DOMAINE D'ETUDE : Mécanique

OG_3 : Analyser les systèmes mécaniques en mouvement

Les bases fondamentales de la dynamique

I – DEFINITION DE LA DYNAMIQUE

C'est une partie de la Physique qui a pour but l'étude des mouvements des corps en tenant compte des causes génératrices que sont les **forces**. Elle met donc en évidence le rapport entre la force et le mouvement.

II – ELEMENTS DE LA DYNAMIQUE

1 – Point matériel

C'est un objet de dimensions assez petites c'est-à-dire assimilable à un point géométrique.

Exemple : Une bille de très faible rayon.

N.B. : Cette notion de point matériel est relative car :

- L'homme est un point matériel par rapport au soleil ou par rapport à la Terre.
- La fourmi est considérée comme point matériel par rapport à l'homme.

2 – Système matériel

C'est un ensemble de points matériels sur lequel porte l'étude. Il peut être **déformable** ou **indéformable**.

Exemple : Un solide constitue un système matériel car il résulte de la réunion de petites portions de matière assimilables à des points matériels.

a–Système déformable

C'est un système dans lequel les distances entres les points matériel qui le constituent sont variables sous l'effet d'une contrainte (force) ou au cours du temps.

Exemple : Un ressort, un fil de torsion.

b–Système indéformable

C'est un système dans lequel les distances entre ses points matériels restent invariables (constantes) sous l'effet d'une contrainte ou au cours du temps.

Exemple : Une boule d'acier, une balle de fusil, une automobile, un astre…

3 – Milieux extérieur et intérieur

- Un **milieu extérieur** constitue un ensemble de points qui n'appartient pas au système matériel car ce dernier est limité par une frontière.
- Un **milieu intérieur** constitue l'ensemble des points faisant partie du système matériel.

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

4– Forces extérieure et intérieure

a–Forces extérieures

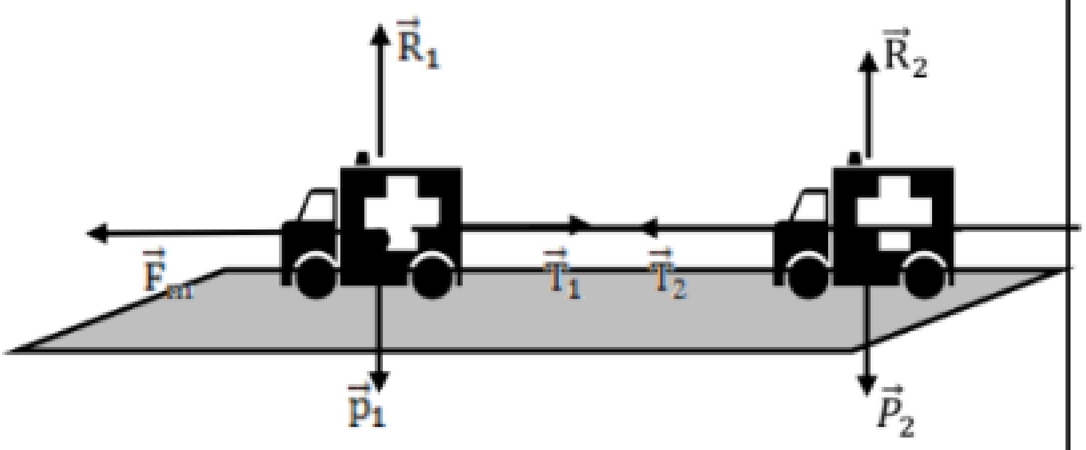
Les **forces extérieures** $\vec{F}_{ext}$ sont celles exercées sur le système matériel par des corps ou des agents extérieurs c'est-à-dire qui ne font pas partie du système. On distingue deux types de forces extérieures :

- **Les forces extérieures à distance** : La force gravitationnelle, le poids, la force électrique la force magnétique
- **Les forces extérieures de contact** : la réaction, la force de frottement, la tension…

b–Forces intérieures

Les **forces intérieures** $\vec{F}_{int}$ sont celles exercées par une partie du système sur une autre partie de ce système.

Exemple : Soit une ambulance tractant une autre en panne.



Forces extérieures : $\vec{P}_1$; $\vec{P}_2$; $\vec{R}_1$; $\vec{R}_2$; $\vec{F}_m$

Forces intérieures : $\vec{T}_1, \vec{T}_2$.

5 – Propriétés barycentriques du centre d'inertie

Tout solide possède un **centre d'inertie G (**ou **centre de gravité**) : c'est le point unique qui, lorsque le solide évolue dans un référentiel galiléen, a un mouvement rectiligne uniforme.

Dans le cas des systèmes homogènes, si le système possède un **axe de symétrie**, le centre de gravité **G** se situe sur cet axe, et s'il possède un **centre de symétrie**, **G** coïncide avec ce centre de symétrie. La relation barycentrique déterminant **G** est de la forme :

$$\boxed{\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} m_i \overrightarrow{OA_i}}{M}}$$

Où $M = \sum_{i=1}^{i=n} m_i$ est la masse totale du système**.**

Exercice d'application

On dispose d'une barre homogène AB de milieu O, de longueur l et de masse m sur laquelle se trouvent deux masses ponctuelles fixes, l'une, de masse $2m$, située au point C distant de A de $\frac{l}{4}$ l'autre, de masse $3m$, située au point D distant de B de $\frac{l}{4}$. A quelle distance de O se trouve le centre d'inertie du système barre-masses ?

a–Pour un point matériel

Pour un point matériel de masse m et dont le vecteur vitesse est $\vec{V}_G$, le vecteur quantité de mouvement $\vec{P}$ s'obtient par la relation vectorielle :

$$\vec{p} = m.\vec{V}_G$$

$\vec{P}$ même direction et même sens que $\vec{V}_G$ sa norme p porte le nom de **quantité de mouvement** du point matériel.

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

$p = mv_G$ Dans le SI, m s'exprime en **Kg**, v_G en **m/s** et p en **Kg.m/s**.

Exercice d'application

Calculer la quantité de mouvement de chacun des mobiles suivants : voiture de masse 80Kg se déplaçant à la vitesse de 72Km/h et avion de masse 2t se déplaçant à la vitesse de 90Km/h.

b–Pour un système matériel

C'est la somme des quantités de mouvement des différents points matériels qui le constituent.

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^{i=n} m_i \vec{v_i} = M\vec{V}_G \quad \text{avec}$$

$\sum_{i=1}^{i=n} m_i = M$ (masse totale) et $\vec{v_i} = \vec{V}_G$ (vitesse d'ensemble)

Exercice d'application

Une locomotive de masse 10t tracte un wagon de 4t et l'ensemble roulant à une vitesse de 30Km/h. Calculer la quantité de mouvement du système.

III – PRINCIPES DE LA DYNAMIQUE

1 – Première loi de NEWTON (Principe d'inertie)

Ce principe stipule que lorsque la somme des forces extérieures appliquées à un système est nulle, son centre d'inertie est :

- Soit immobile si le système est au repos.
- Soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme si le système est en mouvement. ($V = Cste; a = 0$)

N.B. : ▪ Un système est **isolé** quand il n'est soumis à aucune action extérieure.
En pratique, il est impossible de réaliser les conditions qui correspondent à un système isolé car tout corps est au moins soumis à son poids.
Exemple : L'univers

▪ Un système est **pseudo-isolé** si la somme des forces agissant sur celui-ci se compense à chaque instant.
La somme algébrique des forces extérieures qui agissent sur un tel système est donc nulle.

Exemple : Une bille posée sur une table lisse horizontale

2 – Relation fondamentale de la dynamique (RFD)

C'est la forme générale de la deuxième loi de NEWTON, elle stipule que *« la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale à la dérivée par rapport au temps du vecteur quantité de mouvement du solide»*.

$$\sum \vec{F}ext = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Cette relation conduit au **théorème du centre d'inertie (TCI)** ou **2ème loi de Newton** qui stipule que : *« Dans un système en mouvement, la somme de toutes les forces extérieures est égale au produit de la masse du système par le vecteur accélération »*.

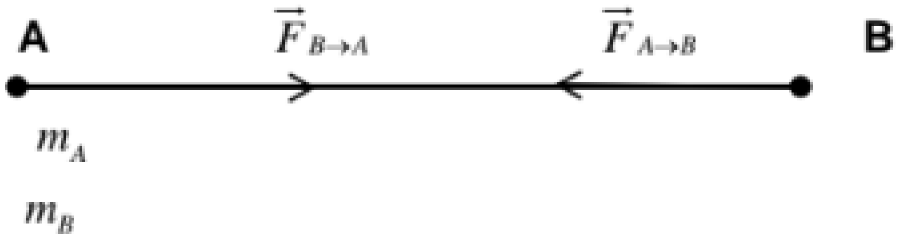
$$\sum \vec{F}ext = \frac{d\vec{p}}{dt} = M\frac{d\vec{V}_G}{dt} \quad \text{or} \quad \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \vec{a}_G$$

$$\Rightarrow \quad \sum \vec{F}ext = M\vec{a}_G$$

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

3- <u>Principe des actions mutuelles</u> (action et réaction)

Si un corps **A** exerce sur un corps **B** une force $\vec{F}_{A\to B}$ (appelée **action**), simultanément le corps **B** exerce sur **A** une force $\vec{F}_{B\to A}$ (appelée **réaction**) et les deux forces ont la même ligne d'action, de sens contraire et la même intensité.



