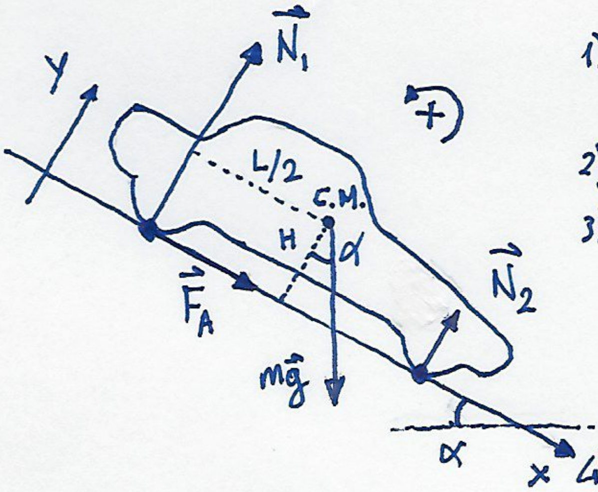


1) ANALIZZIAMO IL SISTEMA FISICO COSTITUITO DA <u>TUTTA</u> L'AUTOMOBILE.

2) DIAGRAMMA DI CORPO LIBERO (FIGURA)

3) LA FORZA D'ATTRITO SULLA RUOTA POSTERIORE È LA SPINTA DI PROPULSIONE

SULLA RUOTA ANTERIORE NON C'È ATTRITO PERCHÉ IL SUO MOMENTO D'INERZIA È ZERO E $M = I\alpha = 0$

4) SCRIVIAMO $\vec{F} = m\vec{a}$ SU X E Y E $M_z = 0$

$$\begin{cases} N_1 + N_2 - mg\cos\alpha = 0 \\ F_A + mg\sin\alpha = ma \\ \frac{L}{2}N_2 - \frac{L}{2}N_1 + F_A H = 0 \end{cases}$$

DALLA ~~PRIMA~~ SECONDA EQ SI NOTA CHE $\forall\alpha$ L'ACCELERAZIONE SARÀ MASSIMA SE SI MASSIMIZZA F_A

RICAVIAMO TUTTO IN FUNZIONE DI F_A

$$\begin{cases} F_A = m(a - g\sin\alpha) \quad \star \\ N_1 = \frac{mg\cos\alpha}{2} + \frac{F_A H}{L} \\ N_2 = \frac{mg\cos\alpha}{2} - \frac{F_A H}{L} \end{cases}$$

E CERCHIAMO PER QUALI VALORI DI F_A SONO <u>SODDISFATTE</u> LE CONDIZIONI 1) E 2) DEL TESTO

1) QUESTA SI SCRIVE

$F_A \leq \mu_S N_1$ SOSTITUIAMO N_1

$$F_A \leq \frac{\mu_S mg\cos\alpha}{2} + F_A \frac{\mu_S H}{L}$$

$$F_A\left(1 - \frac{\mu_S H}{L}\right) \leq \frac{\mu_S mg\cos\alpha}{2} \quad (1)$$

NOTIAMO CHE SE

$$1 - \frac{\mu_S H}{L} \leq 0 \Rightarrow \mu_S \geq \frac{L}{H}$$

LA CONDIZIONE 1) È SODDISFATTA, ESSA QUINDI NON È IL LIMITE

2) PER NON IMPENNARE LA RUOTA ANTERIORE NON DEVE STACCARSI DAL SUOLO. QUINDI

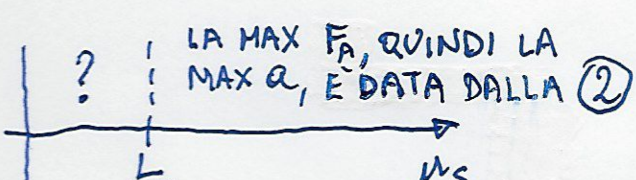
$N_2 \geq 0$ CIOÈ

$$\frac{mg\cos\alpha}{2} - \frac{F_A H}{L} \geq 0$$

$$\frac{mg\cos\alpha}{2} \geq \frac{F_A H}{L}$$

$$F_A \leq \frac{mgL\cos\alpha}{2H} \quad (2)$$

QUINDI, PER ORA CONCLUDIAMO CHE SI HA, IN FUNZIONE DI μ_S



NELLA REGIONE ? SCONOSCIUTA DOBBIAMO ANCORA CONFRONTARE LA (1) E LA (2). LA (1) È PIÙ STRINGENTE, E QUINDI È IL LIMITE MAX AD F_A SE

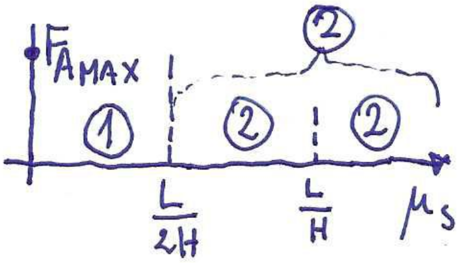
$F_{A\,MAX (1)} < F_{A\,MAX (2)}$ QUINDI

