Chapitre 10 : Dynamique du point.

I. Système

C'est le solide ou les solides qui interagissent que l'on étudie

II. Référentiel

C'est le lieu d'observation d'un mouvement ou le solide référence à partir duquel on observe un mouvement.

Référentiel terrestre :

Solide de référence :

surface de la Terre (ou tout corps fixé à la surface de la Terre)

Pour étudier les mouvements courants: bille qui tombe , voiture qui roule, ….

Référentiel héliocentrique:

Solide de référence : centre du soleil

Mouvements étudiés: mouvement des planètes

Référentiel géocentrique:

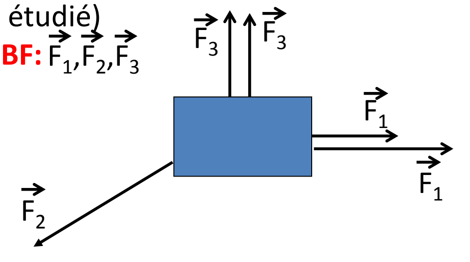
Solide de référence: repère à 3 axes - qui ne tournent pas - dont l'origine est le centre de la Terre.

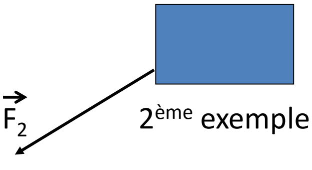
Mouvements étudiés: mouvement de la Lune et des satellites.

III. Bilan des forces extérieures F_{ext}

On recense toutes les forces qui s'exercent sur le système (le corps étudié)

BF: $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$





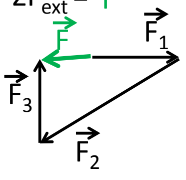
2ème exemple

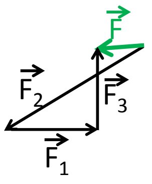
IV. Somme des forces extérieures $\vec{F}_{ext}$:

La somme des forces extérieures ($\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3$) est noté : $\Sigma\vec{F}_{ext}$

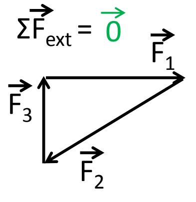
$\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3$

$\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{F}$





2ème exemple : $\left\{ \begin{array}{l} \Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3 \\ \Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{0} \end{array} \right.$



IV. <u>$2^{ème}$ loi de Newton</u>: $m.\vec{a}_G = \sum\vec{F}_{ext}$ $\quad (m.\vec{a} = \sum\vec{F}_{ext})$

m : masse du système (masse du corps) en kg

$\vec{a}_G$: vecteur accélération du centre du système (centre du corps) (centre de gravité G du corps) (valeur en m/s_2)

$\sum\vec{F}_{ext}$: somme des forces extérieures (valeur en N)

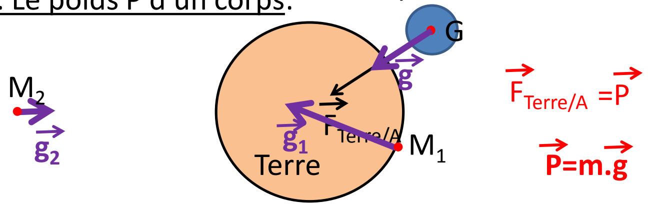
<u>Rq</u>: $N = kg \times m / s^2$

<u>Rq</u>: les référentiels, pour lesquels la $2^{ème}$ loi de Newton est valable, sont appelés référentiel galiléen (immobile ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme).