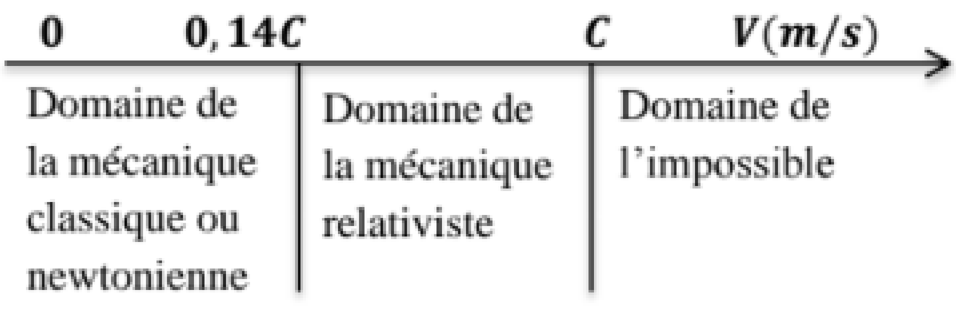
$$F_{A\to B} = F_{B\to A} = G\frac{m_A.m_B}{AB^2}$$

$G = 6{,}67.10^{-11} USI$ **(Constante de gravitation)**

4 – <u>Validité des principes de la dynamique</u>

Première condition : les principes de la dynamique ne sont valables que dans un référentiel galiléen

Deuxième condition : Les principes de la dynamique ne sont applications que pour des vitesses non relativistes



NB : Une particule est dite relativiste si sa vitesse est supérieure ou égale à 0,14C.
C : la célérité

4- **<u>Référentiel Galiléen</u>**

- Un référentiel est dit Galiléen si le principe d'inertie est applicable en toute rigueur dans ce référentiel.
- Seul le référentiel de Copernic est rigoureusement galiléen, les autres référentiels pourraient être supposés Galiléen dans le cas des mouvements à courtes durées.

5 – <u>Plan de résolution des exercices de dynamique : Etude dynamique</u>

- Faire un schéma clair sur lequel on représentera toutes les forces
- Choisir le référentiel d'étude (on précisera le repère associé)
- Définir le système
- Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur le système.
- Appliqué le TCI : $\sum \vec{F}ext = M\vec{a}_G$
- Exploiter la relation obtenue en la projetant sur les axes.

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

IV – APPLICATION DES PRINCIPES DE LA DYNAMIQUE AUX MOUVEMENTS DE TRANSLATION ET DE ROTATION

A- Mouvement de translation

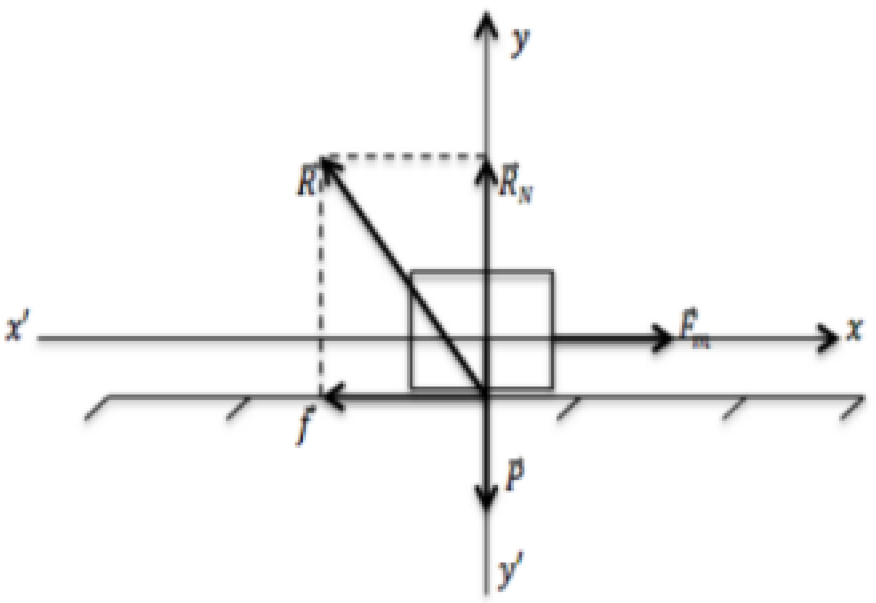
A-1- Mouvement de translation rectiligne

Un solide est animé d'un mouvement de translation rectiligne quand la trajectoire de son centre de gravité est une **droite**. Par exemple sur un *plan horizontal*, sur un *plan incliné* ou en *chute libre verticale*, ...

1- Mouvement d'un solide sur un plan horizontal

Considérons un solide **S** de masse m en mouvement de translation sur un plan horizontal grâce à une force motrice $\vec{F}_m$.

Premier cas : Avec frottement



Etude dynamique

- Référentiel : TSG
- Système : Solide de masse m
- Bilan des forces extérieures : $\vec{P}$, $\vec{R}$, $\vec{F}_m$
- TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

Projection suivant (x'x)

$$P_x + R_x + F_m = m.a_x$$

$$0 - f + F_m = m.a_x$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{a_x = \frac{-f + F_m}{m}}$$

- **Expression de la réaction**

Elle est la somme de deux composantes :

$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_x$, en module : $R = \sqrt{{R_N}^2 + {R_x}^2}$

Cherchons R_N

Projection suivant (y'y)

$P_Y + R_Y + F_m = m.a_y$ avec $a_y = 0$

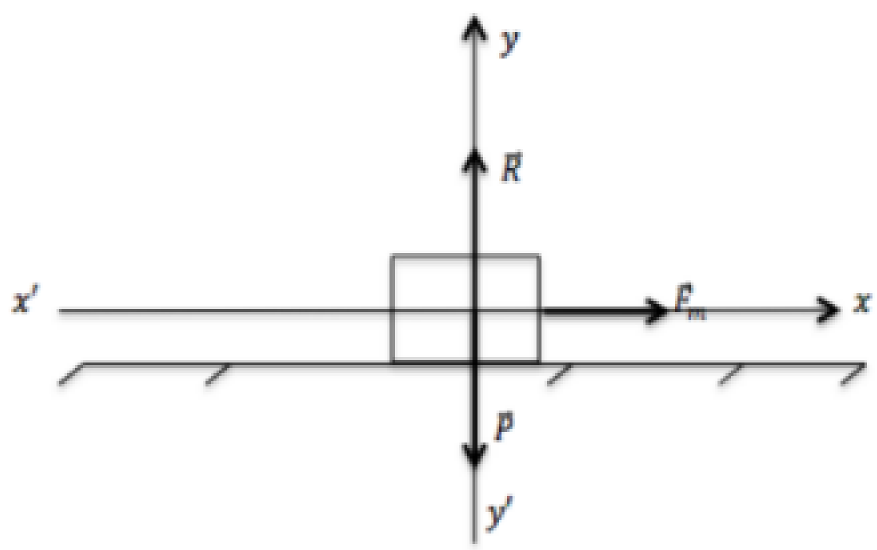
$$-\mathrm{P} + R_N + 0 = 0$$

$$\mathrm{R_N = P = m.g}$$

d'ou $\boldsymbol{R = \sqrt{(mg)^2 + f^2}}$

N.B. : $\tan q = \dfrac{R_x}{R_N} = \dfrac{f}{mg}$ $\quad q = \tan^{-1}\left(\dfrac{f}{mg}\right)$

Deuxième cas : Sans frottement



Etude dynamique

- **Référentiel :** TSG
- **Système :** Solide de masse de m
- **Bilan des forces extérieures :** $\vec{R}$, $\vec{P}$, $\vec{F}_m$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

Expression de l'accélération

Projection suivant (x'x)

$$P_x + R_x + F_m = m.a_x$$

$$0 + 0 + F_m = m.a_x$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{a_x = \frac{F_m}{m}}$$

Expression de la réaction

Projection suivant (y'y)

$$P_Y + R_Y + 0 = m.a_y \text{ avec } a_y = 0$$

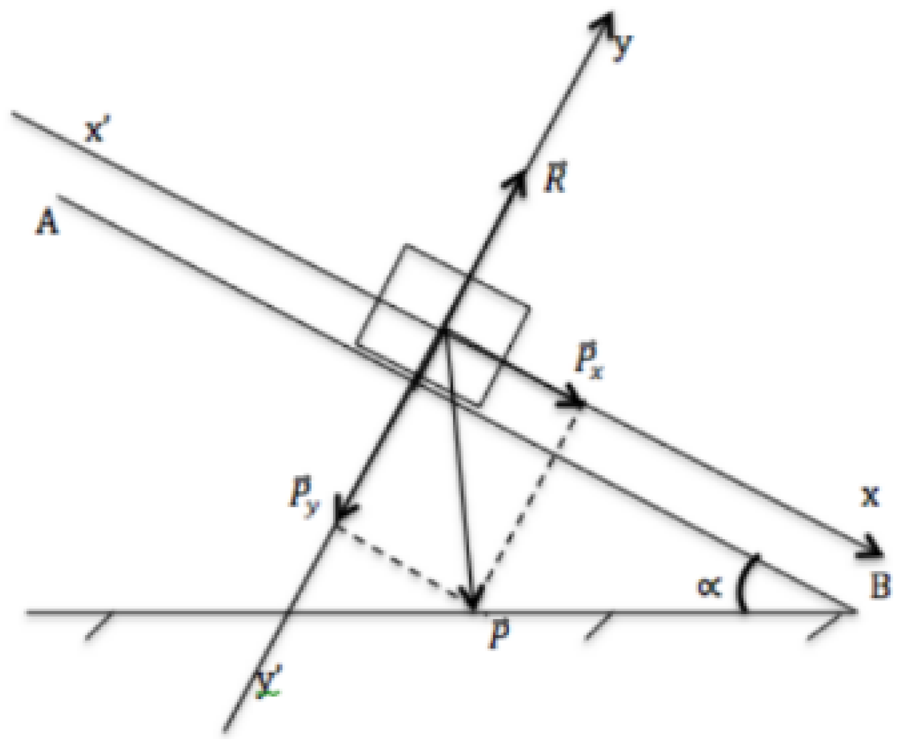
$$-\mathrm{P} + \mathrm{R} + 0 = 0$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{R = P = m.g}$$

2- Mouvement d'un solide sur un plan incliné

a– Sans force de frottement

Considérons un solide de masse m glissant le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale. Il est abandonné sans vitesse initiale.



