

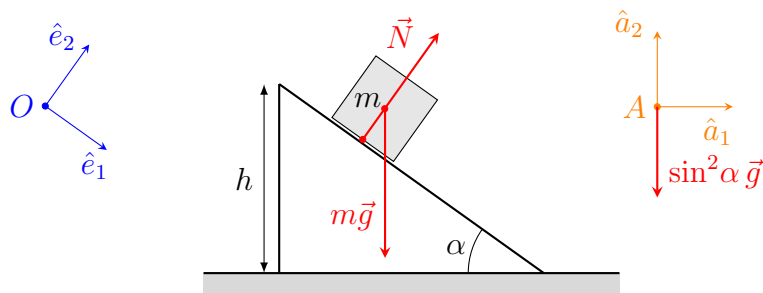
Ces exercices mettent en application, dans des cas simples, les notions et exemples vus au cours. Ils sont donc à faire avant les problèmes proposés en séance d'exercice.

Série 14 : référentiels tournants

1. Le théorème de l'énergie cinétique dans un référentiel accéléré

Nous allons nous intéresser au théorème de l'énergie cinétique dans deux cas particuliers de référentiels accélérés.

- (a) **Cas d'un référentiel en chute (presque) libre** Un bloc de masse m est déposé au sommet d'un plan incliné d'un angle α . Le plan incliné a une hauteur h et on suppose que tous les frottements à sa surface sont négligeables. Nous allons considérer le mouvement du bloc selon deux référentiels : un référentiel fixe $(O, \hat{e}_1, \hat{e}_2)$ selon le plan et un référentiel horizontal-vertical $(A, \hat{a}_1, \hat{a}_2)$ soumis à une accélération verticale $\sin^2 \alpha \vec{g}$. Remarquons que cette accélération est identique à l'accélération verticale que subit le bloc. En effet, selon \hat{e}_1 , le bloc a une accélération $\sin \alpha g$ et sa projection selon la verticale est donc $\sin^2 \alpha \vec{g}$.



Le bloc et le référentiel A sont initialement au repos dans le référentiel fixe.

- Déterminer la vitesse du bloc à chaque instant dans chacun des référentiels, ainsi que la durée du parcours.
 - Calculer alors la variation d'énergie cinétique entre le haut et le bas du plan incliné dans chacun des référentiels.
 - Déterminer les forces agissant sur le bloc du point de vue du référentiel accéléré, ainsi que le travail de ces forces entre le haut et le bas du plan incliné. On aboutit ainsi à la conclusion que le théorème de l'énergie cinétique est bien vérifié dans le référentiel accéléré.
- (b) **Cas d'un référentiel en rotation uniforme**

Nous allons réexaminer la situation de l'exercice 2 de la série préparatoire précédente (paquet envoyé sur une planète en rotation uniforme).

- A l'aide des vitesses discutées dans la série précédente, déterminer, relativement à chacun des référentiels fixe \mathcal{O} et accéléré \mathcal{A} , la variation d'énergie cinétique entre le moment où le paquet est envoyé et celui où il percute la planète.

- ii. Déterminer les forces agissant sur le paquet du point de vue du référentiel accéléré \mathcal{A} , ainsi que le travail de ces forces entre le moment où le paquet est envoyé et celui où il percute la planète.

On aboutit ainsi à la conclusion que le théorème de l'énergie cinétique est bien vérifié dans le référentiel \mathcal{A} .

2. Un paquet (suite...)

Comme dans l'exercice de la série précédente, un paquet de poids négligeable est envoyé sur une planète en rotation. Le centre A de la planète est immobile.

On considère le mouvement du paquet dans deux référentiels : \mathcal{O} est lié aux étoiles fixes et \mathcal{A} est lié à la planète. Les repères respectifs sont $(O\hat{e}_1\hat{e}_2\hat{e}_3)$ et $(A\hat{a}_1\hat{a}_2\hat{a}_3)$. Ces repères coïncident à $t_0 = 0$.

Le paquet passe à l'instant $t_0 = 0$ en un point P_{init} situé à une hauteur H au-dessus d'un point $P_{\text{éq}}$ sur l'équateur. Pendant sa descente, la planète effectue deux tours sur elle-même et le paquet atteint la surface en $P_{\text{éq}}$.