V. **<u>Forces à connaitre</u>**:

<u>1. Le poids $\vec{P}$ d'un corps</u>:

corps A de masse m de centre de gravité G

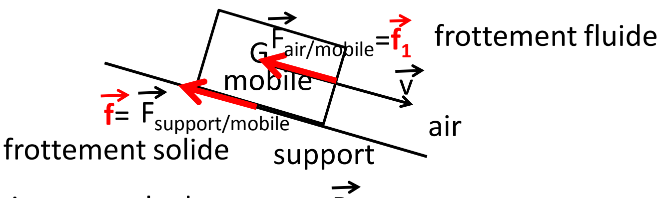


P en N

m : masse du corps en kg

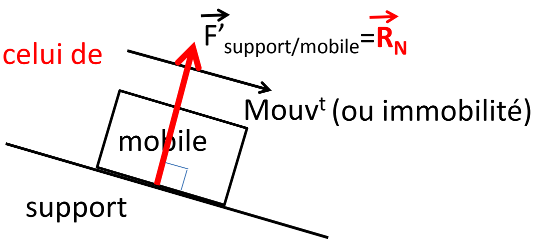
$\vec{g}$: champ de pesanteur g: intensité du champ de pesanteur (9,81N/kg au niveau de la surface de la Terre) , sa valeur est d'autant plus importante que l'on se trouve près de la planète.

2. <u>La force de frottement $\vec{f}$</u>: Son sens est opposé à celui de la vitesse



3. <u>La réaction normale du support $\vec{R}_N$</u>:

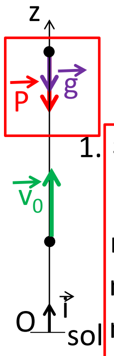
Son sens est perpendiculaire à celui de la vitesse



VI. Exercice 1: sans calculatrice. Donnée : $g \approx 10$ m/s^2

une bille de masse m=100 g est lancée verticalement vers le haut. Elle est lancée à partir d'une hauteur h de 1,60m et sa vitesse initiale v_0 vaut 20 m/s. On ne tient pas compte des frottements de l'air.

1. Établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$.
2. Déterminer les équations horaires du mouvement de la bille dans le référentiel terrestre.
3. Quelle est l'altitude maximale atteinte par la bille?



1. système : bille
référentiel : terrestre (galiléen)
BF: $\vec{P}$
$m.\vec{a} = \sum \vec{F}ext$
$m.\vec{a} = \vec{P}$
$m.\vec{a} = m.\vec{g}$
$\vec{a} = \vec{g}$

2. $a_z = -g$
$\vec{a} = \dot{\vec{v}}$ $\quad v_z = -g.t + v_0$
$\vec{v} = \dot{\overrightarrow{OM}}$ $\quad z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + v_0.t + h$
$z = -5.t^2 + 20.t + 1,6$

3. Quand la bille atteint l'altitude maximale, sa vitesse est nulle donc :

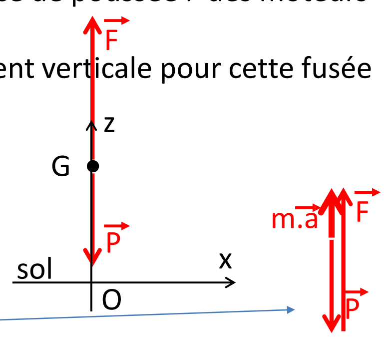
$0 = -g.t_1 + v_0 \quad t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} = 2,0$s $\quad z_{max} = -5 \text{x} 2,0^2 + 20 \text{x} 2,0 + 1,6$

$z_{max} = -20 + 40 + 1,6 = 21,6$ m

Exercice 2: Données : 1 tonne = 1000 kg ; g=9,81 m/s^2

On étudie le mouvement d'une fusée pendant la phase de décollage. On assimile la fusée à son centre de gravité G. La masse de la fusée est de 150 tonnes.

1. Déterminer la valeur minimale de la force de poussée F des moteurs de la fusée.
2. Montrer que le mouvement est forcément verticale pour cette fusée (il ne peut pas être horizontal).



1. système : fusée

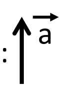
référentiel : terrestre (galiléen).