- **Expression de l'accélération**

<u>Etude dynamique</u>

- Référentiel : TSG
- Système : Solide de masse de m
- Bilan des forces extérieures : $\vec{R}$, $\vec{P}$,
- TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

Projection suivant (x'x)

$$P_x + R_x = m.a_x$$

$$P \sin \propto \; = m.a_x \text{ or } \quad P = m.g$$

D'où l'expression de l'accélération du mouvement du solide : $a = g \sin\alpha$

Nature du mouvement : $a > 0$: le solide a un **MRUA**.

<u>N.B.</u> :

- Si le solide monte (gravite) le plan incliné : $a = -g\sin\alpha$ (sans force motrice) ou $a = \frac{F_m}{m} - g\sin\alpha$ (avec force motrice) avec $F_m \neq 0$

- **<u>Expression de la réaction du plan incliné</u>**

Projection suivant (y'y)

$$P_Y + R_Y + 0 = m.a_y \text{ avec } a_y = 0$$

$$-\mathrm{P}\cos\alpha + \mathrm{R} + 0 = 0$$

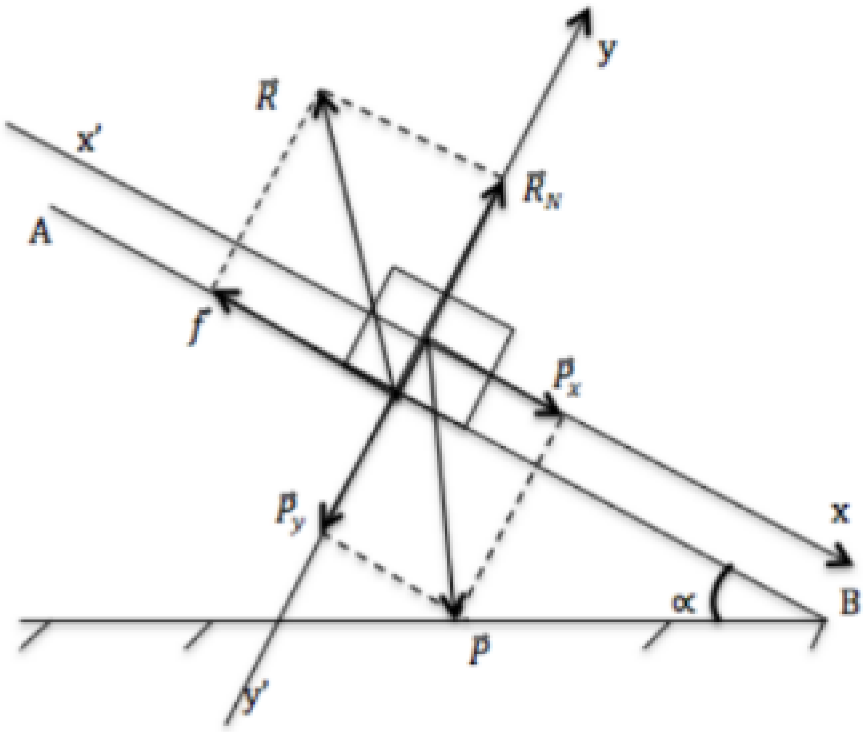
$$\Rightarrow \quad R = P = m.g\cos\alpha$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{R = m.g\cos\alpha}$$

<u>N.B.</u> : En l'absence des forces de frottements, la réaction $\vec{R}$ du plan incliné est sur l'axe $y'y$.

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

b– Avec force de frottement



En présence des forces de frottement, la réaction $\vec{R}$ a deux composantes : une composante **tangentielle** $\vec{R}_x$ suivant l'axe $x'x$ (parallèle au plan et à la même intensité que la force de frottement) et une composante **normale** $\vec{R}_N$ suivant l'axe $y'y$ (perpendiculaire au plan).

- **Expression de l'accélération**

Etude dynamique

- **Référentiel :** TSG
- **Système :** Solide de masse m
- **Bilan des forces extérieures :** $\vec{P}, \vec{R}$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

Projection suivant (x'x)

$$P_x + R_x = m.a_x$$

$$m.g\sin\alpha - f = m.a_x$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{a_x = g\sin\alpha - \frac{f}{m}}$$

N.B. :

- Si le corps monte : $a_x = -g\sin\alpha - \frac{f}{m}$
- En présence de la force motrice $a = \frac{F_m - f}{m} - g\sin\alpha$ (si le solide gravite le plan incliné).

- **Expression de la réaction**

Elle est la somme de deux composantes :

$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_x$, en module : $R = \sqrt{{R_N}^2 + {R_x}^2}$

Cherchons R_N

Projection suivant (y'y)

$$P_Y + R_Y = m.a_y \text{ avec } a_y = 0$$

$$-\mathrm{P}\cos\alpha + R_N + 0 = 0$$

$$\mathrm{R_N} = \mathrm{P} = \mathrm{mg}\cos\alpha$$

d'ou

$$\boldsymbol{R = \sqrt{(mg\cos\alpha)^2 + f^2}}$$

Remarque :

La direction de la réaction $\vec{R}$ est donnée par l'angle β tel que :

$$\tan\beta = \frac{R_N}{f} \Rightarrow \beta = \tan^{-1}\left(\frac{R_N}{f}\right)$$

3- Mouvement dans le champ de pesanteur (chute libre verticale)

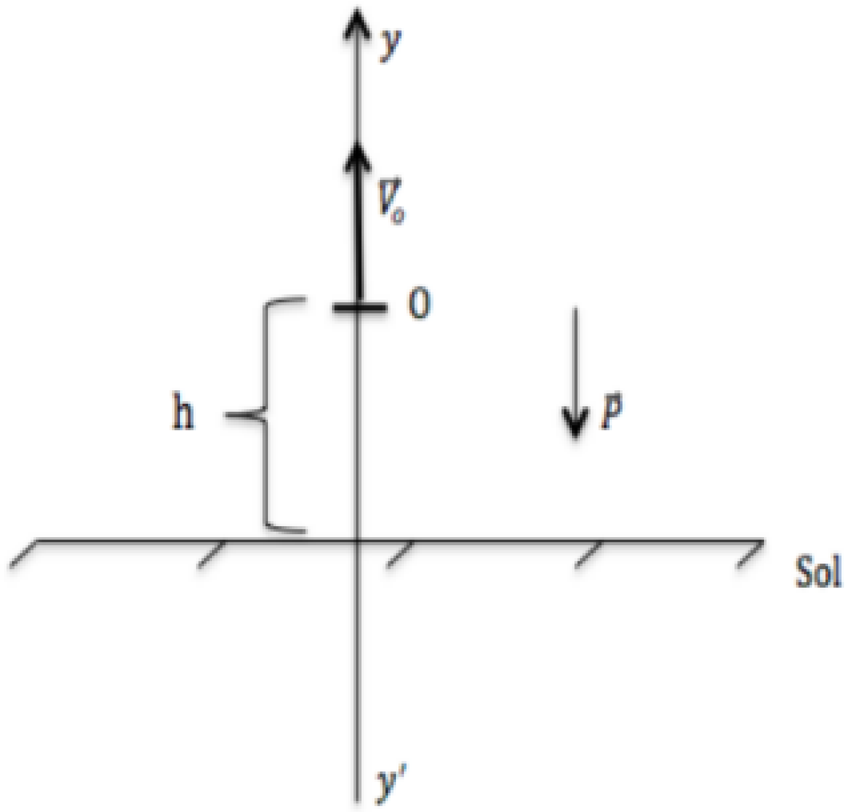
3-1- Définition

On appelle **chute libre** le mouvement de chute d'un corps soumis à la seule action de son poids.

