

CHANGEMENT DE REFERENTIEL - EXERCICES

1. Rameur et marcheur :

Un rameur part d'un point A de la berge pour aller jusqu'à un point B de la berge avant de revenir au point A. Le fleuve coule à la vitesse v_0 par rapport à la berge, et le rameur avance à vitesse $V > v_0$ par rapport au fleuve.

Sur la berge, un marcheur suit le même parcours, à la vitesse V par rapport au sol.

Lequel des deux est de retour en A le premier ?

Réponse : c'est le marcheur !

2. Chute de neige :

Un automobiliste observe que la neige tombe en faisant un angle de 80° avec la verticale lorsqu'il roule à $v = 30 \text{ km.h}^{-1}$. Lorsqu'il s'arrête, il constate que la neige tombe verticalement.

Calculer la vitesse de chute de la neige par rapport au sol puis par rapport à la voiture lorsqu'il roule.

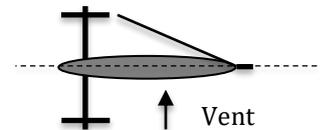
Réponse : $v = 5,3 \text{ km.h}^{-1}$.

3. Char à voile :

Un char à voile se déplace en ligne droite perpendiculaire au vent de vitesse $v_0 = 50 \text{ km.h}^{-1}$. La voile fait un angle de 30° avec la direction du mouvement.

Quelle est la vitesse maximale du char avec ce vent ?

Réponse : $v_{max} = 87 \text{ km.h}^{-1}$.



4. Expérience de Michelson (1881) :

Cette expérience était destinée à mettre en évidence le mouvement de la terre par rapport à l'éther, milieu « fixe » par rapport auquel la lumière se propagerait à la célérité C .

On suppose – comme à cette époque – la loi de composition des vitesses valide pour la lumière.

Le montage est constitué d'une lame séparatrice permettant à la lumière de se réfléchir sur le miroir M_1 ou sur M_2 . Les deux miroirs sont équidistants de la séparatrice, avec $l = OM_1 = OM_2 = 1,2 \text{ m}$.

On suppose que tout le montage est animé d'un mouvement de translation par rapport à l'éther à vitesse constante :

$$\vec{v} = v \cdot \vec{e}_x$$

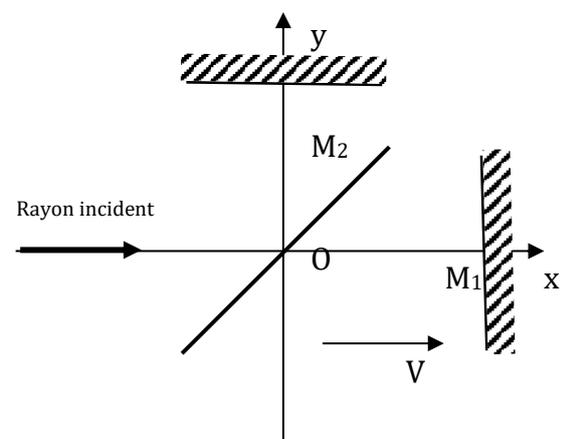
a) Exprimer la durée Δt_1 mise par la lumière pour parcourir l'aller-retour du point O au miroir M_1 .

b) Exprimer la durée Δt_2 mise par la lumière pour parcourir l'aller-retour du point O au miroir M_2 .

c) L'expérience donne accès à la grandeur $d = C (\Delta t_1 - \Delta t_2)$. Calculer d à l'ordre le plus bas en v/C et évaluer sa valeur numérique si $v = 30 \text{ km.s}^{-1}$.

d) On tourne le dispositif d'un quart de tour ; quelle est la nouvelle valeur de d ?

e) L'expérience ne montra aucune variation de d ; pourquoi ?



5. Tour de manège :

Un manège d'enfants tourne à vitesse angulaire constante ω autour d'un axe Oz.

Le propriétaire se déplace sur la plate-forme pour ramasser les billets : il part à $t = 0$ du centre et suit - par rapport au manège - un rayon avec une vitesse de norme constante V_r .

a) Déterminer sa vitesse absolue.

b) Quelle est, en coordonnées cylindriques, l'équation de sa trajectoire :

- par rapport au sol (référentiel absolu) ;
- par rapport au manège (référentiel relatif).

6. Bille sur une barre en rotation :

Une bille de masse m peut coulisser sans frottements sur une tige horizontale tournant avec la vitesse angulaire ω constante autour d'un axe vertical fixe.

- 1) Définir un référentiel absolu et un référentiel relatif, y associer deux repères.
- 2) Ecrire l'expression de la position de la bille dans les deux repères définis.
- 3) Ecrire l'expression de la vitesse relative de la bille, puis calculer sa vitesse absolue.
- 4) Ecrire l'expression de l'accélération relative de la bille, puis calculer son accélération absolue.
- 5) Reprendre l'exercice avec une tige inclinée d'un angle α par rapport à la verticale.

7. Entraînement aux fortes gravités :

A quelle vitesse doit tourner une centrifugeuse de rayon $R = 10$ m pour reproduire une accélération de $9g$? De quel type d'accélération s'agit-il ?

8. Manège du Palais de la Découverte :

Joseph et Leard se trouvent sur un manège qui tourne à vitesse angulaire ω constante.

A un instant $t = 0$, Joseph, situé sur le bord en un point A lance une balle vers Leard, situé en B.

- 1) Faire un schéma et définir les référentiels en présence. Associer des repères.
- 2) Après son lancement, la balle garde une vitesse horizontale de direction constante et de norme constante. Dans quel référentiel ?
- 3) Dessiner les vecteurs vitesse absolue, vitesse d'entraînement et vitesse relative de la balle.
- 4) Pour Joseph, la balle part-elle vers la droite ou vers la gauche de Leard ?

<https://www.youtube.com/watch?v=Q5W35C07DCK>

9. Durée de vol (*) :

Quelle sera la durée du vol en ligne droite d'un avion sur le trajet aller-retour Paris Marseille si durant tout le vol le vent souffle à une vitesse u avec un angle α par rapport à la voie aérienne ? La vitesse de l'avion par rapport à l'air est égale à v et la longueur de la voie aérienne est L .

Avec quelle direction du vent la durée du vol sera-t-elle maximale ?

$$\text{Réponse : } \Delta t = \frac{2L\sqrt{v^2 - u^2 \sin^2 \alpha}}{v^2 - u^2}$$

10. Course (*) :

Deux étudiants, Gurkan et Melih, participent à une course poursuite amicale. Ils dessinent un cercle de rayon R sur le sol. Gurkan part d'un point de la circonférence et Melih, du centre du cercle. Ils commencent à courir simultanément. A chaque instant, Gurkan court à vitesse constante v le long du périmètre, tandis que Melih court en direction de Gurkan à vitesse u ($u < v$). Après un moment, Melih remarque que la distance entre eux ne varie plus. Quelle est alors cette distance ?

$$\text{Réponse : } d = R \sqrt{1 - \left(\frac{u}{v}\right)^2}$$

11. Sportifs (*) :

Des sportifs courent en file indienne de longueur L à une vitesse V . L'entraîneur court à leur rencontre à vitesse $U < V$. En arrivant au niveau de l'entraîneur chaque sportif fait demi-tour et court en sens inverse avec une vitesse de même module V .

Quelle est la longueur de la file lorsque tous les sportifs ont fait demi-tour ?

$$\text{Réponse : } L' = L (V - U) / (V + U).$$