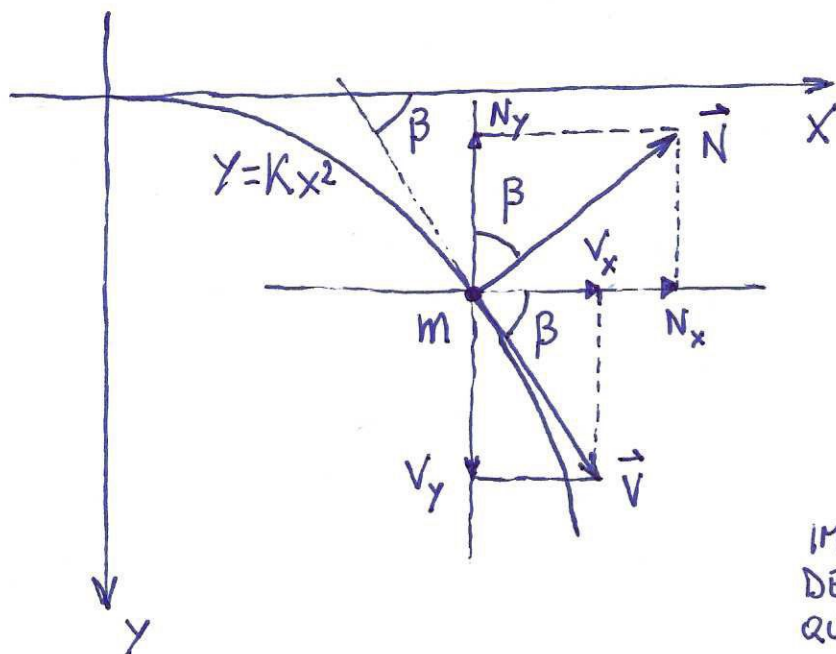




SE $y = Kx^2$, $\frac{dy}{dx} = 2Kx$ ①

MA (VEDI FIGURA)

$\tan \beta = \frac{dy}{dx}$ ① $\tan(\beta) = 2Kx \rightarrow$

$\rightarrow \beta = \arctan(2Kx)$ ②

IMPOSTANDO LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA, IN QUANTO NON SONO PRESENTI ATRITI:

$\frac{1}{2}mV^2 = mgy$ $V = \sqrt{2gy} = \sqrt{2gKx^2}$

ORA $V_x = V \cos(\beta)$ ② $V \cos(\arctan(2Kx))$ E USANDO L'IDENTITA' $\cos(\arctan(z)) = \frac{1}{\sqrt{1+z^2}}$

$V_x = \sqrt{2gKx^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1+(2Kx)^2}} = \sqrt{\frac{2gKx^2}{1+4K^2x^2}}$

QUINDI $a_x = \frac{dV_x}{dx} \frac{dx}{dt} = V_x \frac{dV_x}{dx} = \frac{1}{2} \frac{d}{dx} V_x^2 = \frac{1}{2} \frac{4gKx(1+4K^2x^2) - 2gKx^2(8K^2x)}{(1+4K^2x^2)^2} =$
 $= \frac{2gKx + 8gK^3x^3 - 8gK^3x^3}{(1+4K^2x^2)^2} \Rightarrow a_x = \frac{2gKx}{(1+4K^2x^2)^2}$

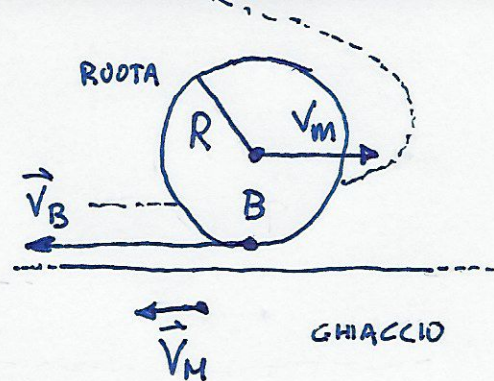
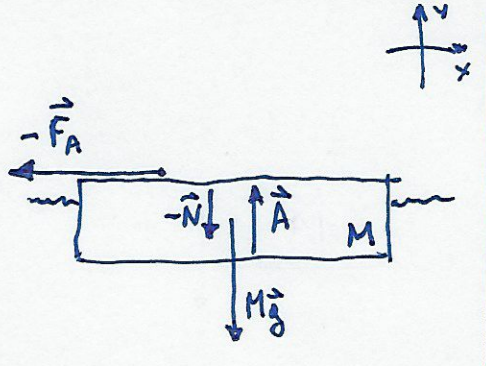
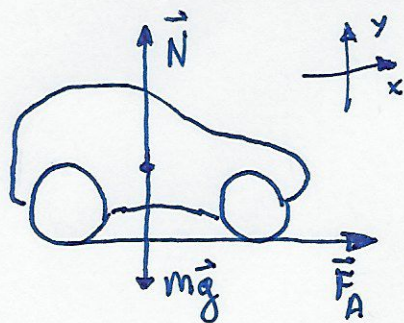
MA VISTO CHE N_x E' L'UNICA FORZA CHE AGISCE LUNGO X

