

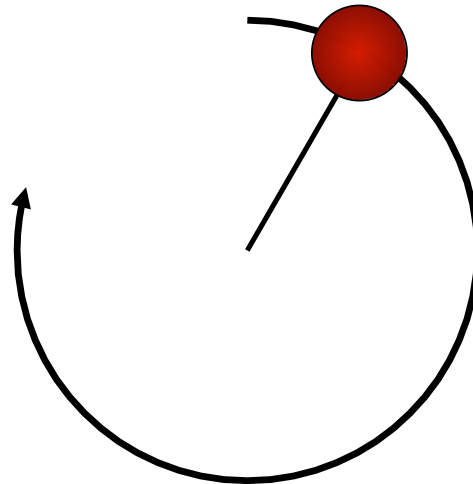
LE MOUVEMENT CURVILIGNE



PGC-03

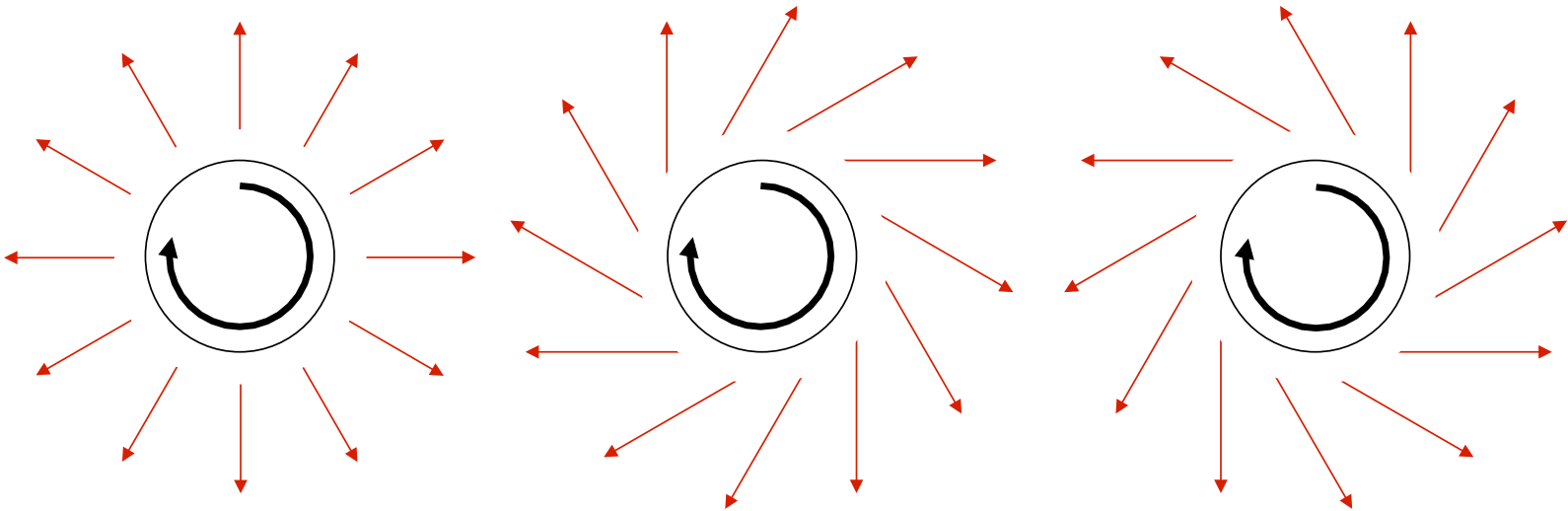
MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME

Quelle accélération subit un corps en mouvement circulaire uniforme ?



MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME

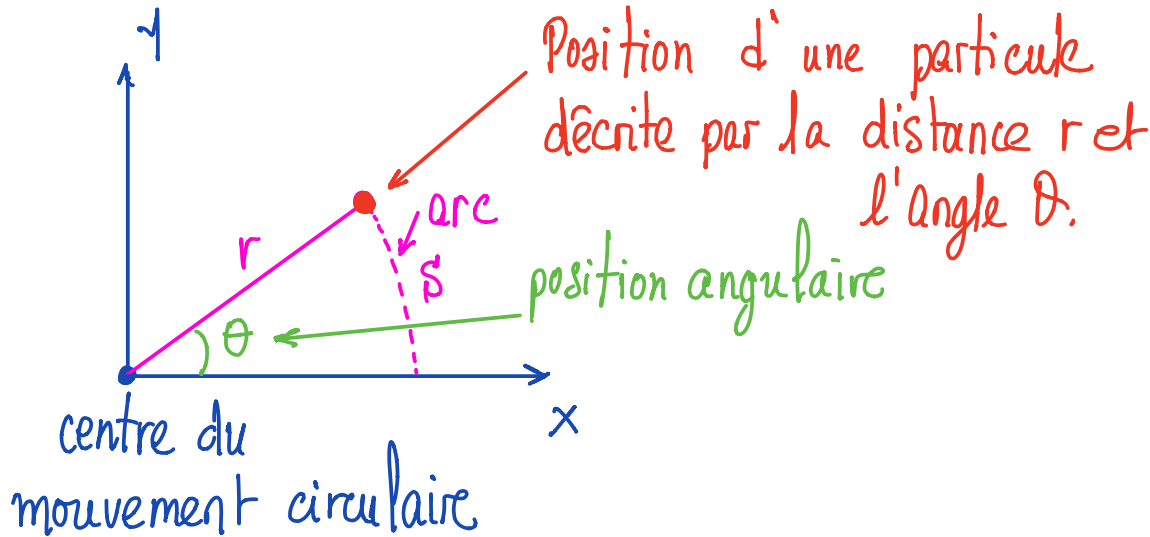
Quelle accélération subit un corps en mouvement circulaire uniforme ?



MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME

$$\theta \equiv \frac{s}{r} \text{ radian}$$

circle entier $\theta = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ rads}$



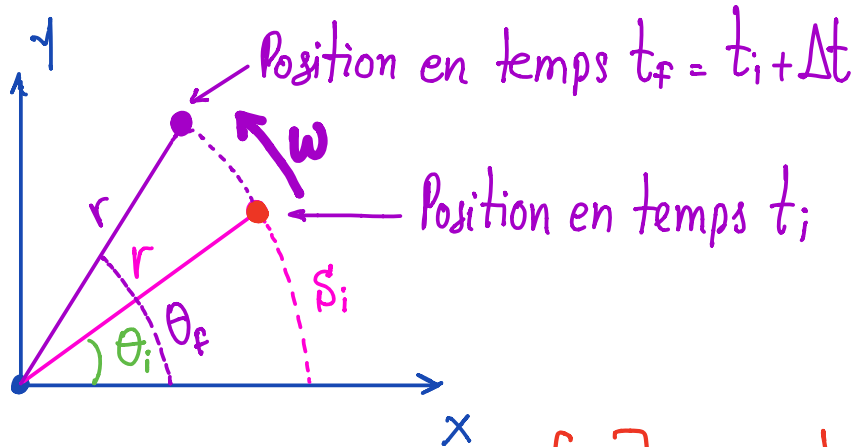
MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME

$$s = r\theta \Rightarrow \Delta s = r \Delta \theta$$

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = r \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

