

Chap.1 Activités

Changements de référentiels – Cinématique

1. Relativité du mouvement

1.2. Définition d'un référentiel (rappel)

Activité 1 : S'approprier

- A. Faire un schéma du pendule simple. Proposer un repère qui définit le « référentiel terrestre »
- B. Définir le repère polaire qui permet d'étudier efficacement le pendule simple
- C. Si l'on choisit ce repère polaire comme référentiel, quel est alors le mouvement du pendule ?
- D. Quelle est la différence entre un repère et un référentiel ?

2. Description du mouvement d'un référentiel par rapport à un autre

2.3. Cas particulier n°1 : mouvement de translation

Activité 2 : S'approprier

Dans l'exemple du vélo, on choisit le référentiel terrestre comme référentiel absolu R_1 , et le référentiel lié au cadre du vélo comme référentiel relatif R_2 . On note $\vec{V}(t)$ la vitesse d'un point du cadre par rapport au sol. C'est une donnée de l'énoncé, et cette vitesse n'est pas nécessairement constante.

- A. Dessiner un repère fixe dans le référentiel absolu
- B. Dessiner un repère fixe dans le référentiel relatif
- C. En déduire que le référentiel lié au cadre du vélo est en translation par rapport au sol
- D. Quelle grandeur permet alors de caractériser le mouvement du référentiel relatif ?

2.4. Cas particulier n°2 : mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe

Activité 3 : S'approprier

On considère l'exemple d'un tourniquet représenté par un plateau horizontal en rotation uniforme autour d'un axe vertical fixe dans le référentiel terrestre. La rotation s'effectue dans le sens positif, défini par rapport à la verticale ascendante. On choisit le référentiel terrestre comme référentiel absolu R_1 , et le plateau du tourniquet comme référentiel relatif R_2 .

- A. Dessiner un repère fixe dans le référentiel absolu
- B. Dessiner un repère fixe dans le référentiel relatif
- C. Représenter sur le schéma l'angle θ permettant de repérer la rotation du référentiel relatif
- D. Définir mathématiquement la vitesse angulaire de rotation de R_2 dans R_1

2.5. Ne pas confondre translation circulaire et rotation

Activité 4 : Exemples classiques

- A. Le référentiel géocentrique R_2 est-il en rotation dans le référentiel héliocentrique R_1 ?
- B. Le référentiel terrestre R_2 est-il en rotation dans le référentiel héliocentrique R_1 ?
- C. L'orbite lunaire est circulaire et la Lune présente toujours la même face à la Terre. Montrer que le *référentiel lunaire* R_2 (axes solidaires de la Lune) est en rotation uniforme par rapport au référentiel géocentrique R_1
- D. Un train roule à vitesse constante sur une voie effectuant un virage circulaire de rayon de courbure R . Le train étant très court à l'échelle de l'arc de cercle symbolisant le virage, on peut le considérer comme un solide. Montrer que le référentiel lié au train est en rotation uniforme par rapport au référentiel terrestre. Préciser la vitesse angulaire de cette rotation.

3. Référentiel relatif R_2 en translation : lois de composition

3.4. Exemple : mouvement de la valve d'une roue de vélo

Activité 5 : Exemple canonique ★

Reprenons l'étude du mouvement de la valve d'une roue. Le mouvement de la valve dans R_2 est simple : c'est une trajectoire circulaire, et la vitesse relative est donc facile à exprimer mathématiquement. On cherche alors à en déduire la vitesse absolue (plus difficile a priori) grâce à la loi de composition des vitesses. Dans les paragraphes précédents, on rappelle qu'on a défini des repères cartésiens fixes dans R_1 et R_2

- A. Définir un repère polaire *mobile* dans R_2 qui permet de repérer le plus efficacement la position de la valve
- B. Exprimer la vitesse de la valve dans R_2 en fonction des coordonnées polaires
- C. Grâce au point coïncident, exprimer la vitesse d'entraînement en fonction de $\vec{V}(t)$
- D. En déduire l'expression de la vitesse de la valve dans R_1 en fonction des coordonnées introduites
- E. Faire de même pour exprimer l'accélération de la valve dans R_1

4. Référentiel R_2 en rotation uniforme autour d'un axe fixe : lois de composition

4.4 Exemple : mouvement d'une bille sur un tourniquet

Activité 6 : Exemple canonique ☆

Reprenons l'exemple du tourniquet. A l'instant $t = 0$, une bille est lancée depuis le centre du tourniquet avec un vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ connu. On assimile le mouvement de la bille à celui d'un point matériel ne subissant **aucun frottement**. On rappelle que l'on a déjà défini des repères fixes dans chacun des deux référentiels. On suppose le référentiel terrestre R_1 galiléen.

- ❖ A $t = 0$, pourquoi n'a-t-on pas besoin de préciser le référentiel dans lequel est défini « $\vec{v}_0$ » ?
- ❖ Par application de la 2^e loi de Newton, montrer que la bille est en TRU dans le référentiel absolu.

Sans perte de généralité, on peut s'arranger pour définir l'axe $\vec{e}_x$ de R_1 confondu avec la direction et le sens de $\vec{v}_0$. La vitesse (resp. l'accélération) absolue s'exprime alors très simplement. On souhaite maintenant établir l'expression de la vitesse (resp. l'accélération) relative.

- ❖ A l'instant t , identifier le point coïncident, puis exprimer la vitesse d'entraînement en fonction de v_0 et t
- ❖ En déduire la vitesse de la bille dans le référentiel du tourniquet
- ❖ L'expression semble-t-elle qualitativement compatible avec la vidéo associée (cf. premier paragraphe)
- ❖ Exprimer l'accélération d'entraînement en fonction de ω, v_0, t
- ❖ Exprimer l'accélération de Coriolis
- ❖ Vérifier que les formules générales de la vitesse et de l'accélération d'entraînement donnent bien les mêmes résultats