① ②

$$\frac{\mu_s \cancel{mg}\cancel{\cos\alpha}}{\cancel{2}\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right)} < \frac{\cancel{mg}L\cancel{\cos\alpha}}{\cancel{2}H} \Rightarrow \mu_s < \frac{L}{H}\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right) \Rightarrow \mu_s < \frac{L}{H}-\mu_s$$

$$2\mu_s < \frac{L}{H} \Rightarrow \mu_s < \frac{L}{2H}$$

CONCLUDENDO, ORA CONOSCIAMO LA $F_{A_{MAX}}$ $\forall\ \mu_s$



DOVE
$$F_{A_{MAX}}① = \frac{\mu_s g\cos\alpha}{2\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right)}$$
$$F_{A_{MAX}}② = \frac{mgL\cos\alpha}{2H}$$

USANDO L'EQUAZIONE ★ CALCOLIAMO ORA L'ACCELERAZIONE MASSIMA NEI DUE CASI, SAPENDO CHE ESSA SI AVRÀ PER F_A MASSIMA, PARI AD $F_{A_{MAX}}$① PER $\mu_s < \frac{L}{2H}$ ED $F_{A_{MAX}}$② PER $\mu_s > \frac{L}{2H}$

1) $$\frac{\mu_s \cancel{m} g\cos\alpha}{2\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right)} = \cancel{m}(a_1 - g\sin\alpha)$$

$$a_1 = g\left(\sin\alpha + \frac{\mu_s\cos\alpha}{2\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right)}\right)$$

DERIVANDO RISPETTO AD α E PONENDO $=0$ SI TROVA L'ANGOLO α_1 PER IL QUALE a_1 È MASSIMA

$$\cos\alpha_1 - \frac{\mu_s\sin\alpha_1}{2\left(1-\frac{\mu_s H}{L}\right)} = 0$$

$$tg\,\alpha_1 = 2\left(\frac{1}{\mu_s} - \frac{H}{L}\right)$$ [VALIDO PER $\mu_s < \frac{L}{2H}$]

~ ~ ~ ~ ~

2) $$\frac{\cancel{m}gL\cos\alpha}{2H} = \cancel{m}(a_2 - g\sin\alpha)$$

$$a_2 = g\left(\frac{L}{2H}\cos\alpha + \sin\alpha\right)$$

DERIVANDO RISPETTO AD α E PONENDO $=0$ SI TROVA L'ANGOLO α_2 PER IL QUALE a_2 È MASSIMA

$$-\frac{L}{2H}\sin\alpha_2 + \cos\alpha_2 = 0$$

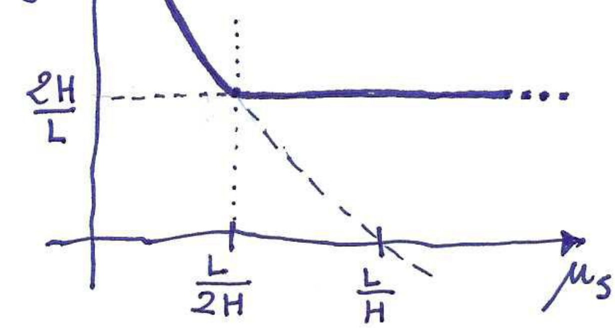
$$tg\,\alpha_2 = \frac{2H}{L}$$ [VALIDO PER $\mu_s > \frac{L}{2H}$]

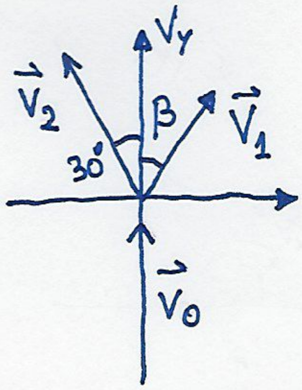
~ ~ ~ ~ ~

QUINDI ABBIAMO DETERMINATO L'ANGOLO CHE RENDE MASSIMA L'ACCELERAZIONE POSSIBILE

$$tg\,\alpha = \begin{cases} \left(2\left(\frac{1}{\mu_s} - \frac{H}{L}\right)\right) & \text{PER } \mu_s < \frac{L}{2H} \\ \frac{2H}{L} & \text{PER } \mu_s > \frac{L}{2H} \end{cases}$$

PER IL GRAFICO, $tg\,\alpha_1$ È UN'IPERBOLE MENTRE $tg\,\alpha_2$ È UNA COSTANTE





FATTO IL DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ, CHIAMANDO $\vec{V}_1$ E $\vec{V}_2$ LE VELOCITÀ DI m_1 E m_2 DOPO L'URTO, SCRIVIAMO LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA PERCHÈ L'URTO È ELASTICO E LA CONSERVAZIONE DI P_x E P_y PERCHÈ NON AGISCONO FORZE (IMPULSIVE) ESTERNE

$$\begin{cases} \cancel{\frac{1}{2}} m_2 V_0^2 = \cancel{\frac{1}{2}} m_1 V_1^2 + \cancel{\frac{1}{2}} m_2 V_2^2 & (1) \\ m_1 V_1 \sin\beta = m_2 V_2 \sin 30° & (2) \\ m_2 V_0 = m_1 V_1 \cos\beta + m_2 V_2 \cos 30° & (3) \end{cases}$$