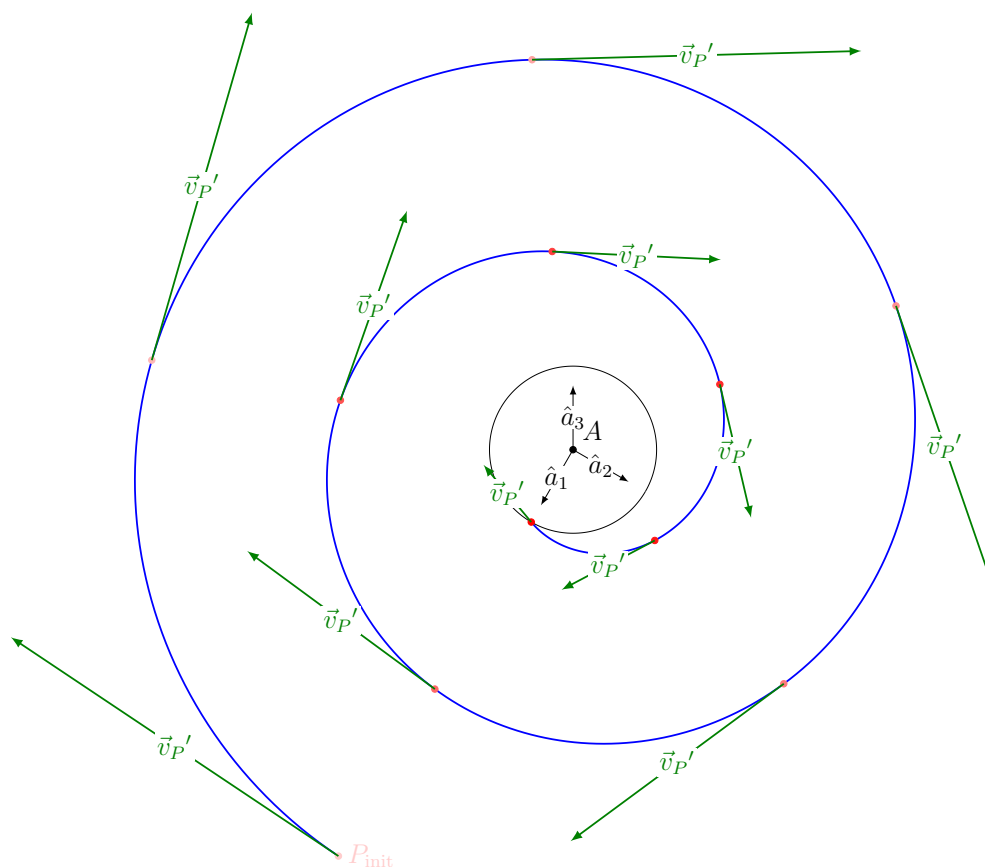
Relativement à \mathcal{O} , la vitesse du paquet à l'instant t est donnée par $\vec{v}_P(t) = (at + v_0)\hat{e}_1$ et la vitesse angulaire de la planète par $\vec{\omega}(t) = (\dot{\omega}t + \omega_0)\hat{e}_3$, a étant l'accélération constante du paquet, v_0 sa vitesse initiale, $\dot{\omega}$ l'accélération angulaire constante de la planète et ω_0 sa vitesse angulaire initiale,

On propose ci-dessous quatre trajectoires $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ et Γ_4 du paquet relativement à \mathcal{A} . La vitesse de P est également donnée à intervalles de temps réguliers.

Compléter le tableau suivant en indiquant quelle trajectoire correspond à quel ensemble de paramètres (valeurs indicatives).

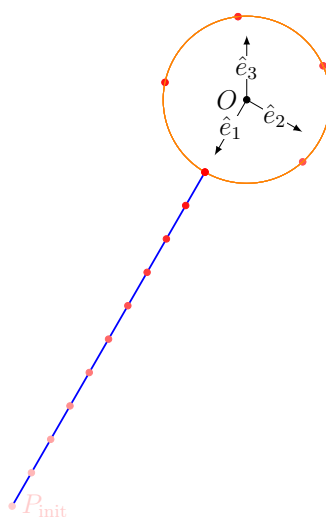
Trajectoire	a	v_0	$\dot{\omega}$	ω_0
Γ_1	0	1	0	1
	1	0	0	1
	0	1	1	0
	1	0	1	0