Decelmar Danhe ***NLEMVO*** *professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

3-2- Etude dynamique de la chute libre

a– Si le corps est lancé vers le haut avec une vitesse initiale à partir d'un point situer à une hauteur h du sol



- **Nature du mouvement**
  Etude dynamique

- Référentiel : TSG
- Système : corps de masse m
- Bilan des forces extérieures : $\vec{P}$ (on négligera la résistance de l'air)
- TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

Projection suivant (y'y)

$$P_y = m.a_y$$

$$-\ P = m.a_Y$$
$$-\ m.g = m.a_y$$

$$\Rightarrow\ a_y = -g < 0 \quad \text{MRUD}$$

Equation horaire

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{oy}t + y_o$$

Origine des espaces : le point O

$$\text{à } t = 0\ ,\ y_o = 0,\ \ V_{OY} = V_O$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t$$

Equation de la vitesse

$$V_Y = -gt + V_o$$

Durée de la phase ascendante (montée)

Au sommet : $V_y = 0$

$$-gt + V_o = 0$$

$$\Rightarrow \qquad t = \frac{V_O}{g}$$

Hauteur ou altitude maximale atteinte par le corps par rapport au point de lancement

Première méthode :

On utilise la relation indépendante du temps

$$V_Y{}^2 - V_{oy}{}^2 = 2a_y(y - y_o)$$

$$\text{à } t = 0\ ;\ Y_o = 0\ ;\ V_{oy} = V_o$$

$$V_Y{}^2 - V_o{}^2 = -2\,g\,h$$

Au sommet $\boldsymbol{V_y = 0} \ \Rightarrow\ \boldsymbol{h = h_{max}}$

$$-V_O{}^2 = -2gh_{max}$$

$$\boldsymbol{h_{max} = \frac{V_O{}^2}{2g}}$$

Deuxième méthode :

On remplace la durée de la montée dans l'équation horaire

Si $t = \frac{V_O}{g} \ \Rightarrow\ \ y = y_{max}$

$$Y_{max} = -\frac{1}{2}g\left(\frac{V_0}{g}\right)^2 + V_o\left(\frac{V_o}{g}\right)$$

Decelmar Danhe ***NLEMVO*** *professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Après transformation mathématique on aura :

$$h_{max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

Durée de passage au point de lancement

On pose $y = o$; $-\frac{1}{2}gt^2 + V_o t = 0$

$$t\left(-\frac{1}{2}gt + V_0\right) = 0$$

$\Rightarrow$ $t \neq 0$; $-\frac{1}{2}gt + V_o = O$

$$\Rightarrow \quad t = \frac{2V_0}{g}$$

Durée de chute ou durée de mouvement ou encore date d'arrivée au sol.

Au sol $y = -h$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + V_o t = -h$$
$$-\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + h = 0$$

Equation à résoudre comme tout autre équation du second degré

Remarque : Si l'on choisit le sol comme origine des espaces alors :

à $t = 0$; $y = h$

L'équation horaire devient donc :

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + h$$

et la hauteur maximale devient :

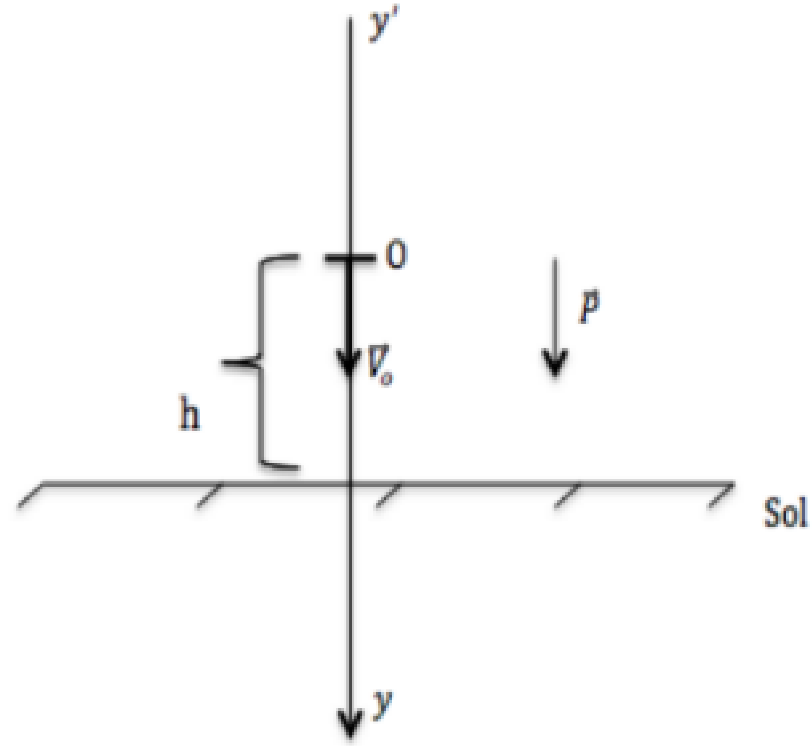
$$h_{max} = \frac{V_0^2}{2g} + h$$

Durée du mouvement

Cette fois ci au sol $y = 0$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + V_o t + h = 0$$

b– <u>Si le corps est lancé vers le bas avec une vitesse initiale à partir d'un point situé à une hauteur h du sol</u>



- **Nature du mouvement**
  Etude dynamique

- Référentiel : TSG
- Système : corps de masse m
- Bilan des forces extérieures : $\vec{P}$ (on négligera la résistance de l'air)
- TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

Projection suivant (y'y)

$$P_y = m.a_y$$

$$P = m.a_Y$$
$$m.g = m.a_y$$

$$\Rightarrow a_y = g < 0 \quad \text{MRUA}$$

Equation horaire

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{oy}t + y_o$$

Origine des espaces : le point O

à $t = 0$, $y_o = 0$, $V_{OY} = V_O$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + V_o t$$

Equation de la vitesse

$$V_Y = gt + V_o$$

Durée de chute ou du mouvement

Au sol $y = h$

$$\frac{1}{2}gt^2 + V_o t - h = 0$$

Equation à résoudre

Remarque :

Si l'on choisit le sol comme origine des espaces alors :

à $t = 0$; $y_o = -h$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + V_o t - h$$

Date d'arrivée au sol

Au sol $y = 0$; $\frac{1}{2}gt^2 + V_o t - h = 0$ (à résoudre)

- **Vitesse au sol**

$V = -gt + V_O$. Or $t = \frac{2V_O}{g} \Rightarrow V = -\frac{2V_O}{g}g + V_O$

$\Rightarrow V = -V_O$ C'est la même vitesse qu'au départ mais dans le sens contraire.

Si on lâche sans vitesse initiale alors on éliminera V_0 dans les expressions précédentes.

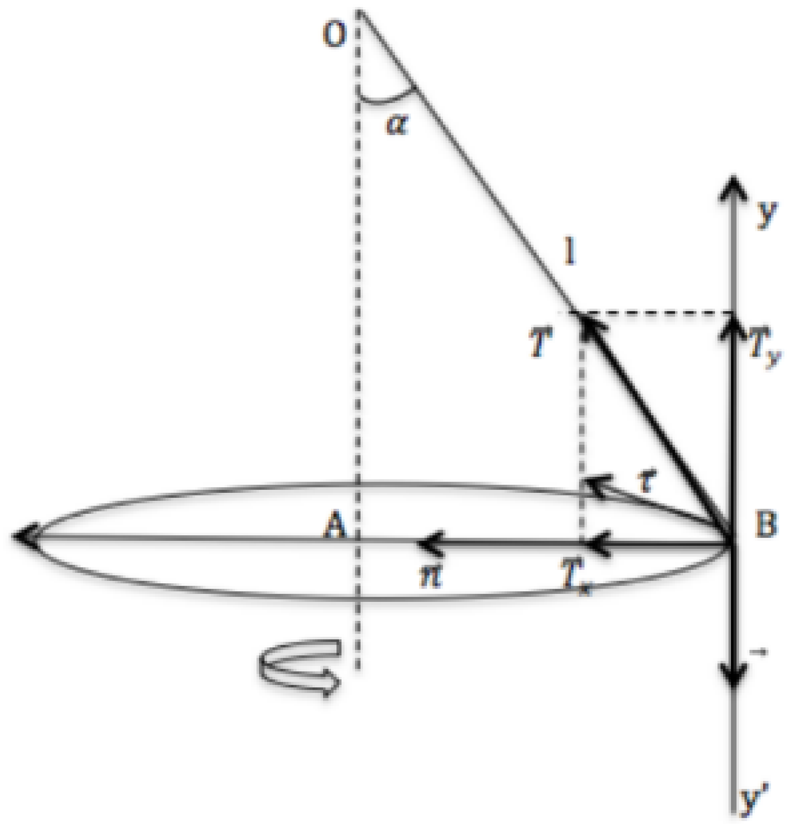
A-2- Mouvement de translation curviligne

Un solide est soumis à un mouvement de translation curviligne quand la trajectoire de son centre de gravité est un **arc de cercle**.

1- Pendule conique

1-1- Description

C'est un système formé d'une bille de masse m suspendue par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable à une tige verticale (Δ) relié à un moteur.



Etude dynamique

Référentiel : TSG
Système : solide de masse m
B.F : $\vec{T}$; $\vec{P}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

Nature du mouvement

Projection suivant l'axe tangentiel

$$T_\tau + P_\tau = m.a_\tau$$

$$T_\tau = 0; \quad P_\tau = 0$$

$$a_\tau = 0 \quad \text{MCU}$$

Expression de la tension

Projection suivant la normale

$$T_n + P_n = m.a_n$$

$$P_n = 0; \quad T_\tau = m.a_\tau$$

$$T\sin\theta = m.\frac{V^2}{R} \quad \text{or} \quad V = R.\omega$$

$$T\sin\theta = m.R\omega^2 \quad \text{or} \quad R = l\sin\theta$$

$$\boldsymbol{T = m.l\omega^2} \quad \textbf{(1)}$$

Expression de la vitesse angulaire

Projection suivant l'axe yy'

$$T_y - P = m.a_y$$

Avec $a_y = 0$

$$T_y = P$$

$$T\cos\theta = mg$$

$$T = \frac{mg}{\cos\theta} \quad (1)$$

En posant (1) = (2)

$$ml\omega^2 = \frac{mg}{\cos\theta}$$

$$\omega^2 = \frac{g}{l\cos\theta}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l\cos\theta}}$$

