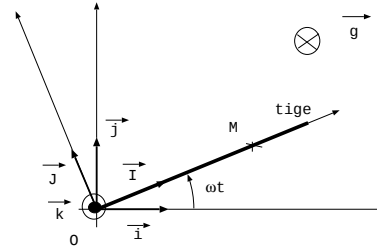


TD cinématique des changements de référentiel

I. Anneau sur une tige

Une tige horizontale de longueur l est soudée en O à un axe vertical Oz tournant à la vitesse angulaire ω constante. Un anneau assimilé à un point matériel M peut glisser sans frottement sur la tige. On étudie le mouvement de l'anneau dans le référentiel lié à la tige $\mathcal{R}'(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ ($(O, \vec{i})$ désigne la direction de la tige). On note X l'abscisse de M sur la tige.

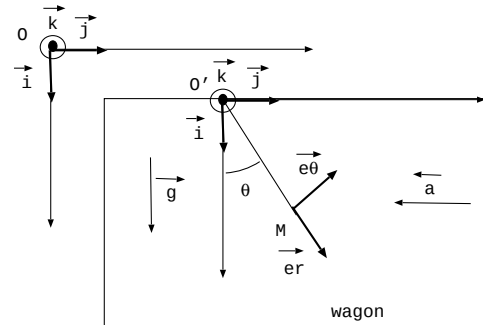


$\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ est le référentiel fixe lié au sol.

1. Quel est le mouvement de M dans $\mathcal{R}'$? en déduire l'expression de sa vitesse relative et de son accélération relative dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$.
2. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ par rapport à $\mathcal{R}$. En déduire l'expression de l'accélération d'entraînement et de l'accélération de Coriolis de M en fonction des données dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$.

II. Pendule dans un train

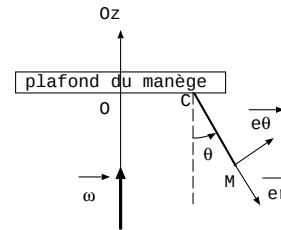
Un pendule est constitué d'un point matériel M suspendu par un fil de longueur l accroché en O' au plafond d'un train. Le train est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'accélération $\vec{a} = -a\vec{j}$ (avec $a > 0$). Soit $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ le référentiel lié à la terre et $\mathcal{R}'(O', \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ le référentiel lié au train. On note θ l'angle entre le fil et la verticale descendante.



1. Quel est le mouvement de M dans $\mathcal{R}'$? en déduire l'expression de sa vitesse relative et de son accélération relative dans la base $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$.
2. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ par rapport à $\mathcal{R}$. En déduire l'expression de l'accélération d'entraînement et de l'accélération de Coriolis de M .

III. Pendule dans un manège

Soit un manège en rotation à la vitesse angulaire ω constante autour de l'axe vertical Oz . Un pendule assimilé à un point matériel M accroché à un fil de longueur l est suspendu au plafond du manège en un point C (on note $d = OC$). Soit $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ le référentiel lié à la terre et $\mathcal{R}'(O, \vec{i}', \vec{j}', \vec{k})$ le référentiel lié au manège. On note θ l'angle entre le fil et la verticale descendante.



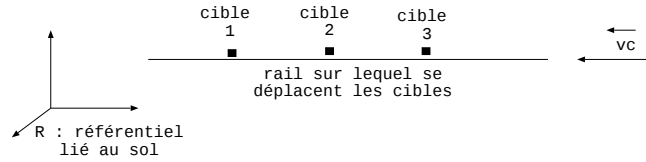
1. Quel est le mouvement de M dans $\mathcal{R}'$? en déduire l'expression de sa vitesse relative et de son accélération relative dans la base $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$.
2. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ par rapport à $\mathcal{R}$. En déduire l'expression de l'accélération d'entraînement de M en fonction de ω , l , d et θ dans la $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$.

IV. La fête foraine

A la fête foraine, des cibles se déplacent sur un rail rectiligne à la vitesse constante $\vec{v}_c$ par rapport au sol.

