 4\hat{j}) = (2-2)\hat{i} + (-3+4)\hat{j} = \hat{j}$$

Componenti $\begin{cases} R_x = 0 \\ R_y = 1 \end{cases}$ Modulo e inclinazione $\begin{cases} R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 1 \\ \alpha = \arctan(R_y / R_x) = 90° \end{cases}$

1b) Moltiplicare scalarmente e vettorialmente i vettori $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j}$ e $\hat{B} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$

1b) $(2\hat{i} - 3\hat{j}) \bullet (4\hat{i} + 3\hat{j}) = 2 \cdot 4 \cdot \hat{i} \cdot \hat{i} - 3 \cdot 3 \cdot \hat{j} \cdot \hat{j} = 2 \cdot 4 - 3 \cdot 3 = -1$

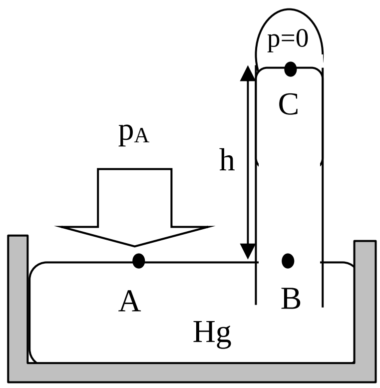
$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -3 & 0 \\ 4 & 3 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} \hat{k} = [2 \cdot 3 - (-3 \cdot 4)]\hat{k} = 18\hat{k}$$

2. Dimostrare il teorema del lavoro e dell'energia cinetica:

$$L_{tot} = \vec{F}_{tot} \cdot \Delta\vec{s} = (m\vec{a}) \cdot (\vec{v}\Delta t) = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \cdot \vec{v}\Delta t = m\Delta\vec{v} \cdot \vec{v} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) \cdot \left(\frac{\vec{v}_2 + \vec{v}_1}{2}\right) = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = K_2 - K_1$$

dove alla velocità è stato sostituito il valor medio $\vec{v} = \vec{v}_{media} = \left(\frac{\vec{v}_2 + \vec{v}_1}{2}\right)$

3. Discutere l'esperienza di Torricelli



3. L'esperienza di Torricelli utilizza una vasca riempita con mercurio, ed una provetta dove è stato praticato preventivamente il vuoto che viene immersa capovolta nella vasca. L'esperienza prevede che a causa della pressione atmosferica che insiste sulla superficie libera della vasca (**A**) si innalzi nella provetta una colonnina di mercurio alta h (**C**) rispetto al pelo libero della vasca. Tale dislivello può essere usato per la misura della pressione atmosferica.

Applicando la legge di Stevino nel tratto **BC** si ha :

$p_B = \rho_{Hg} gh + p_C$ dove p_c=0 poiché nella provetta era praticato il vuoto

Nel tratto **AB** in orizzontale non v'è differenza di pressione per cui: $p_A = p_B$

Combinando le equazioni si calcola la pressione atmosferica che incide nel punto A

$p_{atm} = p_A = p_B = \rho_{Hg} gh$ da cui l'altezza della colonna $h = \dfrac{p_{atm}}{\rho_{Hg} g} = \dfrac{101300 \frac{kg}{m \cdot s^2}}{13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.8 \frac{m}{s^2}} = 0.76m$