Valeur minimale de la vitesse angulaire

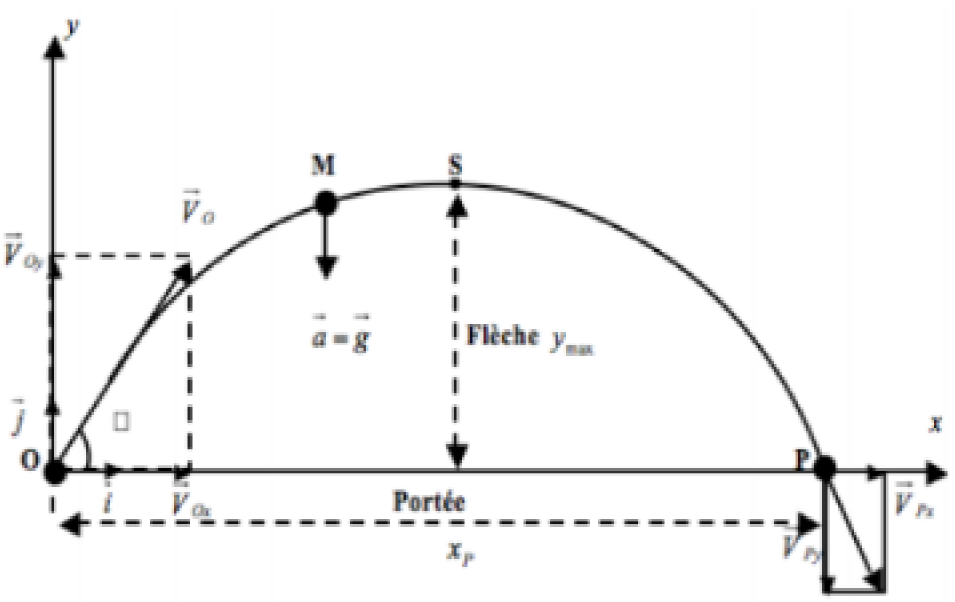
Le pendule s'écarte ssi $\boldsymbol{\cos\theta \leq 1}$

$$\cos\theta = \frac{g}{l\omega^2} \leq 1$$

$$\boldsymbol{\omega_0 = \frac{g}{l}}$$

2- <u>Mouvement d'un projectile : Chute libre parabolique</u>

Une bille (projectile) assimilée à un point matériel de masse m est lancée d'un point O dans un champ de pesanteur $\vec{g}$ avec une vitesse initiale $\vec{V}_O$ dont la direction fait un angle α appelé **angle de tir** avec le plan horizontal.



Equations horaires et équation trajectoire

Etude dynamique

- **Référentiel :** Terrestre supposé galiléen
- **Système :** Projectile de masse m
- **Bilan des forces extérieures :** $\vec{P}$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

Projection suivant (ox)

$$P_x = m.a_x$$

$\Rightarrow \quad a_x = 0$ MU

$$\Rightarrow \quad X = V_{ox}t + X_o$$

à $t = 0$; $X_o = 0$; $V_{ox} = V_o\cos\alpha$

$\Rightarrow \quad \boldsymbol{X = (V_o\cos\alpha)t}$ (1)

Projection suivant (Oy)

$$P_y = m.a_y$$

$-P = m.a_y$ or $P = mg$

$\Rightarrow \quad a_y = -g < 0$ MUD

$$\Rightarrow \quad y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{oy}t + y_o$$

Origine des espaces : le point O

à $t = 0$; $Y_o = 0$; $V_{oy} = V_o\sin\alpha$

$\boldsymbol{y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t}$ (2)

Equation de la trajectoire

C'est écrire y en fonction de x tout en éliminant le paramètre t.

Tirons t dans l'expression (1)

$X = (V_o\cos\alpha)t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{X}{V_o\cos\alpha}$ (3)

(3) dans (2)

$$Y = -\frac{g}{2V_0^2(\cos\alpha)^2}\ X^2 + (\tan\alpha)X$$

Cette équation est de la forme $y = a.X^2 + bX + C$ alors le mouvement est parabolique

La portée

Au point P ; $y = 0$

$$-\frac{g}{2V_0^2(\cos\alpha)^2}\ X^2 + (\tan\alpha)X = 0$$

$$X\left[-\frac{g}{2V_0^2(\cos\alpha)^2}X + (\tan\alpha)\right] = 0$$

$$X = 0;$$

$$-\frac{g}{2V_0^2(\cos\alpha)^2}X + (\tan\alpha) = 0$$

$$-\frac{g}{2V_0^2(\cos\alpha)^2}X = -\tan\alpha$$

Après transformation mathématique, on trouve

$$X = OP = \frac{V_o^2 \sin 2\alpha}{g}$$

La portée est maximale si $\sin 2\alpha = 1$

$\Longrightarrow \quad 2\alpha = \frac{\pi}{2} \qquad \Longrightarrow \quad \alpha = \frac{\pi}{4}$ rad

Alors $$X_{max} = \frac{V_0^2}{g}$$

Remarque :

Si l'on connaît la durée de chute t_c alors il suffit de remplacer dans l'équation horaire (1) pour avoir la portée ou l'abscisse du point d'impact.

$$X_p = (V_o\cos\alpha)t_c$$

Durée du mouvement

Au point P ; $y = 0$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t = 0$$

Après transformation on trouve

$$t_C = t = \frac{2V_o\sin\alpha}{g}$$

Durée de la montée

Au sommet $V_y = 0$

$$V_y = \frac{dy}{dt} = 0$$

$$-gt + V_o\sin\alpha = 0$$

$$t = \frac{V_o\sin\alpha}{g}$$

Hauteur maximale ou la flèche

C'est l'ordonnée du sommet de la trajectoire.

Première méthode : On remplace la durée de la montée dans l'équation horaire de y. On trouve par la suite

$$Y_{max} = \frac{V_o^2(\sin\alpha)^2}{2g}$$

Deuxième méthode : D'après la relation indépendante du temps

$$V_y^2 - V_{oy}^2 = 2a_y(y - y_o)$$

à $t = 0$; $Y_O = 0$; $V_{oy} = V_o\sin\alpha$

$$V_y^2 - (V_o\sin\alpha)^2 = -2g(y)$$

Au sommet $V_Y = 0$; $\Longrightarrow$ $y = y_{max}$

D'où $$Y_{max} = \frac{V_o^2(\sin\alpha)^2}{2g}$$

La flèche est maximale si $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$\Longrightarrow \quad (\sin\alpha)^2 = 1$

Alors $\boldsymbol{Y_{max} = \frac{V_o{}^2}{2g}}$

Vitesse du projectile à un instant quelconque

$$\vec{V} = V_x\vec{\imath} + V_y\vec{\jmath}$$

$$V = \sqrt{V_x{}^2 + V_y{}^2}$$

$$\boldsymbol{V = \sqrt{(V_o\cos\alpha)^2 + (-gt + V_o\sin\alpha)^2}}$$

Si c'est la vitesse au point P alors

$$t = t_C = \frac{2V_o\sin\alpha}{g}$$

La direction de V est donné par β telque :

$$\tan\beta = \frac{V_y}{V_x} \Rightarrow \boldsymbol{\beta = \tan^{-1}\left(\frac{V_y}{V_x}\right)}$$

Remarque :

Si le projectile est lancé à une hauteur h vers le haut avec une vitesse $\vec{V_o}$ faisant un angle α avec l'horizontale.

Pour trouver l'équation suivant y il y a deux façons de faire

Première façon :

Origine des espaces : le point de lancement

$$y = \frac{1}{2}a_yt^2 + V_{oy}t + y_o$$

à $t = 0$; $Y_o = 0$; $V_{oy} = V_o\sin\alpha$

$$\boldsymbol{y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t} \quad (2)$$

Equation de la trajectoire

$$\boldsymbol{Y = -\frac{g}{2V_O{}^2(\cos\alpha)^2}X^2 + (\tan\alpha)X}$$

La portée

Au point P ; $y = -h$

$$-\frac{g}{2V_O{}^2(\cos\alpha)^2}X^2 + (\tan\alpha)X = -h$$

$$-\frac{g}{2V_O{}^2(\cos\alpha)^2}X^2 + (\tan\alpha)X + h = 0$$

Equation à résoudre pour trouver la portée donc X

Durée du mouvement

Au point P ; $y = -h$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t + h = 0$$

Equation à résoudre

Deuxième façon :

Origine des espaces : le sol

$$y = \frac{1}{2}a_yt^2 + V_{oy}t + y_o$$

à $t = 0$; $Y_o = h$; $V_{oy} = V_o\sin\alpha$

$$\boldsymbol{y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t + h} \quad (2)$$

Equation de la trajectoire

$$\boldsymbol{Y = -\frac{g}{2V_O{}^2(\cos\alpha)^2}X^2 + (\tan\alpha)X + h}$$

La portée

Au point P ; $y = 0$

$$-\frac{g}{2V_O{}^2(\cos\alpha)^2}X^2 + (\tan\alpha)X + h = 0$$

Equation à résoudre pour trouver la portée donc X

Durée du mouvement

Au point P ; $y = 0$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + (V_o\sin\alpha)t + h = 0$$