$N_x = ma_x = \frac{2mgKx}{(1+4K^2x^2)^2}$

DALLA FIGURA SI NOTA CHE $\frac{N_x}{-N_y} = \tan(\beta) = 2Kx$ [N_y E' NEGATIVA]

PER CUI

② $N_y = \frac{-N_x}{2Kx} = \frac{-mg}{(1+4K^2x^2)^2}$



SIANO $\vec{v}_m$ E $\vec{v}_M$ LE VELOCITA' DI m E M . $\vec{v}_B$ E' LA VELOCITA' DEL PUNTO B DELLO PNEUMATICO CHE E' ISTANTANEAMENTE AL CONTATTO COL GHIACCIO. DETTA ω LA VELOCITA' ANGOLARE SI HA $v_B = \omega R - v_m$ (I VERSI DELLE VELOCITA' SONO SPECIFICATI IN FIGURA).

PER CONSERVAZIONE DELLA QUANTITA' DI MOTO SU x SI HA SEMPRE:
 $m v_m = M v_M \rightarrow v_M = \frac{m}{M} v_m$ E ANCHE $m a_m = M a_M \rightarrow a_M = \frac{m}{M} a_m$
FASE DI SLITTAMENTO SI HA $F_A = \mu_D N = \mu_D mg$ COSTANTE: MOTO UNIF. ACC.

QUINDI $a_m = \mu_D g$, $a_M = \frac{m}{M} \mu_D g$, $v_m = \mu_D g t$, $v_M = \frac{m}{M} \mu_D g t$ E ANCHE

$$K_{\text{sis}} = \frac{1}{2} m v_m^2 + \frac{1}{2} M v_M^2 = \frac{1}{2} m \left(1 + \frac{m}{M}\right) \mu_D^2 g^2 t^2, \quad \frac{dK_{\text{sis}}}{dt} = m \left(1 + \frac{m}{M}\right) \mu_D^2 g^2 t$$

PER IL TEOREMA DELLE FORZE VIVE SI DEVE AVERE:

E DERIVANDOLO RISP. AL TEMPO

$$W_{\text{TOT}} = W_{\text{MOTORE}} + W_{\text{ATTRITO}} = \Delta K$$

$$P_{\text{TOT}} = P_{\text{MOTORE}} + P_{\text{ATTRITO}} = dK/dt \quad (1)$$

DOVE $P_{\text{MOTORE}} = P$ $P_{\text{ATTRITO}} = -F_A v_{\text{RELATIVA}} = -F_A (v_B - v_m) = -\mu_D mg (\omega R - \mu_D (1 + \frac{m}{M}) g t) \quad (2)$

QUINDI LA (1) DIVENTA $P - \mu_D mg \omega R + \mu_D^2 mg^2 (1 + \frac{m}{M}) t = m (1 + \frac{m}{M}) \mu_D^2 g^2 t$

CIOE' $\omega = \frac{P}{\mu_D mg R}$ CHE E' COSTANTE. LO SLITTAMENTO FINISCE QUANDO:

$v_{\text{RELATIVA}} = 0 \rightarrow t = T \rightarrow \omega R - \mu_D (1 + \frac{m}{M}) g T = 0 \quad T = \frac{\omega R}{\mu_D g (1 + \frac{m}{M})} = \frac{P}{\mu_D^2 g^2 m (1 + \frac{m}{M})}$

FASE SUCCESSIVA ALLO SLITTAMENTO $t > T$

SI HA ORA ATTRITO STATICO (LO VERIFICHEREMO) FRA RUOTE E GHIACCIO. E LA FORZA D'ATTRITO F_A E' INCOGNITA, E NON DISSIPA POTENZA. LA (1) QUINDI ORA DIVENTA

$$P = \frac{dK_{\text{sis}}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m v_m^2 + \frac{1}{2} M v_M^2 \right) = m v_m a_m + M v_M a_M = m \left(1 + \frac{m}{M}\right) v_m a_m$$

MA $m a_m = F_A$ QUINDI SOSTITUENDO: $P = F_A \left(1 + \frac{m}{M}\right) v_m$ E QUINDI

