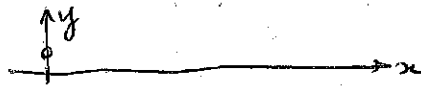


Distance d'arrêt.



Pendant $\Delta t_1 = 1 \text{ s}$ temps de réaction : mvt rectiligne uniforme

$$\dot{x} = v_0 = 90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$v_0 = \frac{d_1}{\Delta t_1}$$

$$\Leftrightarrow d_1 = v_0 \cdot \Delta t_1 = \frac{90 \cdot 10^3}{3600} \times 1 = \frac{900}{36} = \frac{100}{4} = \underline{\underline{25 \text{ m}}}$$

phase 1 $t \in [0, \Delta t_1]$.

phase 2 $t > \Delta t_1$ mvt rectiligne (uniformément accéléré)
↳ démontré (*)

syst { pneu } étudié ds Rr galiléen.

Bdf: $\vec{R} = \vec{N} + \vec{T}$ PFD: $m\vec{a} = \vec{R} + \vec{P}$

$$(0x): m\ddot{x} = T_x \quad (1)$$

$$(0y): 0 = -mg + N \quad (2)$$

si roues bloquées pneu glisse sur asphalte selon $+\vec{e}_x$: $\vec{v}_g = \dot{x}\vec{e}_x$
 $\dot{x} > 0$.

loi de Coulomb: $\begin{cases} T_x < 0 \\ |T_x| = f \cdot N \end{cases} \Rightarrow T_x = -f \cdot N$

$$\Leftrightarrow T_x = -f \cdot mg \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow m\ddot{x} = -fmg$$

$$\ddot{x} = -fg \text{ car } \Rightarrow \dot{x} = -fgt' + C \Rightarrow x(t) = -fg \frac{t'^2}{2} + v_0 t' + x_1$$

(*) $\dot{x}(0) = v_0$

avec $t' = t - \Delta t_1$

$$x_1 = d_1$$

on cherche t'_2 ta $\dot{x}(t'_2) = 0 \Leftrightarrow t'_2 = \frac{v_0}{fg}$

$$\Rightarrow d_2 = x(t'_2) = -fg \frac{v_0^2}{2fg^2} + v_0 \frac{v_0}{fg} + d_1$$

$$\Leftrightarrow d_2 = \frac{v_0^2}{2fg} + d_1$$

$d_2 \leq 50 \text{ m}$ avec $v_0 = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $\approx 53 \text{ m}$ $f = 0,6$
 $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Rq: avec

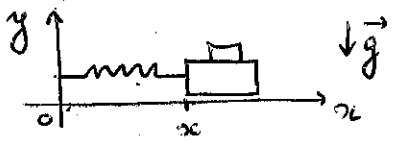
le TEC $\Delta E_c = W^{\text{ext}} = \int_{\Delta t_1}^{\Delta t_1 + \Delta t_2} (\vec{P} + \vec{N} + \vec{T}) \cdot d\vec{l} = \int_{t=0}^{t'_2} -fmg \cdot dx = -fmg \cdot d'_2$

et $\Delta E_c = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 \Leftrightarrow + \frac{1}{2} m v_0^2 = + fmg d'_2$

$$d'_2 = \frac{v_0^2}{2fg}$$

Roule horizontal

• $\{M+m\}$ ds R_T galiléen
solide pour la cdté de non-glisst



Bdf:
$$\begin{cases} \vec{P} = -(M+m)g \vec{u}_y \\ \vec{R}_{sol} = \vec{N}_{sol} = N_{sol} \cdot \vec{u}_y \\ \vec{F}_r = -k(l - l_0) \vec{u}_x \\ = -k(x - l_0) \vec{u}_x \end{cases}$$

PPO:
$$(m+m) \frac{d^2x}{dt^2} \vec{u}_x = \vec{P} + \vec{R}_{sol} + \vec{F}_r$$

selon (Oy) : $N_{sol} = (M+m)g$

(Ox) :
$$\ddot{x} + \frac{k}{M+m} x = \frac{k}{M+m} l_0 \quad \text{solé} \quad \left\{ \begin{array}{l} x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ \text{amplitude} > 0. \end{array} \right.$$

• $\{m\}$ ds $R_{chariot}$ non galiléen
en translatee rechligne non uniforme / \vec{a} R_T galiléen.