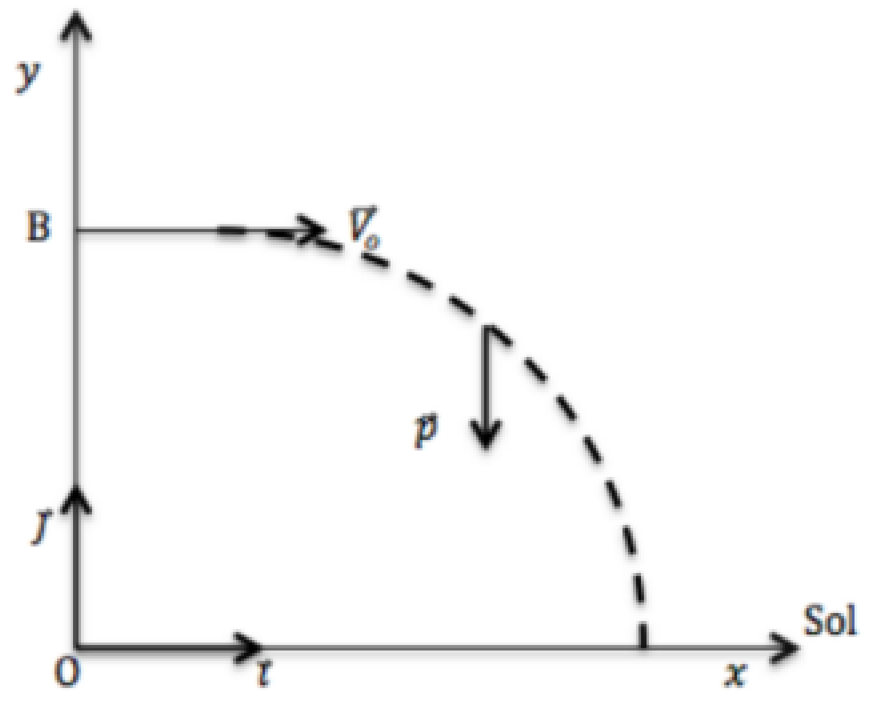
Equation à résoudre

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Hauteur maximale ou la flèche

$$Y_{max} = \frac{V_o^2(\sin\alpha)^2}{2g} + h$$

Deuxième cas : Projectile lancé vers le bas avec une vitesse $\vec{V}_o$ horizontale



Origine des espaces : point **O** (sol)

Origine des dates l'instant où le projectile est lancé en **A**

Equation de la trajectoire

Etude dynamique

- **Référentiel :** Terrestre supposé galiléen
- **Système :** Projectile de masse m
- **Bilan des forces extérieures :** $\vec{P}$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

Projection suivant (ox)

$$P_x = m.a_x$$

$$\Rightarrow \quad a_x = 0 \quad \text{MU}$$

$$\Rightarrow \quad X = V_{ox}t + X_o$$

à $t = 0$; $X_o = 0$; $V_{ox} = V_o$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{X = (V_o)t} \quad (1)$$

Projection suivant (Oy)

$$P_y = m.a_y$$

$$-P = m.a_y \quad \text{or} \quad P = mg$$

$$\Rightarrow \quad a_y = -g < 0 \quad \text{MUD}$$

$$\Rightarrow \quad y = \frac{1}{2}a_yt^2 + V_{oy}t + y_o$$

à $t = 0$; $Y_o = h$; $V_{oy} = 0$

$$\boldsymbol{y = -\frac{1}{2}gt^2 + h} \quad (2)$$

Equation de la trajectoire

C'est écrire y en fonction de x tout en éliminant le paramètre t.

Tirons t dans l'expression (1)

$$X = (V_o)t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{X}{V_o} \quad (3)$$

(3) dans (2)

$$\boldsymbol{Y = -\frac{g}{2V_0^2} X^2 + h}$$

Cette équation est de la forme $y = a.X^2 + bX + C$ alors le mouvement est parabolique.

Durée de chute

Au sol $y = 0$

$$-\frac{1}{2}gt^2 + h = 0$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{t = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

Abscisse du point d'impact ou distance horizontale séparant le point de lancement et le point d'impact

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Au sol $y = 0$;

$$-\frac{g}{2V_O^2}\ X^2 + h = 0$$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{X = V_o\sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

Vitesse du projectile à un instant quelconque

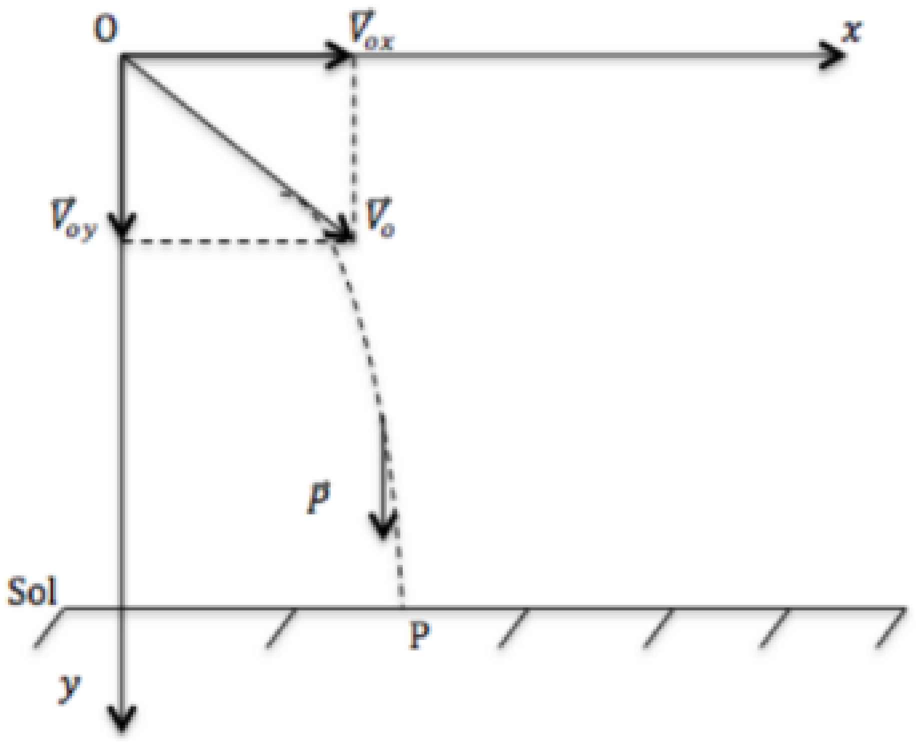
$$\vec{V} = V_x\vec{\imath} + V_y\vec{\jmath}$$
$$V = \sqrt{V_x^{\,2} + V_y^{\,2}}$$

$$\boldsymbol{V = \sqrt{(V_o)^2 + (-gt)^2}}$$

Au point P, $\boldsymbol{t = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$

$$\boldsymbol{V_P = \sqrt{(V_o)^2 + 2gh}}$$

Troisième Cas : Projectile lancé vers le bas avec une vitesse $\vec{V}_O$ oblique



Equation de la trajectoire

Etude dynamique

- **Référentiel :** Terrestre supposé galiléen
- **Système :** Projectile de masse m
- **Bilan des forces extérieures :** $\vec{P}$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$
  $\vec{P} = m\vec{a}$

Projection suivant (Ox)

$$P_x = m.a_x$$

$$\Rightarrow \quad a_x = 0 \quad \text{MU}$$

$$\Rightarrow \quad X = V_{ox}t + X_o$$

à $t = 0$; $X_o = 0$; $V_{ox} = V_o$

$$\Rightarrow \quad \boldsymbol{X = (V_o\cos\alpha)t} \qquad (1)$$

Projection suivant (Oy)

$$P_y = m.a_y$$
$$P = m.a_y \text{ or } P = mg$$

$$\Rightarrow \quad a_y = g > 0 \text{ MUA}$$

$$\Rightarrow \quad y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{oy}t + y_o$$

à $t = 0$; $Y_o = 0$; $V_{oy} = V_O\sin\alpha$

$$\boldsymbol{y = \frac{1}{2}gt^2 + (V_O\sin\alpha)t} \qquad (2)$$

Equation de la trajectoire

$$\boldsymbol{Y = \frac{g}{2V_O^{\,2}(\cos\alpha)^2}\ X^2 + (\tan\alpha)X}$$

Cette équation est de la forme $y = a.X^2 + bX + C$ alors le mouvement est parabolique.

Durée de chute

Au sol $y = h$

$$\frac{1}{2}gt^2 - h = 0$$

Equation à résoudre

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

4- Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique

Uniforme $\vec{E}$

a) Rappels

- **Caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}$**
  - Direction : le vecteur $\vec{E}$ est perpendiculaire aux plaques.
  - Sens : $\vec{E}$ est toujours orienté de la plaque positive vers la plaque négative
  - Intensité ou module : $E = \frac{|U_{AB}|}{d}$

E : Intensité du champ en V/m

$U_{AB} = V_A - V_B$: Tension entre les plaques A et B en Volt (V)

V_B : Potentiel de A

V_A : Potentiel de B

d : distance entre les deux (2) plaques en mètre (m)

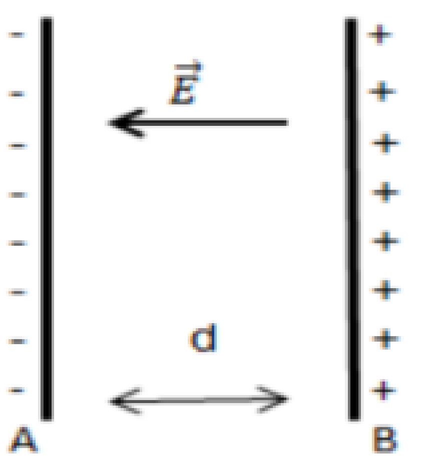
- **Polarisation des plaques**
  - Si $U_{AB} > 0 \Rightarrow V_A - V_B > 0$

$\Rightarrow V_A > V_B$, la plaque A est chargée positivement (+) et la plaque B est chargée négativement (-).