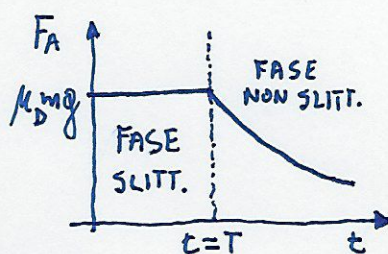
$F_A = \frac{P}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) v_m} \quad (3)$ VALUTIAMO F_A INIZIALE, PER $t = T$. PER v_m USIAMO $F_A(t) = \frac{P}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) v_m(t)} = \frac{P}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) \mu_D g T} =$

$= \frac{P}{\left(1 + \frac{m}{M}\right) \mu_D g} \frac{\mu_D^2 g^2 m (1 + \frac{m}{M})}{P} = \mu_D mg < \mu_S mg$ (VERIFICA FATTA)

QUINDI PER $t = T$ LA F_A VALE ESATTAMENTE COME NELLA FASE DI SLITTAMENTO, MA L'ATTRITO E' DIVENTATO STATICO. SUCCESSIVAMENTE v_m CONTINUA AD AUMENTARE, QUINDI LA FORZA D'ATTRITO DIMINUISCE: VEDI EQUAZIONE (3)

MA $F_A = m a_m$ QUINDI LA MACCHINA ACCELERA

MENO RISPETTO A PRIMA



CALCOLIAMO PRIMA DI TUTTO LE RESISTENZE TERMICHE DELLA PARETE DI PIETRA, DEL LEGNO E DELLA COMBINAZIONE DEI DUE

$$R_P = \frac{0,3 \text{ m}}{1,8 \text{ W/mK} \cdot 400 \text{ m}^2} = \frac{1}{2400} \frac{\text{K}}{\text{W}} = 4,167 \cdot 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_L = \frac{0,02 \text{ m}}{0,1 \text{ W/mK} \cdot 400 \text{ m}^2} = \frac{1}{2000} \frac{\text{K}}{\text{W}} = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$\text{QUINDI } R_{P+L} = R_P + R_L = \frac{11}{12000} \frac{\text{K}}{\text{W}} = 9,167 \cdot 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

QUINDI LA POTENZA TERMICA DISSIPATA NEI DUE CASI SARÀ

$$P_P = \frac{\Delta T}{R_P} = 22 \text{ K} \cdot 2400 \frac{\text{W}}{\text{K}} = 52'800 \text{ W}$$

$$P_{P+L} = \frac{\Delta T}{R_{P+L}} = 22 \text{ K} \cdot \frac{12000 \text{ W}}{11 \text{ K}} = 24'000 \text{ W}$$

SI HA QUINDI UNA POTENZA RISPARMIATA $P_R = P_P - P_{P+L} = 28'800 \text{ W}$

PORTIAMO IL POTERE CALORIFICO IN MKS $\gamma = 11'500 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 48,116 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

CI INTERESSA CALCOLARE IL RISPARMIO IN €/s, MA

$$\frac{\text{€}}{\text{s}} = \frac{\text{€}}{\text{lt}} \frac{\text{lt}}{\text{kg}} \frac{\text{kg}}{\text{J}} \frac{\text{J}}{\text{s}} \Rightarrow \frac{d\text{€}_R}{dt} = 0,9 \frac{\text{€}}{\text{lt}} \cdot \frac{1}{0,52 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}} \cdot \frac{1}{48,116 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} \cdot 28'800 \text{ W}$$

$$\frac{d\text{€}_R}{dt} \approx 1,036 \cdot 10^{-3} \frac{\text{€}}{\text{s}} \text{ RISPARMIATI}$$

LA SPESA DEL RIVESTIMENTO È $\$ = (400 \text{ m}^2 \times 0,02 \text{ m}) 600 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} + 4000 \text{ €}$

$\$ = 8960 \text{ €}$ - SI ARRIVA AL PAREGGIO IN UN TEMPO T

$$\text{TALE CHE } T \cdot \frac{d\text{€}_R}{dt} = \$, \quad T = \frac{8960 \text{ €}}{1,036 \cdot 10^{-3} \text{ €/s}} \approx 8,649 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$T \approx 100 \text{ giorni}$$

PER LA TEMPERATURA ALLA SUPERFICIE D'INTERFACCIA SI HA

$$T_{PL} = T_{\text{INTERNO}} - P_{P+L} R_L = 20^\circ\text{C} - 24'000 \text{ W} \cdot \frac{1}{2000} \frac{\text{K}}{\text{W}} =$$

$$T_{PL} = 20^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C}$$