\Rightarrow

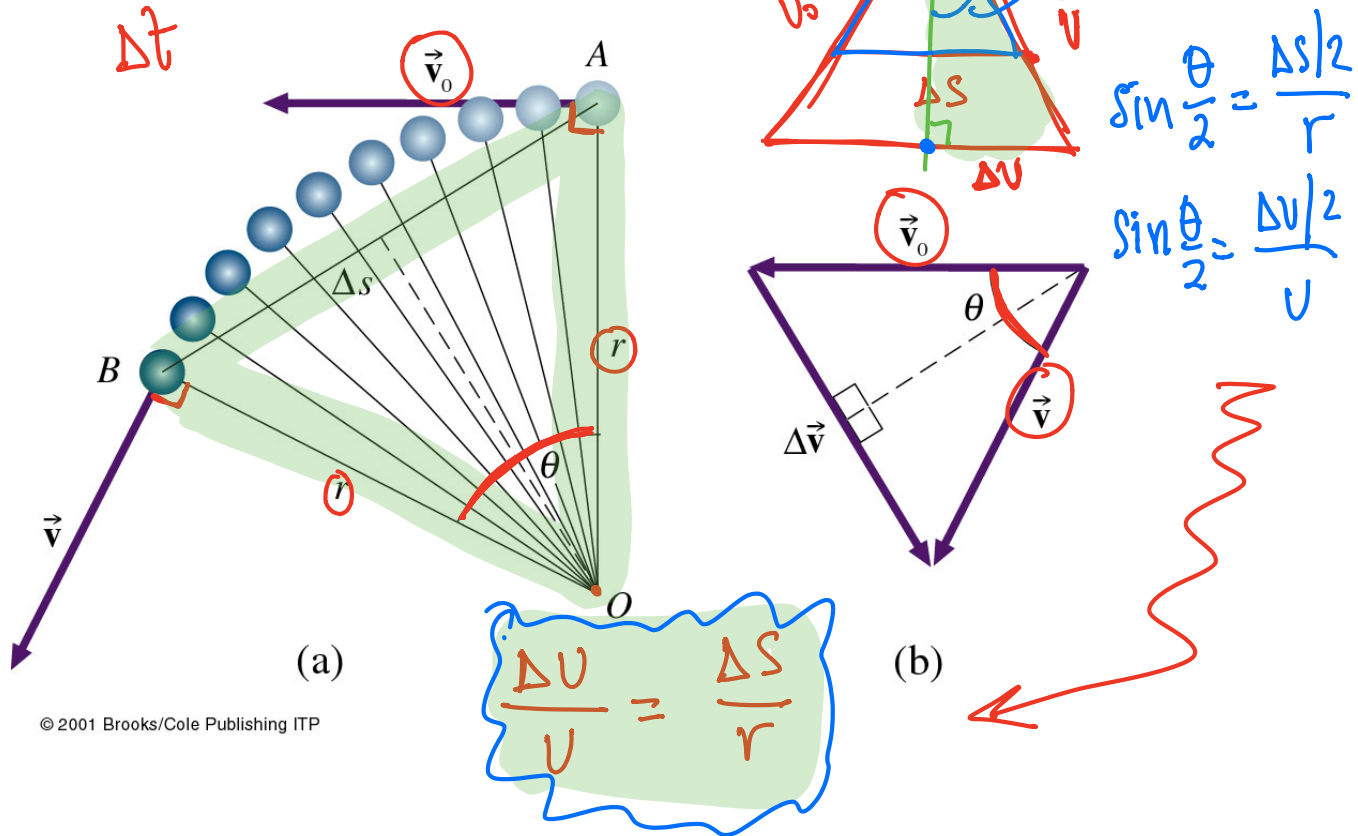


$$\frac{ds}{dt} = r \frac{d\theta}{dt} \Rightarrow$$

$$v = r \cdot \omega$$

$$[\omega] = \text{rad/s}$$

MOUVEMENT CIRCULAIRE UNIFORME



$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta s}{r}$$

ACCÉLÉRATION CENTRIPÈTE

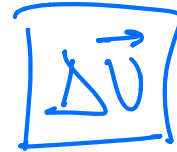
$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta s}{r} \Rightarrow \Delta v = \frac{v}{r} \Delta s \Rightarrow \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r} \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow$$

$\Delta t \rightarrow 0$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = \frac{v}{r} \frac{ds}{dt}$$

$$a = \frac{v}{r} \cdot v \Rightarrow$$

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

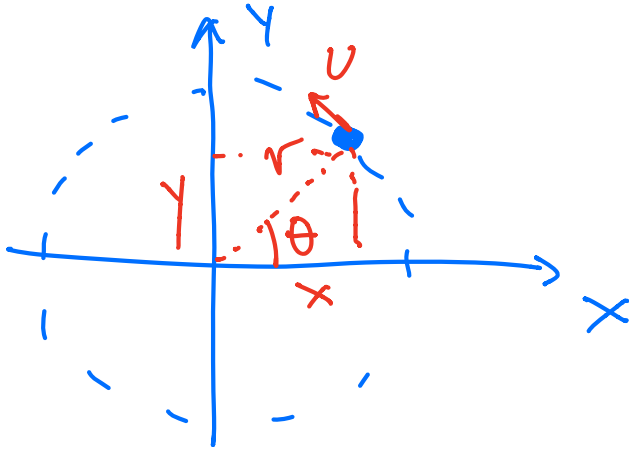


$$v = r \cdot \omega$$



$$a_c = \frac{r^2 \omega^2}{r} \Rightarrow a_c = r \omega^2$$

...DÉRIVATION EN COORDONNÉES CARTÉSIENNES



$$x = r \cos \theta$$

$$y = r \sin \theta$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega = \text{const}$$

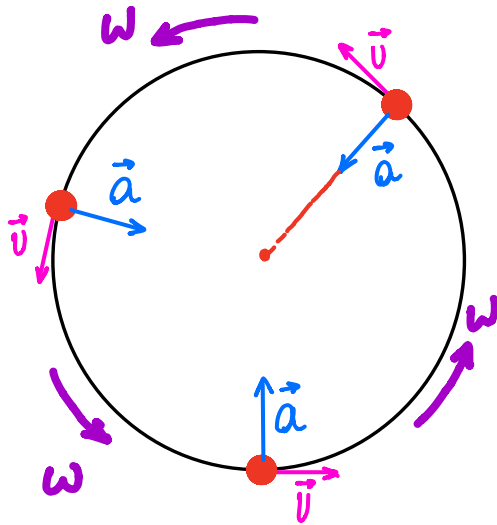


definitions
(exercice!)