BF: $\vec{P}, \vec{F}$

$m.\vec{a} = \Sigma \vec{F}_{ext}$

$m.\vec{a} = \vec{P} + \vec{F}$

1$^{\text{ère}}$ méthode:

Mouvement accéléré donc $\vec{a}$ même sens que $\vec{v}$ donc vers le haut: 

D'après la construction vectorielle F > P

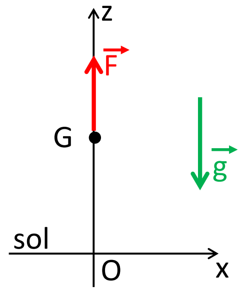
$P = m.g = 150.10^3 \text{x} 9,81 = 1,47.10^6$N donc $F > 1,47.10^6$N

2ème méthode:

$$m.\vec{a} = m.\vec{g} + \vec{F}$$

$$\vec{a} = \vec{g} + \frac{\vec{F}}{m}$$

$$a_z = - g + \frac{F}{m}$$



or a_z doit être >0 (mouvement accéléré et v_z >0):

$$a_z > 0$$

$$- g + \frac{F}{m} > 0$$

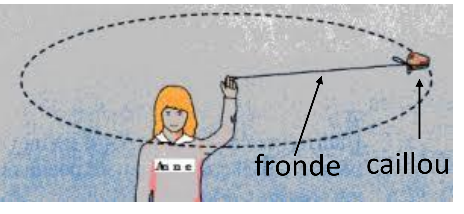
$$\frac{F}{m} > g$$

$$F > m.g$$

Exercice 3: Donnée: g=9,81 m/s^2

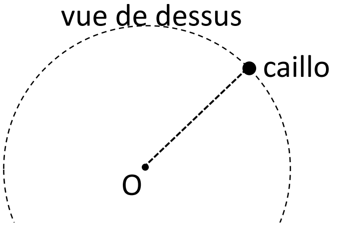
Un enfant utilise une fronde pour lancer un caillou de masse 75,8 g.

Le mouvement du caillou est circulaire uniforme, sa vitesse vaut 9,12 m/s. le rayon du cercle vaut 42,3 cm.



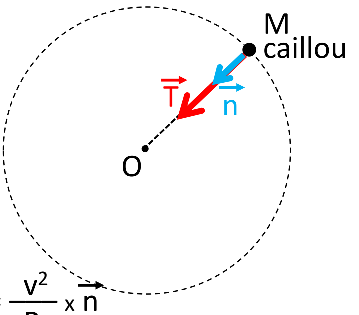
On étudie le mouvement du caillou. On néglige le poids du caillou par rapport à la force de tension $\vec{T}$ de la corde.

1. (Pour appliquer la 2ème loi de Newton peut on choisir la fronde comme référentiel (l'observateur est lié à la corde constituant la fronde) ? Justifier.)
2. Déterminer la valeur de la force de tension $\vec{T}$ de la corde
3. Montrer que le poids est beaucoup plus petit que la force de tension T de la corde.



1. (non, car on doit choisir un référentiel immobile (par rapport au référentiel terrestre), ce n'est pas le cas de la fronde.)

2. système : caillou
référentiel : terrestre (galiléen)
BF: $\vec{T}$



vue de dessus

$m.\vec{a} = \Sigma \vec{F}_{ext}$

$m.\vec{a} = \vec{T}$

or $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \times \vec{n} + \frac{dv}{dt} \times \vec{u}_T$

or mouvement circulaire uniforme: donc $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \times \vec{n}$

$m.\frac{v^2}{R} . \vec{n} = \vec{T}$

projection dans le repère $(M, \vec{n})$:

$m.\frac{v^2}{R} = T$

$T = m.\frac{v^2}{R} = 75{,}8.10^{-3} \times \frac{9{,}12^2}{0{,}423} = 14{,}9$ N

3. $P = m.g = 75{,}8.10^{-3} \times 9{,}81 = 0{,}744$ N

$\frac{14{,}9}{0{,}744} = 20{,}0$ donc T >>P