Bdf:
$$\begin{array}{l} \vec{P}' = -mg \vec{u}_y \\ \vec{R} = \vec{N} + \vec{T} = N \vec{u}_y + T_x \vec{u}_x \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} \vec{F}_e = -m \vec{a}_e = -m \ddot{x} \vec{u}_x \\ = \omega_0^2 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \vec{u}_x \\ = \frac{m k}{M+m} X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \vec{u}_x \end{array} \right.$$

hyp: le cube ne glisse pas sur le chariot: $\vec{a}_{/R_c} = \vec{0}$

PFO:
$$\vec{0} = -mg \vec{u}_y + N \vec{u}_y + T_x \vec{u}_x + \frac{m k}{M+m} X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \vec{u}_x$$

selon (Oy) : $N = mg$

(Ox) : $0 = T_x + \frac{m k}{M+m} X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

cdté de validité de l'hyp: loi de Coulomb pour le non glisst: $\|\vec{T}\| \leq \mu \|\vec{N}\|$

soit $|T_x| \leq \mu \cdot N$

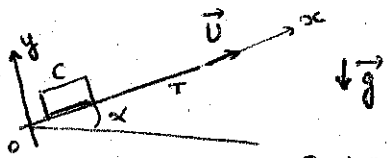
$\forall t \quad \left| -\frac{m k}{M+m} X_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \right| \leq \mu \cdot mg$

$\Rightarrow \frac{k}{M+m} X_m \leq \mu g \frac{N \cdot \cos(\dots)}{N \cdot \cos(\dots)}$

$\Rightarrow \boxed{X_m \leq \frac{\mu g (M+m)}{k}} = \frac{\mu g}{\omega^2}$

amplitude max
en dessous de laquelle
le cube ne glisse pas

Entraînement d'un carton sur un tapis roulant.



solides C et T en transl. / à $R_{\text{terrestre}} = R_t$

1). $\vec{v}_{g_{C/T}} = \vec{v}(C)_{/R_t} - \vec{v}(T)_{/R_t} = \vec{v}(C)_{/R_t} - U \vec{u}_x$

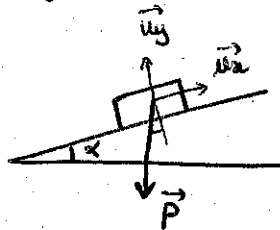
à $t=0$ $\vec{v}(C)_{/R_t} = \vec{0}$ (carton déposé sur le tapis sans vitesse initiale / à R_t)

⇒ $\vec{v}_{g_{C/T}} = -U \vec{u}_x \neq \vec{0}$, à $t=0$ C glisse sur T selon $-\vec{u}_x$.

2). Analyser $\{C\}$ ds R_T en TRU / à $R_{\text{terrestre}}$ gal.
L gal.

Psf: $\vec{P} = -mg (\cos \alpha \vec{u}_y + \sin \alpha \vec{u}_x)$

$\vec{R} = N \vec{u}_y + T_x \vec{u}_x$



PFD: $m \vec{a}(C)_{/R_t} = \vec{P} + \vec{R}$

(Ox): $m \ddot{x} = -mg \sin \alpha + T_x$

(Oy): $0 = -mg \cos \alpha + N$

⊕ loi de Coulomb de gliss. de C sur T selon $-\vec{u}_x$:
 $T_x > 0$ (19: $T_z = 0$).

$T_x = \|\vec{T}\| = f \cdot \|\vec{N}\| \Rightarrow m \ddot{x} + mg \sin \alpha = f mg \cos \alpha$

avec $\ddot{x} = g(f \cos \alpha - \sin \alpha) = \text{cte}$

$\dot{x} = g(f \cos \alpha - \sin \alpha)t + \frac{\dot{x}(0)}{-U}$

⇒ $\dot{x} = g(f \cos \alpha - \sin \alpha)t - U$

Validité de l'hyp. de gliss. de C sur T selon $-\vec{u}_x$:

$\dot{x} < 0 \Leftrightarrow g(f \cos \alpha - \sin \alpha)t < U$

⇒ $t < \frac{U}{g(f \cos \alpha - \sin \alpha)} = \frac{U}{g \cos \alpha (f - \tan \alpha)} = t_1$
> 0 d'ap. l'énoncé.