ACCÉLÉRATION CENTRIPÈTE

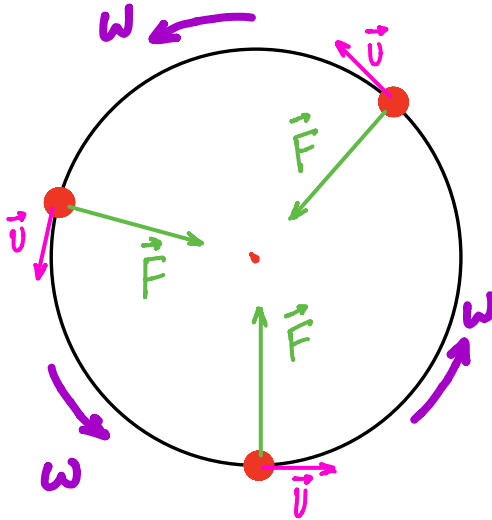
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \parallel \vec{F}$$

$$\vec{F}_c = m \vec{a}_c$$



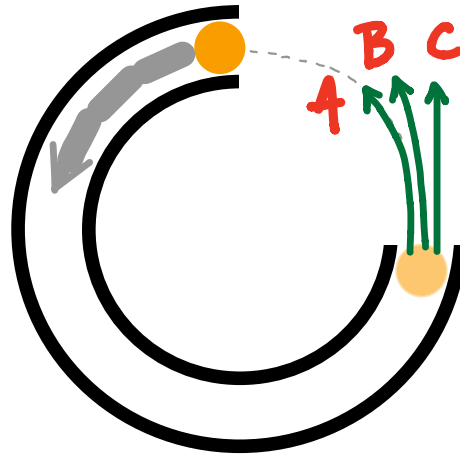
FORCE CENTRIPÈTE

$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$



$$\vec{F}_c = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2$$

A, B OU C?



RECAP

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

$v, \omega = \text{constante}$, r

$$v = r\omega$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

accel.

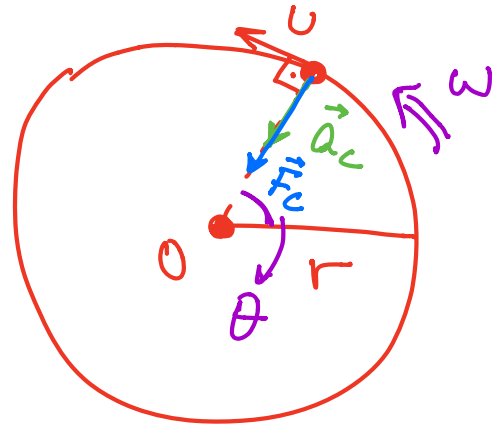
$$\vec{a} \parallel \vec{F}$$

$$F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

Force

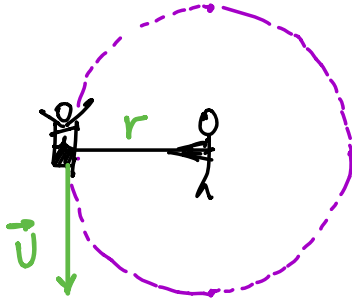
CENTRIPÈTE

$$a_c, F_c \downarrow$$

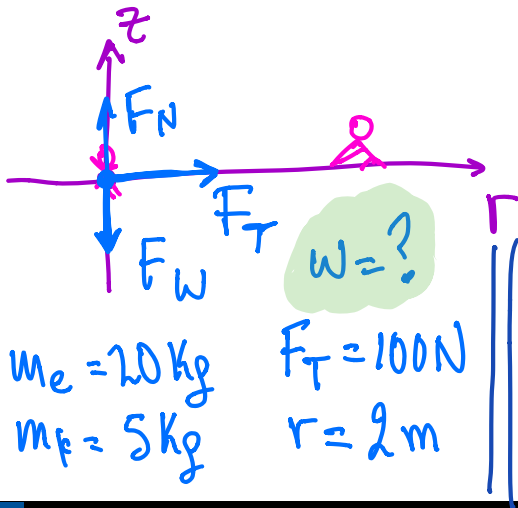


1 revolution: 2π rad

EXEMPLE – KART TOURNANT



Un papa tourne son enfant de 20 kg qui est dans un kart de 5 kg attaché d'une corde de longueur de 2 m, comme montré dans la figure, en tenant la corde parallèle au sol. La tension de la corde est de 100 N. Combien de révolutions par minute (rpm) le kart fait-il? Nous considérons le frottement par roulement négligeable.



