

Changements de référentiel

Question de cours

- Comment définit-on un référentiel ?
- Quels sont les deux grands types de mouvement d'un référentiel par rapport à un autre ?
- Rappeler la formule qui exprime la dérivée d'un vecteur dans un référentiel $\mathscr{R}$ en fonction de la dérivée de ce vecteur dans un autre référentiel $\mathscr{R}'$.
- Qu'appelle-t-on point coïncidant ?
- Donner, puis établir, la loi de composition des vitesses.
- Qu'appelle-t-on vitesse d'entraînement ?
- Donner son expression dans les deux cas élémentaires du programme.
- Donner la loi de composition des accélérations.
- Définir l'accélération d'entraînement. Donner son expressions dans les deux cas élémentaires du programme.
- Donner l'expression de l'accélération de Coriolis.
- Dans le cas d'un référentiel $\mathscr{R}'$ en rotation uniforme par rapport au référentiel $\mathscr{R}$, quelle est l'expression de l'accélération d'entraînement du point M lorsque celui-ci se trouve à une distance r de l'axe de rotation ?
- Quel est le mouvement relatif de deux référentiels galiléens ?

Applications directes du cours

1 Un batelier est sur une rive et doit traverser une rivière avec une barque motorisée. Le moteur est capable, à chaque instant, de propulser la barque à une vitesse de $v_B = 8$ km/h par rapport à l'eau. Le courant de la rivière a une vitesse de $v_0 = 5$ km/h.
a) Si le batelier met le cap sur la rive d'en face, où arrive-t-il ?
b) Comment le batelier fait-il pour traverser la rivière perpendiculairement aux rives ?

2 Le passager d'une voiture observe que la pluie tombe en formant un angle de $\theta = 50^o$ par rapport à la verticale lorsqu'il roule à 50 km.h^{-1}. Lorsque la voiture s'arrête au feu, le passager constate que la pluie tombe verticalement. Calculer la vitesse de la pluie par rapport au sol puis par rapport à la voiture quand elle roule à 50 km.h^{-1}.

---

1 a) $HA = d\dfrac{v_0}{v}$ b) $\sin\alpha = \dfrac{v_0}{v_1}$. 2 $v_p = v_0/\tan\theta$, 29 km.h^{-1}

Exercices

1. Aller-retour

Deux bouées B_1 et B_2, distantes de L sont situées sur un canal, dont le courant de l'eau a pour vitesse uniforme v_o par rapport aux berges et s'écoule de B_1 vers B_2. Ces bouées sont fixes par rapport aux berges. Un rameur, assimilé à un point matériel M, effectue un aller-retour entre les deux bouées, sa vitesse par rapport au courant gardant toujours la même norme égale à v telle que $v > v_o$.

1. Exprimer les vitesses $\overrightarrow{v^+}$ et $\overrightarrow{v^-}$ du rameur par rapport aux berges, respectivement au cours des trajets $B_1 \longrightarrow B_2$ et $B_2 \longrightarrow B_1$.
2. En déduire la durée T de l'aller-retour du rameur entre les bouées.
3. Quelle est la durée T' mise par une personne marchant sur les berges avec la même vitesse v que celle du rameur par rapport au courant, et qui effectue le même aller-retour entre les bouées ?

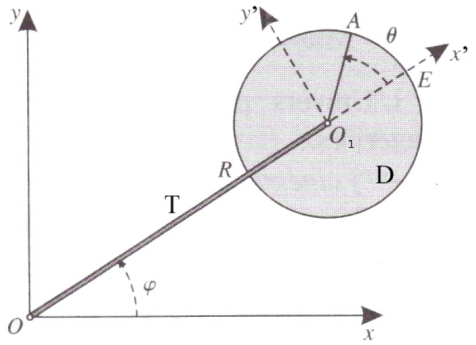
2. Manège

Un manège pour enfants tourne à une vitesse angulaire constante ω autour de son axe de rotation (Oz). le directeur du manège se déplace radialement à la vitesse $\overrightarrow{v_0} = v_0\overrightarrow{u_r}$ constante dans le référentiel tournant du manège. À l'instant $t = 0$, il est au centre du manège.

1. Déterminer la vitesse et l'accélération du directeur du manège dans le référentiel tournant puis dans le référentiel lié au sol à un instant t quelconque.
2. Le directeur s'arrête de marcher à une distance r_0 du centre. Quelles sont alors la vitesse et l'accélération du directeur dans le référentiel tournant puis dans le référentiel lié au sol ?
3. Cette fois, le directeur part du centre à accélération constante par rapport au manège $\overrightarrow{a_0} = a_0\overrightarrow{u_r}$. Utiliser la composition ds accélérations pour déterminer son accélération dans le référentiel terrestre.

3. Disque tournant au bout d'un bras

Une tige $T = OO_1$, de longueur $L = 40$ cm, tourne dans le plan (Oxy) lié à un référentiel $(\mathcal{R})$ avec la vitesse angulaire $\dfrac{d\varphi}{dt} = \Omega$ constante. Son extrémité O_1 est le centre d'un disque D de rayon $a = 10$ cm. On souhaite analyser le mouvement d'un point A du pourtour de D. Pour cela, on repère sa position par l'angle θ que fait $\overrightarrow{O_1A}$ avec $\overrightarrow{OO_1}$. Soit $(\mathcal{R}')$ le référentiel de la tige, muni du repère (O_1, x', y', z) de centre O_1 et tel que l'axe O_1x' soit défini par OO_1.



1. Donner les expressions vectorielles des vitesses $\overrightarrow{v}(O_1/\mathcal{R})$ et $\overrightarrow{v}(A/\mathcal{R}')$. Exprimer ces vecteurs dans la base associée à $\mathcal{R}'$.

2. En déduire, en fonction des angles et de leurs dérivées, les composantes de $\overrightarrow{v}(A/\mathcal{R})$ dans la base de $\mathcal{R}'$.

3. Que deviennent ces composantes lorsque $\theta = 0$ et $\theta = \pi$? Comparer les expressions obtenues à la vitesse de O_1 par rapport à $(\mathcal{R})$.

4. Chute de bille

On laisse tomber d'un immeuble de hauteur h une bille sans vitesse initiale. La chute de celle-ci s'effectue à la verticale selon un mouvement uniformément accéléré d'accélération $\vec{g}$ dans le référentiel terrestre.
Quelle est la trajectoire de la bille dans un référentiel lié à une voiture se déplaçant suivant un mouvement rectiligne et uniforme de vitesse $\vec{u}$ horizontale et passant à la verticale de la chute au moment du lâcher ?

Résolution de problème

5. Trottoir roulant rapide

Le trottoir roulant rapide (TRR) est un tapis roulant expérimental qui a été installé en 2002 à la station Montparnasse - Bienvenüe du métro de Paris. Il a atteint pendant une période la vitesse de 11 km/h (3 m/s) contre 3 km/h (0,8 m/s) pour les tapis roulants adjacents. Il a été démonté en septembre 2009 pour être remplacé par un tapis roulant classique en mars 2011.

D'une longueur de 180 mètres environ, le trottoir roulant rapide permettait de relier les lignes 4 et 12, d'une part, aux lignes 6 et 13 et à la gare SNCF, d'autre part.

À la vitesse de 11 km/h, il devait procurer un gain de 15 minutes par semaine à un usager quotidien.

Vérifier la dernière allégation.



https ://commons.wikimedia.org/w/index.php ?curid=380569