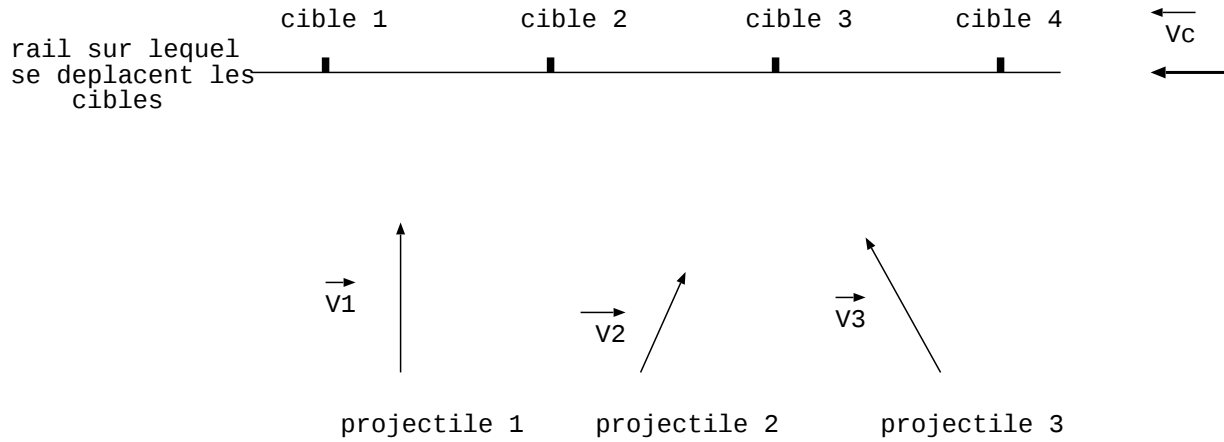
Trois enfants envoient des projectiles différents au même instant t , avec des vitesses $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_3$ par rapport au sol.

On définit le référentiel $\mathcal{R}$ lié au sol et le référentiel $\mathcal{R}'$ lié aux cibles ayant pour origine la cible 1.



1. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ dans $\mathcal{R}$. Ecrire la loi de composition des vitesses en précisant l'expression de la vitesse d'entraînement d'un point M .

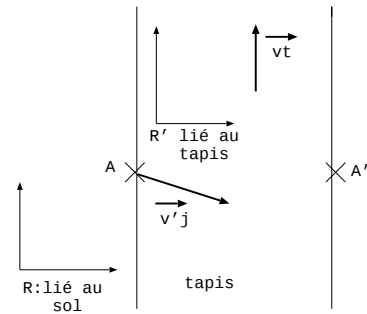
2. On donne la position des cibles, la position des projectiles et leur vitesse dans $\mathcal{R}$ à l'instant t (on néglige les frottements et l'action de la pesanteur donc la vitesse des projectiles par rapport au sol est constante). Compléter le schéma en traçant les vecteurs vitesses des projectiles à l'instant t par rapport à $\mathcal{R}'$ et en déduire les trajectoires des projectiles par rapport aux cibles. En déduire les cibles atteintes.



Réponses: les cibles 2 et 4 sont atteintes

V. Traversée d'un tapis roulant

Lors d'un jeu télévisé, un joueur A doit traverser un tapis roulant de largeur d , pour donner un paquet à un second joueur B. Le tapis se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_t$ par rapport au sol. Lorsque le joueur court sur le tapis, sa vitesse par rapport au tapis est $\vec{v}'_j$ constante, sa vitesse par rapport au sol est $\vec{v}_j$. On note A' le point de l'autre côté du tapis en face du joueur A. On note $\mathcal{R}(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ le référentiel lié au sol et $\mathcal{R}'(O', \vec{e}'_x, \vec{e}'_y, \vec{e}'_z)$ le référentiel



1. Ecrire la loi de composition des vitesse pour un point M .

2. Le joueur A se déplace avec une vitesse perpendiculaire au bord du tapis, $\vec{v}'_j$ par rapport à $\mathcal{R}'$. Exprimer la distance $A'B$ où B est la position du joueur qui réceptionne le paquet ? Quelle distance a parcouru le joueur A sur le tapis ? Quelle distance a parcouru le joueur A par rapport au sol ? Quel est le temps t_1 de traversée du tapis ?

