TD#1 — Cinématique (Le Mouvement)

(Année universitaire 2017–2018 || L1 ST - Sem. 2 || Outils de Physique)

1 Vitesse moyenne et vitesse instantanée

Une particule se déplace le long de l'axe des x de telle sorte que $x(t) = 5\,t^2 + 1$, avec x en mètres et t en secondes. Calculer sa vitesse moyenne dans l'intervalle compris entre :

1. $2\,s$ et $2.1\,s$.
2. $2\,s$ et $2.0001\,s$.

Quelle est sa vitesse instantannée à $t = 2\,s$?

2 Gratte-ciel

On tire une balle verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de $98\,m/s$ depuis le toit d'un bâtiment de $100\,m$ de haut. Trouver :

1. la hauteur maximale atteinte par la balle,
2. la vitesse avec laquelle elle va toucher terre de nouveau,
3. le temps total écoulé.

On prendra $g = 9.8\,m/s^2$ et on négligera la résistance de l'air.

3 Mouvement curviligne uniformément accéléré

En partant des équations suivantes :

$$\vec{v}(t) = \vec{v_0} + \vec{a}\ t$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r_0} + \vec{v_0}\ t + \frac{1}{2}\ \vec{a}\ t^2$$

Démontrer que l'on a également :

$$v^2(t) - v_0^2 = 2\ \vec{a}\ (\vec{r}(t) - \vec{r_0})$$

4 Lancé du poids

Vous vous lancez dans le lancé du poids et tirez un poids de masse m avec un angle α vers le haut et avec une vitesse initiale v_0. Trouver :

1. la hauteur maximale atteinte h,
2. le temps de vol t_{vol},
3. la distance horizontale parcourue (portée) d.

On supposera votre force assez limitée pour pouvoir négliger à la fois la courbure de la Terre et la variation de la pesanteur avec l'altitude, et le poids assez dense pour négliger également la résistance de l'air.

5 Formule 1

Une Ferrari, allant à une vitesse constante de $250\,km/h$, passe devant la voiture d'Alonso initialement au repos sur le bas-côté de la piste de Formule 1 et qui part à sa poursuite avec une accélération constante de $5\,m/s^2$, le tout sur une ligne droite.

1. Au bout de combien de temps Alonso va-t-il rattraper la Ferrari ?
2. Quelle distance aura-t-il parcouru ?
3. À quelle vitesse s'opère le dépassement ?

6 Relativité ferroviaire

Un train traverse une gare avec une vitesse constante de $30\,m/s$. Une balle roule sur le plancher d'un wagon de ce train avec une vitesse constante par rapport au plancher de $15\,m/s$ dont le mouvement est tel que :

1. il a même direction et même sens que le mouvement du train.
2. il a même direction mais est de sens opposé à celui du train.
3. il a une direction perpendiculaire à celle du train.

Trouver dans chaque cas la norme (le module) de la vitesse de la balle par rapport à un observateur situé sur le quai.

7 Navigation fluviale

Un bateau pouvant aller à une vitesse constante de $6\,m/s$ par rapport à l'eau doit traverser un fleuve de largeur $L = 150\,m$. À cause du courant qui y règne (de vitesse constante $2\,m/s$), le bateau suit une trajectoire oblique qui du point A le fait arriver au point B' au lieu de B, B étant le point symétrique de A par rapport à l'axe porteur du fleuve.

1. En combien de temps le bateau fera-t-il sa traversée ?
2. De quelle distance BB' sera-t-il déporté ?

8 Chute libre limitée

Une masse ponctuelle m est abandonnée sans vitesse initiale au point A, à une hauteur $h = 5\,m$ au-dessus du sol. On la considère soumise à son seul poids (g=10 m/s^2).

1. Déterminer les expressions de sa position x et de sa vitesse v en fonction du temps.
2. On considère tout d'abord le cas idéal d'un rebond élastique sur le sol : la masse repart avec une vitesse opposée à sa vitesse d'arrivée. Calculer la hauteur maximale atteinte par la masse après le rebond.
3. Dans la réalité chaque choc de la masse avec le sol s'accompagne d'une dissipation d'énergie et le module de la vitesse diminue de 10 % à chaque choc. Décrire complètement trois rebonds de m.

9 Mouvements paramétrisés

1. On donne les équations paramétriques du mouvement d'un point M : $x = t^2$ et $y = 2\,t$ (où $t \geq 0$). Déterminer :
   (a) la trajectoire du point M.
   (b) le vecteur vitesse en coordonnées cartésiennes.
   (c) le vecteur accélération en coordonnées cartésiennes.
2. Même exercice que précédement avec $x = \cos(\omega t)$ et $y = \sin(\omega t)$.
3. Même exercice que précédement avec $x = 5\,\sin(2t)$ et $y = 3\,\cos(2t)$.

10 Révolution terrestre

La Terre tourne uniformément autour de son axe polaire.

1. Trouver sa vitesse angulaire $\dot{\theta}$ (en rad/s). La recalculer en tenant compte de la correction à y appliquer[1].
2. En fonction de la latitude λ d'un point M (l'angle entre le rayon terrestre partant de l'équateur et celui partant justement du point M à la surface de la Terre), trouver également la vitesse et l'accélération linéaires en M.
3. Où cette vitesse est-elle maximum ? Quelle y est sa valeur ?
4. Et ici ?

On négligera le relief terrestre en supposant la Terre comme étant une sphère de rayon constant $r = 6350\,km$.

[1] Lorsque la Terre a terminé une révolution autour de son axe polaire (*jour sidéral*), en un point quelconque M sur la surface de la Terre la journée n'y est pas complêtement terminée... Il manque environ $240\,s$.