la phase de gliss. de C sur T selon $-\vec{u}_x$ a lieu pour $t \in [0, t_1[$

3) Pour $t \geq t_1$, C ne glisse pas sur T

(Oy) $N = mg \cos \alpha$

(Ox) $T_x = mg \sin \alpha$

PFD ds R_T : $\vec{0} = \vec{P} + \vec{R}$

Condition de validité du non-gliss. → loi de Coulomb

$\|\vec{T}\| \leq f \|\vec{N}\|$

⇒ $mg \sin \alpha \leq f mg \cos \alpha$

⇒ $\tan \alpha \leq f$ cette vérifiée

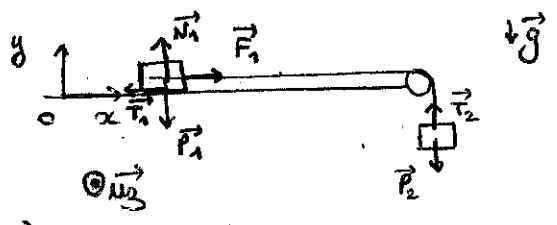
2^e et dernière phase du mvt: C ne glisse pas sur T pour $t \geq t_1$



Mesure des coeff de frotts statiq et dynamiq.

1) Syst $\{S_2\}$ ds R_T gal.

Bdf: $\vec{P}_2 = -M_2 g \vec{u}_y$
 $\vec{F}_2 = F_2 \vec{u}_y$



PPD: $M_2 \vec{a}_2 = (-M_2 g + F_2) \cdot \vec{u}_y$ (II)

Pour $M_2 < M_{2,lim}$ $\vec{a}_2 = \vec{0}$ puisque S_1 fixe et fil inextensible

ainsi $F_2 = M_2 g$ (II.a)

Syst $\{S_1\}$ ds R_T gal.

Bdf: $\vec{P}_1 = -M_1 g \vec{u}_y$
 $\vec{R}_1 = N_1 \vec{u}_y + T_{1x} \vec{u}_x + T_{1z} \vec{u}_z$
 $\vec{F}_1 = F_1 \vec{u}_x$ pour [un fil idéal] $F_1 = F_2$ (*)
une poulie idéale

PPD: $M_1 \vec{a}_1 = (-M_1 g + N_1) \vec{u}_y + (T_{1x} + F_1) \vec{u}_x + T_{1z} \vec{u}_z$ (I)

Pour $M_2 < M_{2,lim}$ $\vec{a}_1 = \vec{0}$

selon (0y): $N_1 = M_1 g$ (I.a)

(0x): $M_1 \ddot{x}_1 = T_{1x} + F_1 = 0$ (I.b)

(0z): $T_{1z} = 0$

Validité hyp non gliss: loi de Coulomb: $\|\vec{T}_1\| \leq f_s \cdot \|\vec{N}_1\|$

(e) $F_1 \leq f_s M_1 g$
 (e) $F_2 \leq f_s M_1 g$
 (e) $M_2 g \leq \frac{f_s M_1 g}{M_{2,lim}}$
 (II.a)

Connaissant $M_{2,lim}$ et M_1 , on a $f_s = \frac{M_{2,lim}}{M_1}$

2) Si $M_2 > M_{2,lim}$ alors S_1 glisse selon +x

$T_{1x} < 0$
 $|T_{1x}| = f_d \cdot \|\vec{N}_1\|$

(e) $T_{1x} = -f_d \cdot M_1 g$ (I.a)

$\Rightarrow M_1 \ddot{x}_1 = -f_d M_1 g + F_1 = -f_d M_1 g + F_2$ (*) (I.b)

S_1 glisse selon $+\vec{u}_x$ } S_2 se déplace selon $-\vec{u}_y$ avec $\vec{a}_1 = \ddot{x}_1 \vec{u}_x$
 fil inextensible } $\vec{a}_2 = \ddot{y}_2 \vec{u}_y$ tel que $\ddot{y}_2 = -\ddot{x}_1 \rightarrow$ (fil inextensible)

(II) selon (0y): $M_2 \ddot{y}_2 = -M_2 g + F_2 \Leftrightarrow -M_2 \ddot{x}_1 = -M_2 g + F_2 \Leftrightarrow F_2 = M_2 (g - \ddot{x}_1)$

dans (*) $M_1 \ddot{x}_1 = -f_d M_1 g + M_2 (g - \ddot{x}_1) \Leftrightarrow (M_1 + M_2) \ddot{x}_1 = -f_d M_1 g + M_2 g = \text{cste}$

$\Leftrightarrow -(M_1 + M_2) \ddot{x}_1 + M_2 g = f_d M_1 g$

(e) $f_d = \frac{M_2}{M_1} - \frac{M_1 + M_2}{M_1} \frac{\ddot{x}_1}{g}$