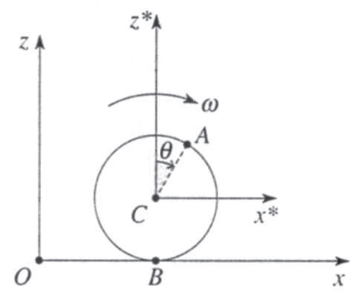
Changements de référentiels

Exercice 1. Aller et retour sur un fleuve.
Un rameur s'entraîne sur un fleuve en effectuant le parcours aller et retour entre deux points A et B , distants de l. Il rame à vitesse constante v par rapport au courant. Le fleuve coule de A vers B à la vitesse u . Son entraîneur l'accompagne à pied le long de la rive en marchant à la vitesse v sur le sol, il fait lui aussi l'aller et retour entre A et B . Seront-ils de retour en même temps au point de départ ? Si non, lequel des deux (rameur ou entraîneur) arrivera le premier en A ? Commenter.

Exercice 2. Chute de pluie dans deux référentiels.
En roulant sous la pluie à $110\,km.h^{-1}$ sur une autoroute plane, un conducteur remarque que les gouttes de pluie ont, vues à travers les vitres latérales de sa voiture, des trajectoires qui font un angle de 80° avec la verticale. Ayant arrêté sa voiture, il remarque que la pluie tombe en fait verticalement. Calculer la vitesse de la pluie par rapport à la voiture immobile et par rapport à la voiture se déplaçant à $110\,km.h^{-1}$.

Exercice 3. Effet Doppler.
Un émetteur E , animé de la vitesse $\mathbf{v}$ uniforme par rapport à un observateur O, envoie des signaux se propageant à la vitesse u dans le référentiel lié à O. On appellera v_r la composante de $\mathbf{v}$ dans la direction d'émission des signaux.
L'émetteur E envoie un signal à l'instant t_1 où la distance entre O et E est r_1. Il envoie le signal suivant à l'instant t_2.
1. Déterminer les instants t'_1 et t'_2 de réception des deux signaux consécutifs par l'observateur O.
2. L'émetteur envoie des signaux avec une fréquence f. Quelle est la fréquence f' perçue par l'observateur ? Comparer f et f' dans le cas où l'émetteur s'éloigne de l'observateur et dans le cas où il s'en rapproche.
3. Le mouvement d'un vaisseau spatial qui s'approche de la Lune est purement radial (sa vitesse est orthogonale à la surface lunaire). Ce vaisseau envoie vers la Lune un signal radio de fréquence $3,0\,GHz$; il reçoit de la Lune un écho décalé de $20\,kHz$. Quelle est la vitesse du vaisseau spatial par rapport à la Lune ? On prendra $c = 3.10^8\,m.s^{-1}$.

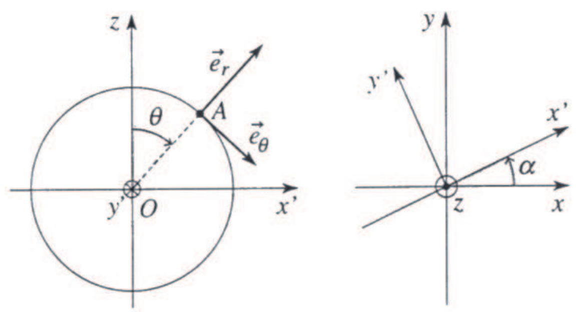
Exercice 4. Composition d'un mouvement de translation et d'un mouvement de rotation.
Un disque de rayon R tourne uniformément autour de son axe à la vitesse angulaire ω dans le sens horaire. Son centre C se déplace sur la droite horizontale $z = R$, à la vitesse constante V.



Soit $\mathcal{R}$ le référentiel fixe $(O; x, z)$ et $\mathcal{R}^*$ le référentiel $(C; x^*, z^*)$.
A est un point du cercle repéré par l'angle $\theta = (Cz^*, \mathbf{CA})$.
1 Exprimer, dans la base $(\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_z)$, les vecteurs vitesse et accélération de A par rapport $\mathcal{R}^*$.
2. Exprimer, dans la base $(\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_z)$, les vecteurs vitesse et accélération de A par rapport à $\mathcal{R}$.
3. Quelle vitesse faut-il donner à C pour que le point B ait une vitesse nulle par rapport $\mathcal{R}$? Soit V_{cr} cette vitesse.
4. Déterminer les équations paramétriques $\{x(\theta), z(\theta)\}$ de la trajectoire sachant que pour $\theta = 0$, A et C sont sur l'axe (Oz). Représenter l'allure de la trajectoire dans les trois cas suivants : a) $V < V_{cr}$; b) $V = V_{cr}$; c) $V > V_{cr}$.

Exercice 5. Composition de deux mouvements circulaires.

Un point A se déplace sur un cercle $\mathcal{C}$ de rayon r, de centre 0 ; $\mathcal{C}$ est vertical et tourne autour d'un de ses diamètres (Oz) à la vitesse angulaire constante ω. Soit :
$\theta = (Oz, \mathbf{OA})$;
α l'angle entre un plan vertical fixe (xOz) et le plan du cercle ;
$\mathcal{R}$ le référentiel fixe $(O; x, y, z)$;
$\mathcal{R}'$ le référentiel $(O; x', y', z')$ lié au cercle.



Tous les vecteurs seront exprimés dans la base $(\mathbf{e}'_x, \mathbf{e}'_y, \mathbf{e}'_z)$ liée au référentiel tournant $\mathcal{R}'$, sauf indication contraire.
1. Exprimer le vecteur position $\mathbf{OA}$. En déduire par le calcul direct les vecteurs vitesse et accélération de A dans $\mathcal{R}$, exprimés dans la base de $\mathcal{R}'$.
2. Exprimer en fonction de θ les vecteurs vitesse et accélération de A par rapport à $\mathcal{R}'$ dans la base des coordonnées polaires sur le cercle, puis dans la base de $\mathcal{R}'$.
3. Déterminer la trajectoire du point coïncidant P dans le référentiel $\mathcal{R}$. Exprimer alors la vitesse d'entraînement et les accélérations d'entraînement et de Coriolis du point A.
4. En déduire, en appliquant les lois de composition des vitesses et des accélérations, les vecteurs vitesse et accélération de A par rapport à $\mathcal{R}$, exprimés dans la base de $\mathcal{R}'$. Montrer que l'on retrouve bien le résultat de la question 1.