[PER ORA USIAMO ANGOLI IN GRADI]

MOLTIPLICHIAMO LA (2) PER $\cos 30°$
MOLTIPLICHIAMO LA (3) PER $\sin 30°$
E RIORDINIAMO I TERMINI

$$\begin{cases} m_2 V_2 \sin 30° \cos 30° = m_1 V_1 \sin\beta \cos 30° & (2.1) \\ m_2 V_2 \sin 30° \cos 30° = -m_1 V_1 \cos\beta \sin 30° + m_2 V_0 \sin 30° & (2.2) \end{cases}$$

MA SE A=B
E A=C ALLORA
B=C

$$m_1 V_1 (\sin\beta \cos 30° + \cos\beta \sin 30°) = m_2 V_0 \sin 30°$$

$$m_1 V_1 \sin(\beta + 30°) = m_2 V_0 \sin 30° \Rightarrow V_1 = \frac{m_2}{m_1} \frac{V_0 \sin 30°}{\sin(\beta+30°)}$$

DALLA (2) SI HA $V_2 = \frac{m_1}{m_2} V_1 \frac{\sin\beta}{\sin 30°} \Rightarrow V_2 = \frac{V_0 \sin\beta}{\sin(\beta+30°)}$

SOSTITUIAMO V_1 E V_2 NELLA EQUAZIONE (1)

$$\cancel{m_2} \cancel{V_0^2} = \cancel{m_1} \frac{m_2^{\cancel{2}}}{m_1^{\cancel{2}}} \frac{\cancel{V_0^2} \sin^2 30°}{\sin^2(\beta+30°)} + \frac{\cancel{m_2} \cancel{V_0^2} \sin^2\beta}{\sin^2(\beta+30°)}$$

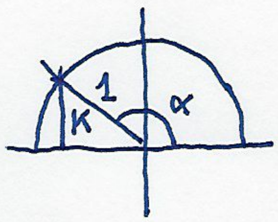
$$m_1 \sin^2(\beta+30°) = m_2 \sin^2 30° + m_1 \sin^2\beta \Rightarrow m_1 \left(\sin^2(\beta+30) - \sin^2\beta\right) = m_2 \sin^2 30°$$

ORA PASSIAMO IN RADIANTI. $30° = \frac{\pi}{6}$. RICORDIAMO L'IDENTITÀ NEL TESTO.

$$\frac{m_1}{2} \sin\left(2\beta + \frac{\pi}{6}\right) = m_2 \sin^2 \frac{\pi}{6} \Rightarrow \sin\left(2\beta + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{m_2}{2m_1}$$

[ECCO PERCHÈ $m_2 \le 2m_1$]

ORA CI VUOLE UN PO' DI ATTENZIONE PERCHÈ $\beta \geq 30°$ QUINDI $2\beta + \frac{\pi}{6} \geq \frac{\pi}{2}$ E PER UN ANGOLO NEL 2° QUADRANTE



SE $\sin\alpha = k$
ALLORA
$\alpha = \pi - \arcsin k$

QUINDI $2\beta + \frac{\pi}{6} = \pi - \arcsin\left(\frac{m_2}{2m_1}\right)$

$$\beta = \frac{5}{12}\pi - \frac{1}{2}\arcsin\left(\frac{m_2}{2m_1}\right)$$

PERCHÈ UNA TRASFORMAZIONE SIA REVERSIBILE È NECESSARIO CHE GLI SCAMBI DI CALORE AVVENGANO TRA CORPI LA CUI DIFFERENZA DI TEMPERATURA È INFINITESIMA.

IL GAS SCAMBIA CALORE COL GHIACCIO QUINDI ANCHE ESSO SI TROVA A 0°C.

LA COMPRESSIONE È PERCIÒ ISOTERMA.

CALCOLIAMO IL LAVORO FATTO DAL GAS

$$W = -\int_{V_0}^{V_1} P\,dV = -nRT_0 \int_{V_0}^{V_1} \frac{dV}{V} = -nRT_0 \ln\left(\frac{V_1}{V_0}\right) = nRT_0 \ln\left(\frac{V_0}{V_1}\right)$$

IL GAS OVVIAMENTE CEDE CALORE AL GHIACCIO

$$Q = -L_f m$$

IL GAS RIMANE A 0°C, QUINDI $\Delta U = 0$

APPLICHIAMO IL 1° PRINCIPIO AL GAS

$$\frac{L_f m}{nRT_0} = \ln\left(\frac{V_0}{V_1}\right) \Rightarrow e^{\frac{L_f m}{nRT_0}} = \frac{V_0}{V_1} \Rightarrow V_1 = V_0\, e^{-\frac{L_f m}{nRT_0}}$$

ORA, $V_0 = \frac{nRT_0}{P_0}$ E $n = 1$

$$V_1 = \frac{RT_0}{P_0}\, e^{-\frac{L_f m}{RT_0}} \approx 1.2\ 10^{-3}\ m^3$$