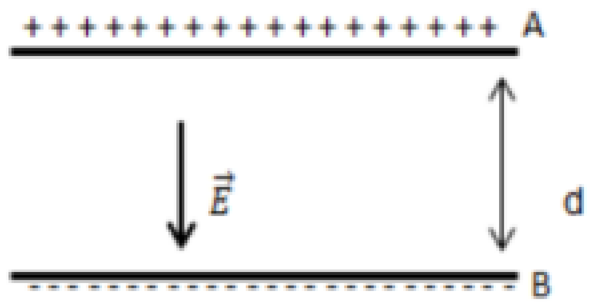
  - Si $U_{AB} < 0 \Rightarrow V_A - V_B < 0$

$\Rightarrow V_A < V_B$, la plaque A est chargée négativement (-) et la plaque B est positivement (+).

- **Représentation des plaques**



Ou



Une particule G de charge q lancée dans le champ électrique à partir d'un point O avec une vitesse initiale $\vec{V_o}$ est soumise à la force électrostatique $\vec{F} = |q|\vec{E}$.

En module : $\boldsymbol{F = |q|.E}$

Remarque :

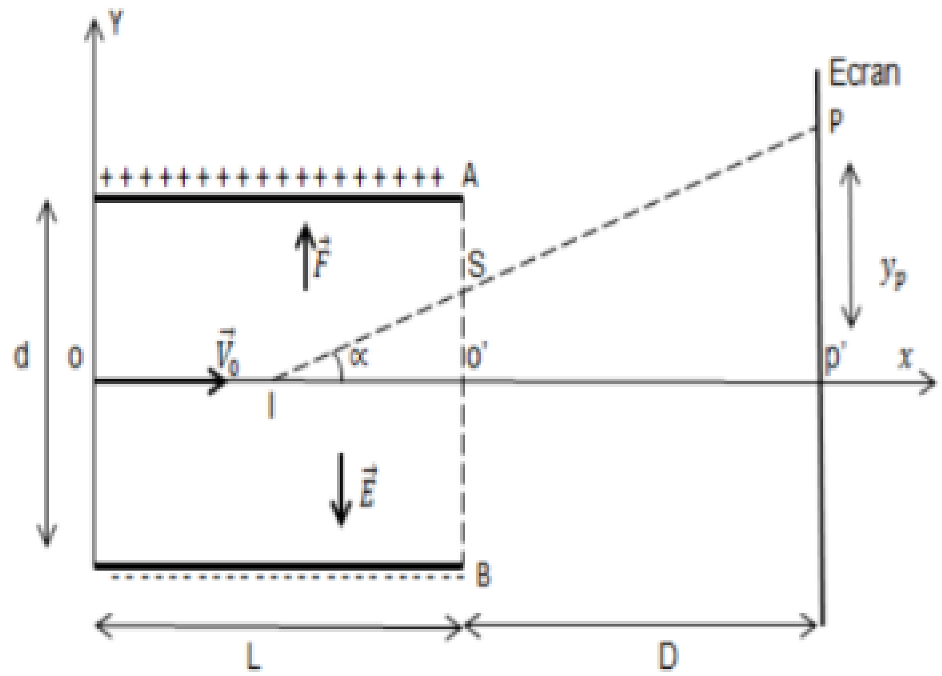
La relation $\vec{F} = |q|\vec{E}$ montre que :

- Si $q > 0$, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont le même sens
- Si < 0 , $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont de sens contraire.

- **Charge de quelques particules**
  - Pour l'électron : $q = -e$
  - Pour le proton : $q = +e$
  - Pour la particule $\propto$ ou de l'hélium (^4_2He) : $q = +2e$
  - Pour l'aluminium : $q = +3e$ avec $e = 1{,}602.10^{-19}C$ appelé charge élémentaire.

b) Etude de quelques cas

1er Cas : Cas où le vecteur vitesse initiale $\vec{V_0}$ est orthogonal au vecteur champ électrostatique $\vec{E}$.



Decelmar Danhe ***NLEMVO*** *professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

1) Equation de la trajectoire

- **Référentiel :** Terrestre Supposé Galiléen
- **Système** : particule de masse m et de charge q
- **B.Fext** : $\vec{F}$; $\vec{P} <<< \vec{F}$
- **TCI :** $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

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

Projection sur (ox)

$a_x = 0$ (MRU) car $F_x = 0$

$$x = V_{0x}.t + x_0$$

à $t = 0$; $x_0 = 0$; $V_{ox} = V_0$

$$x = V_0.t \quad (1)$$

Projection sur (oy)

$$\mathrm{F} = \mathrm{m.a_y}$$

$$a_y = \frac{F}{m}$$

or

$$F = |q|E$$

$$a_y = \frac{|q|E}{m}$$

or $E = \frac{U}{d}$

$$a_y = \frac{|q|U}{m.d} \quad (2)$$

Equation horaire

$$\boldsymbol{y = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{oy}t + y_0}$$

à $t = 0$; $y_0 = 0$; $V_{oy} = 0$

En remplaçant a_y dans y, on trouve :

$$y = \frac{1}{2}a_y t^2$$

$$y = \frac{|q|U}{2m.d}t^2 \quad (3)$$

Equation de la trajectoire

$$x = V_0.t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0} \quad (4)$$

Expression du temps dans (3)

$$y = \frac{|q|U}{2m.dV_0{}^2}x^2$$

Nature : trajectoire parabolique

2) Coordonnées du point de sortie

Au point S (point de sortie), $x_s = l$ et

L'ordonnée $y_s = \frac{|q|U}{2m.dV_0{}^2}l^2$

L'ordonnée y_s est encore appelé **déplacement latéral.**

3) Déviation angulaire α

Considérons le triangle (ISO')

$$\tan\alpha = \frac{O'S}{IO'} \quad \text{or} \quad \begin{cases} O'S = y_s \\ IO' = \frac{l}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{\alpha = \tan^{-1}(\frac{2Y_S}{l})}$$

4) Position du point d'impact

- **Abscisse du point d'impact**

$$x_p = OP' = \boldsymbol{l} + \boldsymbol{D}$$

L'expression de x_p dépend du schéma de l'exercice

- **Ordonnée du point d'impact**

Considérons le triangle (IPP')

$$\tan\alpha = \frac{PP'}{IP'} \quad \text{or} \quad \begin{cases} PP' = y_p \\ IP' = \frac{l}{2} + D \end{cases}$$

$$\Rightarrow y_p = \left(\frac{l}{2} + D\right).\tan\alpha$$

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Remarque :

- Pour que les particules sortent des plaques, il faut : $y_s \leq \frac{d}{2}$
- Nature du mouvement en dehors des plaques

Hors des plaques le champ est nul, donc $a = 0$, d'où la particule est animée d'un mouvement uniforme.

- **Vitesse au point de sortie**

$$V_s = \sqrt{{V_{Sx}}^2 + {V_{sy}}^2}$$

$$V_s = \sqrt{{V_o}^2 + (\frac{|q|Ut}{md})^2}$$

Avec $t = \frac{x}{V_O}$

$$\boldsymbol{V_s = \sqrt{{V_o}^2 + (\frac{|q|UL}{mdV_o})^2}}$$

2^e^ Cas : Vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$ de la particule est parallèle au vecteur champ électrique $\vec{E}$

Etude dynamique

Référentiel : TSG

Système : particule de masse (m) et de charge $q > 0$

TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

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

- **Projection sur (ox)**

$$F_x = m.a_x$$

$$a_x = \frac{|q|E}{m}$$

$$\mathbf{a_x = \frac{|q|U}{m.d}}$$

Equation horaire de la particule entre les plaques

MRUA : $x = \frac{|q|U}{2m.d}t^2 + V_0 t$

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Quelques Travaux dirigés

I-VERIFICATION DE CONNAISSANCES

1) Définis les termes suivants : **Système isolé ; système pseudo-isolé**
2) **Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes.**
   a) les forces de frottements exercées par un plan sur un solide en mouvement sont toujours opposées au sens du déplacement du solide.
   b) Un point matériel en chute libre n'est soumis qu'à une seule force qui est son poids

Exercice : 01

1- Parti du repos sur une piste horizontale AB distante de 30 m, un solide de masse m= 1500 g est entrainé à partir du point A , par une force motrice $\vec{F}$ parallèle à la direction du mouvement et d'intensité constante égale à 3,6 N. les frottements sont supposés négligeables.
   a) Fais le schéma représente toutes les forces qui s'exerce sur ce solide.
   b) Calcule sa accélération supposée constante le long du trajet
   c) Détermine l'intensité de sa vitesse au point B ;

2- En réalité , le solide arrive au point B avec une vitesse de 11.5 m/s . il existe alors des forces de frottements qui ralentissent le mouvement.

a- Fais le schéma représentant toutes les forces qui s'exercent sur le solide .
b- Calcule la nouvelle accélération du mouvement du solide .
c- Déduis l'intensité des forces de frottements qui s'exercent sur le solide . On donne : g=10m/s^2.

Exercice : 02

Un solide (S) de masse m=10 kg assimilable à un point matériel est en mouvement sur un rail AB horizontal sous l'effet d'une force $\vec{F}$ constante et parallèle au rail.

1- Les frottements étant négligeables, exprimer l'accélération de (S) sur le trajet AB en fonction de F et m, en déduire la nature de son mouvement
2- Le mobile part de A sans vitesse initiale et arrive en B après 6 s ; avec une vitesse $V_B = 3\ m/s.$
   a) Calculer l'accélération du solide.
   b) En déduire le module de la force $\vec{F}$
   c) Déterminer la distance AB.
3- Au point B, la force $\vec{F}$ s'annule et le solide parcourt BC en 3 secondes.
4- Déterminer la vitesse de (S) en C.

Exercice : 03

La masse totale d'une voiture et son conducteur est 1000 kg. Les résistances passives sont équivalentes à une force f=300 N, opposée au mouvement, la route est horizontale.