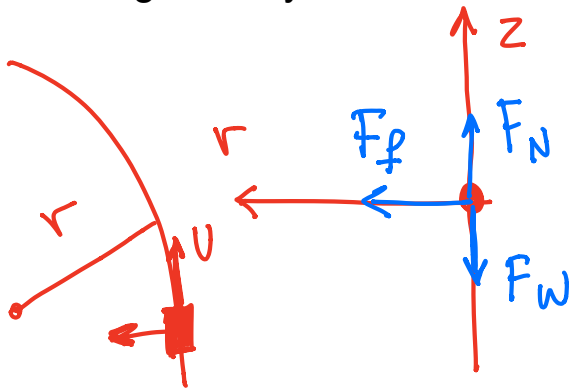
$$\sum F_z = F_N - F_w = 0$$
$$\sum F_r = F_T = m a_c = m \omega^2 r \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{F_T}{m r}}$$

$$\dots \omega = 1.41 \text{ rad/sec}$$

$$1 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \frac{1 \cancel{\text{rad}}}{\cancel{\text{s}}} \cdot \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \cancel{\text{rad}}} \cdot \frac{60 \cancel{\text{s}}}{1 \text{ min}} = \frac{60}{2\pi} \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right) \rightarrow \text{rpm}$$

EXEMPLE – TOURNER AU COIN I

Quelle est la vitesse maximale d'une voiture de 1500 kg pour qu'elle prenne un virage de rayon $r = 50$ m sans glisser? Considérez $\mu_s = 1.0$.



$$\sum F_z = F_N - F_W = 0 \Rightarrow F_N = F_W$$

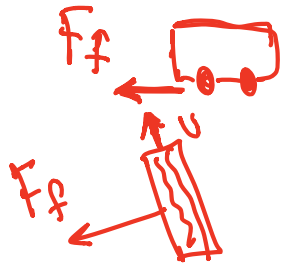
$$\sum F_r = F_f = F_C = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow F_f = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{\frac{F_f \cdot r}{m}}$$

$$F_f^{\max} = \mu_s \cdot F_N = \mu_s \cdot mg$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot r}$$

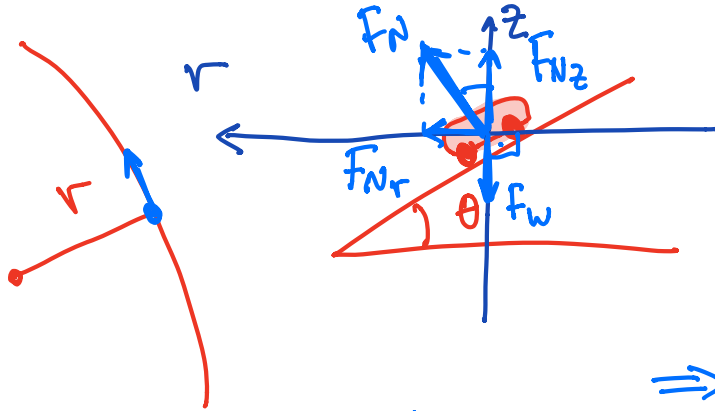
↑
max



$$\Rightarrow U = 22 \text{ m/s}$$

EXEMPLE – TOURNER AU COIN II

Cette même voiture prend un virage de rayon $r = 70$ m à une autoroute relevée à un angle $\theta = 15^\circ$. Quelle est la vitesse v_0 à la quelle la voiture peut tourner sans l'assistance du frottement. ①



$$\sum F_z = 0 \Rightarrow F_{Nz} = F_w \Rightarrow F_N \cdot \cos\theta = F_w$$

$$\sum F_r = F_{Nr} = F_N \sin\theta = F_c = \frac{m v_0^2}{r}$$

$$\frac{m v_0^2}{r} = F_N \sin\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{F_N \cdot \sin\theta \cdot r}{m} \quad \text{②}$$

$$\text{①} \Rightarrow F_N = \frac{m g}{\cos\theta}$$

$$\text{②} \Rightarrow v_0^2 = g r \tan\theta \Rightarrow \text{vitesse précise } v_0!$$