3. Pour le deuxième essai, le joueur B est posté en A' , en face du joueur A. Dans quelle direction A doit-il courir ? Quelle distance a parcouru le joueur A sur le tapis ? Quelle distance a parcouru le joueur A par rapport au sol ? Quel est le temps de traversée t_2 ?

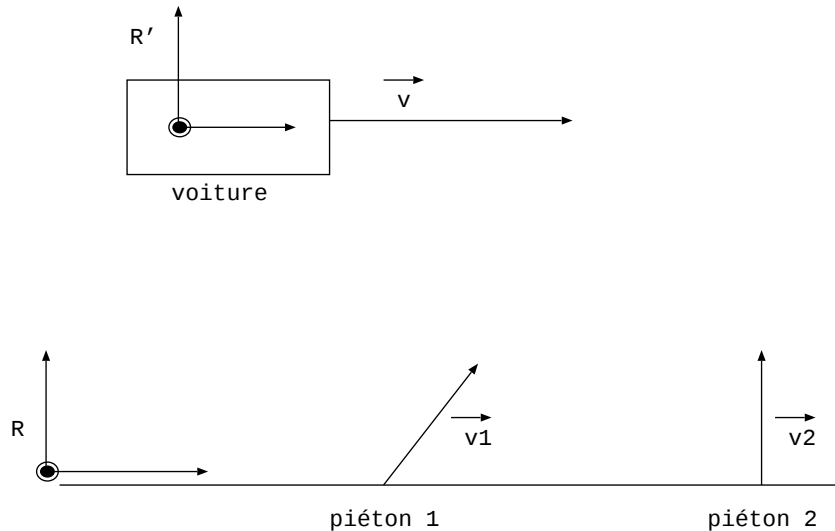
Réponses: 2- $A'B = \frac{dv_t}{v'_j}$ et $t_1 = \frac{a}{v_j}$ 3- $t_2 = \frac{d}{\sqrt{(v'_j)^2 - v_t^2}}$

VI. Traversée d'une route

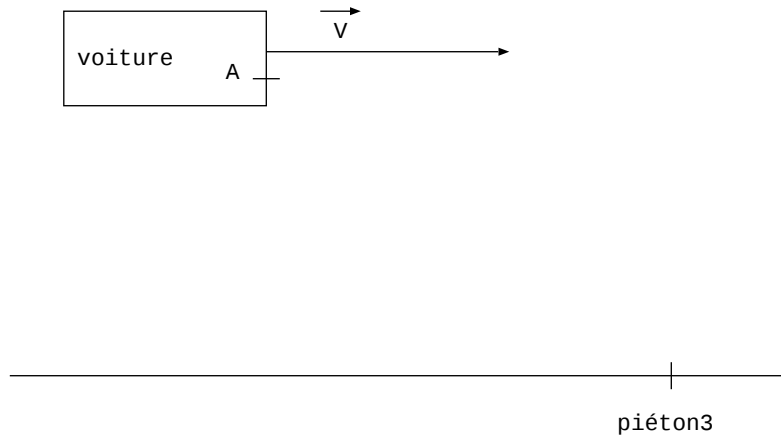
Deux piétons P_1 et P_2 traversent une route et partent à un même instant t avec des vitesses constantes $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ par rapport au sol. A ce même instant, une voiture se trouve sur la chaussée et avance à vitesse constante $\vec{v}$ par rapport au sol (mouvement rectiligne uniforme).

On définit le référentiel $\mathcal{R}$ lié au sol et le référentiel $\mathcal{R}'$ lié à la voiture.

1. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ dans $\mathcal{R}$. Ecrire la loi de composition des vitesses en précisant l'expression de la vitesse d'entraînement d'un point M .
2. Compléter le schéma en portant les vitesses des piétons dans $\mathcal{R}'$. En déduire les trajectoires des piétons P_1 et P_2 par rapport à la voiture (trajectoires vues par le conducteur de la voiture). Les piétons sont-ils en danger?



3. Le piéton 3 percute la voiture en A , construire un vecteur vitesse $\vec{v}_2$ par rapport au sol correspondant à cette situation.



Réponses: 2- P_2 est en danger