— Trajectoire Γ_1 relativement à \mathcal{A}

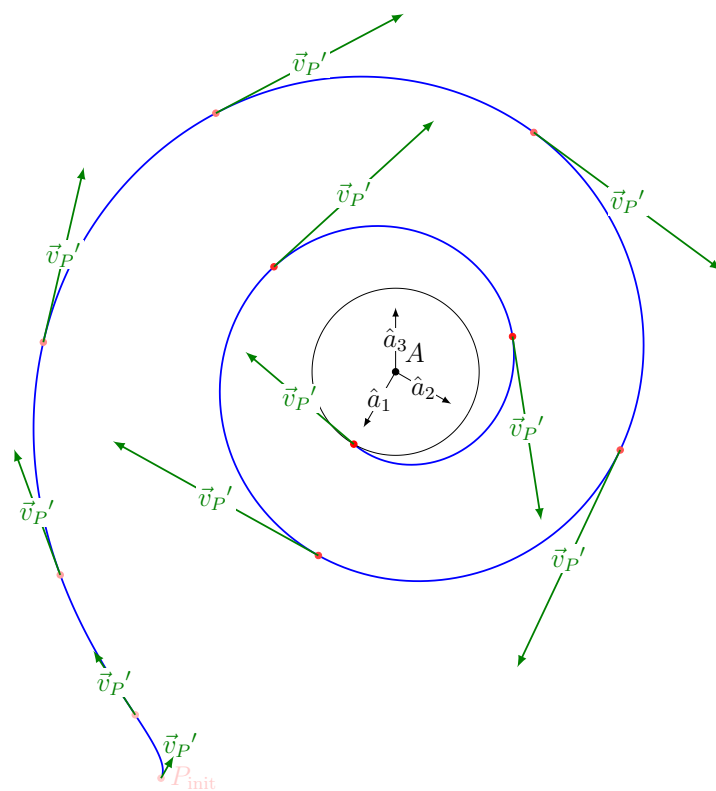


Les espacements entre les bras de la spirale sont réguliers, chaque tour prend le même temps et à chaque tour, le paquet s'approche de la même distance de la planète. Cela indique que la vitesse du paquet et la vitesse angulaire de la planète sont constants.

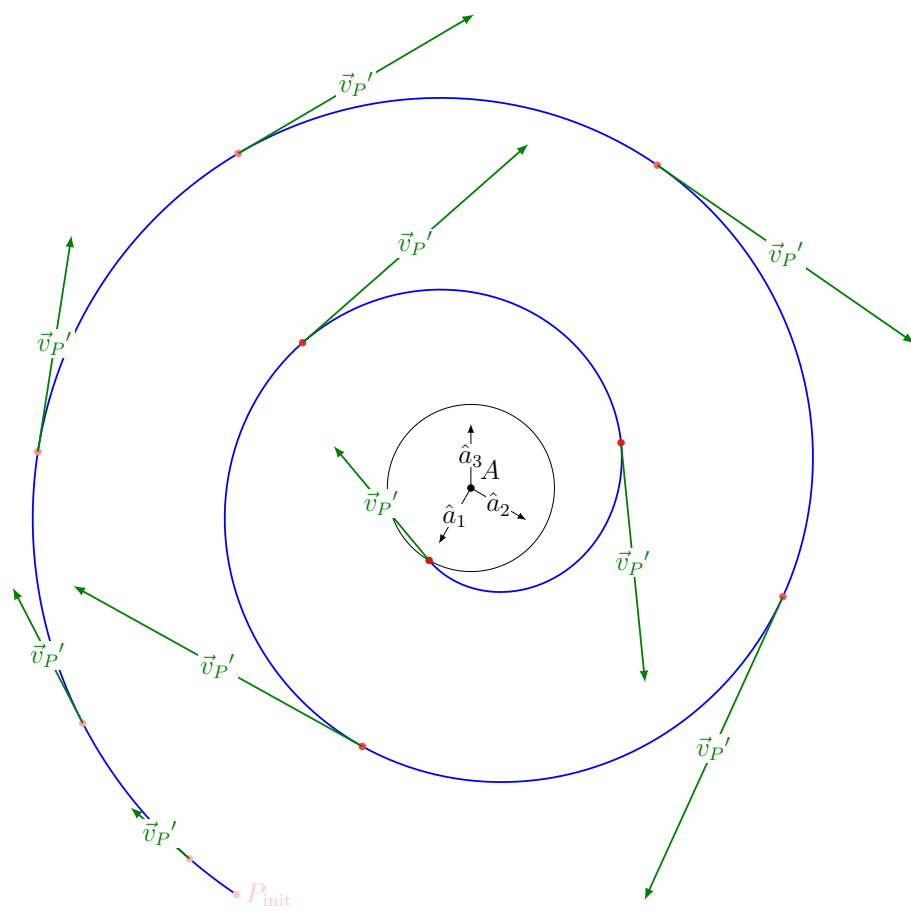
Trajectoire Γ_1 relativement à \mathcal{O}



— Trajectoire Γ_2 relativement à \mathcal{A}



— Trajectoire Γ_3 relativement à \mathcal{A}



— Trajectoire Γ_4 relativement à \mathcal{A}

