

Exercice 1 : Cinématique d'une pale d'éolienne

Objectif : maîtriser le lien entre rotation (ω) et vitesse linéaire (v).

Une éolienne tourne à une vitesse constante de **15 tours par minute (tr/min)**. Ses pales mesurent **40 mètres** de long.

1. Calculez la vitesse angulaire ω en rad/s.
2. Déterminez la vitesse linéaire v_1 d'un point situé à 10 m de l'axe.
3. Déterminez la vitesse linéaire v_2 d'un point situé au bout de la pale (40 m).

Exercice 2 : Dynamique et bras de levier (La porte de garage)

Objectif : Comprendre le moment d'une force et son efficacité.

Une porte de garage basculante tourne autour d'un axe horizontal D.

Pour l'ouvrir, vous exercez une force $F=50$ N.

1. Si vous poussez perpendiculairement à la porte à une distance $d=2$ m de l'axe, calculez le moment de la force Γ_D .
2. Si vous poussez à seulement 20 cm de l'axe avec la même force, quel est le nouveau moment ?
3. Si vous poussez avec un angle de 30° par rapport à la porte (au lieu de 90°), l'ouverture est-elle plus facile ou plus difficile ? Justifiez.

Rappel : Le moment est maximal quand la force est perpendiculaire au bras de levier.
 $\Gamma_D = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$.

Exercice 3 : Énergétique et Pendule pesant

Objectif : Appliquer le théorème de l'énergie cinétique.

On considère une barre homogène de masse $M=2$ kg et de longueur $L=1$ m, fixée à une extrémité par une liaison pivot sans frottement. Son moment d'inertie par rapport à l'axe est $J_\Delta = \frac{1}{3} ML^2$.

1. Calculez la valeur numérique de J_Δ .
2. On lâche la barre sans vitesse initiale depuis la position horizontale. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique ($E_{c_{initiale}} + E_{p_{initiale}} = E_{c_{finale}} + E_{p_{finale}}$), déterminez la vitesse angulaire ω de la barre lorsqu'elle passe par la position verticale.

•Note : Le centre de masse descend d'une hauteur $h=L/2$.

Exercice 4 : La toupie humaine (Système déformable)

Objectif : Comprendre l'impact de la répartition des masses sur la vitesse.

Un patineur est modélisé par un corps cylindrique central et deux bras assimilés à des tiges.

- **État 1 (bras écartés) :** son moment d'inertie total est $J_1=3,5 \text{ kg.m}^2$. Il tourne à $\omega_1=2 \text{ rad/s}$.

- **État 2 (bras repliés) :** en ramenant ses bras contre lui, il réduit son moment d'inertie à $J_2=1,2 \text{ kg.m}^2$.

1. En l'absence de frottements, quelle grandeur physique se conserve lors de ce mouvement ?
2. Calculez la nouvelle vitesse angulaire ω_2 du patineur.
3. Calculez l'énergie cinétique initiale E_{c1} et finale E_{c2} .
4. **Réflexion :** L'énergie cinétique a-t-elle augmenté ou diminué ? D'où provient cette énergie supplémentaire (ou où est-elle passée) ?

Exercice 5 : Volant d'inertie (Inspiré Concours TSI / PT)

Objectif : Appliquer le TMC scalaire avec un couple moteur et un couple résistant.

Dans un système industriel, on utilise un volant d'inertie (un disque plein) pour réguler le mouvement d'une machine. Le volant a un moment d'inertie $J=5 \text{ kg.m}^2$. Il est initialement au repos.

À $t=0$, on applique :

- un **couple moteur** constant $C_m = 20 \text{ N.m}$.

- un **couple de frottement** (résistant) modélisé par $C_f = -k \cdot \omega$, avec $k = 0,5 \text{ N.m.s/rad}$.

1. En appliquant le Théorème du Moment Cinétique (TMC) scalaire par rapport à l'axe de rotation, montrez que l'équation différentielle du mouvement est :

$$J \frac{d\omega}{dt} + k\omega = C_m$$

2. Déterminez la **vitesse angulaire limite** ω_{lim} (lorsque l'accélération devient nulle).
3. Calculez le temps nécessaire pour que le volant atteigne 63% de sa vitesse limite (constante de temps τ).

Exercice 6 : Le Pendule de Torsion (Approche complète)

Objectif : Établir l'équation du mouvement par deux méthodes et analyser les oscillations.

Un disque horizontal de moment d'inertie J est suspendu à un fil métallique vertical passant par son centre. Lorsque l'on tourne le disque d'un angle θ , le fil exerce un **couple de rappel de torsion** : $C = -C_{\text{torsion}} \cdot \theta$.

1. Méthode dynamique (TMC) :

- Faites l'inventaire des moments des forces s'appliquant au disque.
- Appliquez le Théorème du Moment Cinétique scalaire pour établir l'équation différentielle du mouvement en $\theta(t)$.
- En déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations.

2. Méthode énergétique :

- L'énergie potentielle de torsion du fil est donnée par $E_{p,t} = \frac{1}{2} C_{\text{torsion}} \theta^2$.
- Exprimez l'énergie mécanique totale E_m du système.
- En supposant qu'il n'y a pas de frottements, montrez que la conservation de E_m mène à la même équation différentielle.

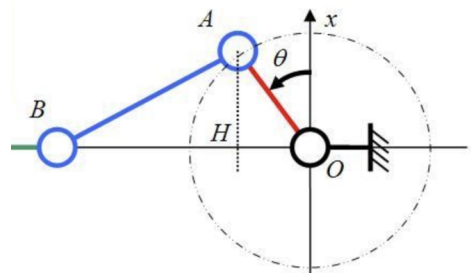
Exercice 7 : Analyse d'un mécanisme Bielle-Manivelle (Inspiré TSI)

Objectif : Étudier le transfert de puissance et le moment d'un système articulé.

Dans un moteur, la manivelle (le vilebrequin) est en rotation autour d'un axe fixe O . Une force F (poussée du piston) est transmise via la bielle au point A de la manivelle.

On note :

- R la longueur de la manivelle OA .
- θ l'angle que fait la manivelle avec la verticale.
- La force F transmise par la bielle est supposée verticale, elle descend du piston vers le point A .



1. Exprimez le **bras de levier** d de la force F par rapport à l'axe de rotation O en fonction de R et θ .
2. Calculez le moment $\Gamma_O(F)$ en fonction de F, R et θ . Pour quelle valeur de θ ce moment est-il nul ? (On appelle cela le "point mort").
3. Si la manivelle tourne à une vitesse constante ω , exprimez la puissance P fournie par le piston au vilebrequin.