1) La voiture roule à vitesse constante, quelle est la force de traction du moteur ?
2) L'obstacle oblige, le conducteur à freiner alors qu'il roule à une vitesse de 72 km/h. En même temps qu'il freine, il supprime la traction du moteur. Quelle doit être la valeur de la force de freinage pour qu'il s'arrête sur une distance de 80 m.

Exercice04

Un solide de masse m=100g glisse le long d'un plan incliné faisant un angle de 20° avec le plan horizontal.

1) Le solide est lâché en A sans vitesse initiale.
   a) En admettant que les forces de frottement sont négligeables, détermine la nature du mouvement

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

et calcule la durée de parcours AB sachant que le B est situé à 2m du point A.

b) En réalité, cette durée est égale à 1,3s. En supposant l'existence des forces de frottement $\vec{f}$ constante, opposées au vecteur vitesse ; détermine la valeur de cette force de frottement.

2) Le solide est maintenant lancé de B vers A. Sa vitesse en B vaut 3m/s. Détermine la position du point C ou la vitesse du solide s'annule. On admet que le module de la force de frottement vaut 0,1N.

Exercice05

Pour faire glisser un corps (M) de masse 70kg le long de la ligne de plu grande pente d'un plan incliné de 30° sur l'horizontale, on le tire à l'aide d'un câble C. Au cours de ce déplacement, Le plan exerce sur (M) une force de frottement $\vec{f}$, parallèle au plan, de sens opposé à celui du mouvement et égale au dixième du poids du corps. On prendra $g=10m/s^2$.

Dans une première phase du mouvement, le câble exerce sur (M) une force constante $\vec{F}$, parallèle au plan telle que (M), parti sans vitesse initiale d'un point A de la pente, atteigne un point B distant de A de 5m avec une vitesse de 5m/s. A cet instant, la force prend une nouvelle valeur constante telle que le mouvement de (M) devienne uniforme sur une longueur BD égale à 25m. En D le câble se casse et (M) glisse juste avant de rebrousser chemin.

1) Calcule dans chacun des deux cas la valeur de la force de traction $\vec{F}$.
2) Calcule la longueur du trajet DE, puis déduis-en la longueur du trajet AE.
3) Calcule la durée du trajet AE.
4) Calcule l'accélération du mobile pendant qu'il rebrousse chemin.
5) Calcule la durée de la descente de E à A.

Exercice06

Un solide de masse m=25kg est placé sur une pente rectiligne faisant un angle α=15° avec l'horizontale. Le solide est soumis à son poids et à une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et de valeur f=10N et parallèle à la ligne de pente. Calculer l'accélération du solide sur ce plan incliné.

Prendre : g=10N/kg.

Exercice07 Une bille est lancée à partir d'un point O situé à 5m du sol avec une vitesse initiale de V_O=4,0m/s. (On prendra $g=10m/s^2$).

1) Détermine la hauteur de l'ascension de la terre au point O.
2) Avec quelle vitesse la bille repasse-t-elle en O.
3) Détermine la durée mise par la bille pour aller de O au sol.

Exercice08

Deux boules A et B sont lancées suivant la verticale ascendante. La première balle A est lancée avec une vitesse initiale V_{O1}=8m/s d'un point O au-dessus par rapport au sol. La deuxième balle B est lancée sans vitesse initiale avec un retard $\theta = 1s$.

1) Ecris les équations horaires de chaque boule.
2) Détermine le point de départ de de ces deux boules.
3) Calcule la vitesse de chaque boule à l'arrivée au sol.

Exercice09

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

Une balle B1 est lancée verticalement vers le haut à partir d'un point A, avec une vitesse d'intensité V_O=15m/s (On prendra g=10m/s^2)

1) Ecris l'équation horaire du mouvement en prenant comme origine des abscisses le point de A comme origine des dates l'instant du lancement de la balle.
2) Quelle est l'altitude maximale atteinte par cette balle ? quelle est la durée de cette ascension ?

Exercice10

Un skieur de masse m=80kg, tiré par la perche d'un remonte-pente, gravit à vitesse constante une pente inclinée de $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. La perche est inclinée d'un angle de $\beta = 40°$ par rapport à un câble tracteur qui est parallèle au plan incliné. L'ensemble des forces frottement est équivalent à une force $\vec{f}$ parallèle à la pente, de sens opposé à la vitesse et d'une valeur de 200N.

Calcule la force de traction de la perche.

Exercice : 11

Un solide (s) de masse $m = 100\ g$ supposé ponctuel peut glisser sans frottement le long d'un plan horizontal AO. Le solide étant au repos en A, on applique sur lui une force $\vec{F}$ constante et horizontale d'intensité $F = 0{,}50\ N$ qui ne s'exerce que sur la distance AB.

1) Détermine :
   a) La vitesse du solide au point B .
   b) La vitesse du solide au point O.
2) Au point O, le solide quitte la piste horizontale située à $h = 100$ m au-dessus du sol.

Trouve sa vitesse à son arrivée au sol, au point C.

On donne :$g = 10\ m/s^2$; $AB = 2{,}5m$

Exercice12 (BAC D 2012)

Partant du repos, un ouvrier pousse un chariot de masse m=60kg sur une distance AB. L'ouvrier exerce pour cela une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante le long du parcours AB. Ensuite, sous l'effet de la vitesse acquise en B, le chariot se déplace sur un plan incliné de l'angle α par rapport à l'horizontale comme l'indique la figure ci-dessous. L'intensité des forces de frottement le long de tout le trajet ABC est constante et égale à $\frac{P}{10}$.

1) En appliquant le théorème du centre d'inertie ;
   a) Exprime l'accélération du chariot en fonction de F, m et g
   b) Exprime la vitesse V_B du chariot au point B en fonction de F, $m, l, et\ g.$
   c) Exprime la vitesse V_C du chariot au point C en fonction de $V_B; g, BC, et\ \alpha$ puis en fonction de $F, m, l, BC, et\ \alpha.$
2) Détermine la valeur de la force F exercée par l'ouvrier pour que le chariot atteigne le point C avec une vitesse nulle. On donne $AB = l = 30m;\ BC = 6m;\ \alpha = 25°; g = 10m/s^2$

Exercice 13

Un camion dont la masse totale a pour valeur M=7 tonnes démarre sur une route rectiligne et horizontale. Il atteint une vitesse de 60km/h en 4min et continue ensuite à une vitesse constante. Dans cette question et toutes celles qui suivent, on admettra que l'ensemble des frottements et de résistance de l'air est équivalent à une force unique opposée à la vitesse, d'intensité constante f=500N.

1) Calcule l'intensité de la force de traction développée par le moteur :

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*

a) Au cours du démarrage, le mouvement étant alors supposé rectiligne et uniformément accéléré.
b) Quand le mouvement est rectiligne uniforme.

2) Pour arrêter le camion, le chauffeur débraie, supprimant ainsi la liaison entre le moteur et les roues motrices pour annuler les forces de traction et en même temps il serre les freins. Le camion, qui roulait à la vitesse de 60km/h s'arrête sur un parcours de 200m. Calcule :
   a) L'intensité de la force de freinage.
   b) Le temps mis par le camion pour s'arrêter.

Exercice : 14

On considère un solide de masse m=200 g initialement en repos, il part du sommet A d'un plan incliné de pente 25%, il glisse le long de la grande pente AB = L =2m

1 / les frottements sont négligeables.

a) Calculer l'accélération du solide
b) Ecrire la loi horaire du mouvement du solide
c) Calculer la durée de la descente et la vitesse acquise au point B.

2/ les frottements sont considérés

a) En réalité, la durée du parcours est de 2s .calculer la norme de la force des frottements et la vitesse réelle au point B.

b) Calculer la norme de la réaction R du plan incliné. On donne g= 10m/s^2

Exercice : 15

Sur une route incliné AB, est placée un panneau de signalisation sur lequel est inscrit : pente 10% (c.-à-d. $\sin\alpha = 0{,}1$)

On propose alors de vérifier dans la suite l'exactitude de cette inscription.

On considère pour cela un véhicule qui aborde cette pente d'un angle α par rapport à l'horizontale, à partir d'un point A avec une vitesse VA=36km/h grace à une force motrice F parallèle à la ligne de plus grande pente, il atteint le point B avec une vitesse VB=72km/h. Le piods du véhicule est cinq fois plus grand que la force motrice. Les frottements sur ce plan sont équivalents à une force f opposée à la vitesse. Détermine :

1- L'accélération du véhicule
2- Etablis la relation donnant l'accélération en fonction de f, m, g et alpha
3- Calcule la pente de ce plan incliné
4- L'inscription du panneau est-elle exacte ?

On donne : AB=500 m ; F=P/5 ; f= 3500 N ; P=50.000N ; g=10m/s2

Exercice : 16

Un wagon de 20 tonnes se détache accidentellement d'un train immobile sur un plan incliné de pente 4%.

L'action des forces de frottement est équivalente à une force de même direction que la vitesse mais de sens contraire et d'intensité égale à 1/50 de son poids.

1-

a) Détermine la valeur de l'accélération du wagon le long de la voie supposé rectiligne du plan incliné.
b) Calcule la vitesse acquise après 500 m de parcours.

2-Après le parcours de 500 m, le wagon aborde un tronçon horizontal et s'arrête sous l'action des forces de frottements précédentes.

a) Calcule la nouvelle accélération du wagon durant cette phase.
b) Quelle distance va-t-il parcourir avant de s'arrêter ?

*Decelmar Danhe **NLEMVO** professeur certifié des lycées* *06 901 79 87/06 891 28 50*