Niveau : $1^{ère}$ **C**

OG 1 : APPLIQUER LE THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE.

TITRE : **TRAVAIL ET PUISSANCE DANS LE CAS D'UN MOUVEMENT DE ROTATION AUTOUR D'UN AXE FIXE**

Durée : **6 H**

Objectifs Spécifiques :

OS 4 : Connaître les caractéristiques du mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe.

OS 5 : Déterminer le travail et la puissance des forces agissant sur un solide en rotation autour d'un axe fixe.

Moyens :

Vocabulaire spécifique :

Documentation : Livres de Physique AREX Première C et D, Eurin-gié Première S et E. Guide pédagogique et Programme.

Amorce :

Plan du cours :

I) Généralités
- 1° Définition d'une force constante
- 2° Notion de travail

II) Travail d'une force constante
- 1° Lors d'un déplacement rectiligne
  - 1.1° Expression du travail
  - 1.2° Conséquences
- 2° Lors d'un déplacement quelconque
  - 2.1° Travail élémentaire
  - 2.2° Expression du travail d'une force constante pendant un déplacement quelconque
  - 2.3° Cas particulier du travail du poids

III) Travail de la tension d'un ressort
- 1° Tension d'un ressort ou force de rappel
- 2° Expression du travail de la tension d'un ressort

IV) Puissance d'une force constante
- 1° Puissance moyenne
- 2° Puissance instantanée

Activités questions	Activités réponses		Observations

TRAVAIL ET PUISSANCE DANS LE CAS D'UN MOUVEMENT DE ROTATION AUTOUR D'UN AXE FIXE

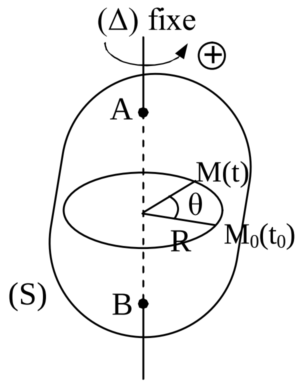
I) Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

1° Définition

Un solide est dit en mouvement de **rotation autour d'un axe fixe** si chacun de ses points décrit un mouvement circulaire centré sur cet axe.

2° Repérage d'un point en rotation autour d'un axe fixe

Soit un solide (S) en mouvement de rotation autour d'un axe fixe (A).



Choisissons arbitrairement un sens positif de rotation.

Un point M appartenant au solide (S) peut-être repéré de différentes façons.

2.1° Abscisse ou élongation angulaire

C'est la mesure algébrique de l'angle θ défini par $\theta = (\overrightarrow{OM_0}, \overrightarrow{OM})$ avec M_0, position du point M à l'instant initial t_0. Elle s'exprime en **radian** (**rad**).

2.2° Abscisse curviligne

C'est la mesure algébrique de l'arc $\overset{\frown}{M_0M}$ décrit par le point M :

$$s_M = \overset{\frown}{M_0M} \quad (m)$$

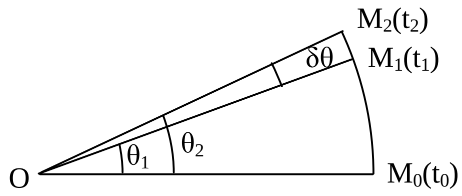
Remarques :

- $s_M = R\times\theta$; R étant le rayon de la trajectoire décrite par le point M.
- s_M et θ sont des valeurs algébriques.

3° Vitesses

3.1° Vitesse angulaire

Soit un point M décrivant une trajectoire circulaire et M_1 et M_2, deux positions occupées par le point M.



Posons : $\delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ et $\delta t = t_2 - t_1$

On appelle **vitesse angulaire** ω du solide (S), à la date t, le rapport $\omega = \dfrac{\delta\theta}{\delta t}$ lorsque t est **très petit**.

La vitesse angulaire s'exprime en **radian par seconde** (rad/s ou rad.s^{-1}).

Remarques :

- ω est une grandeur algébrique :
  - si la rotation a lieu dans le sens positif, **$\omega > 0$** ;
  - si la rotation a lieu dans le sens négatif, **$\omega < 0$**.
- Tous les points d'un solide ont la même vitesse angulaire à un instant donné.

3.2° Vitesse linéaire

La **vitesse linéaire** d'un point M décrivant une trajectoire circulaire de rayon R à la vitesse angulaire ω est :

$$\boxed{\underbrace{V}_{m.s^{-1}} = \underbrace{R}_{m}\times\underbrace{\omega}_{rad.s^{-1}}}$$

4° Moment par rapport à un axe fixe

4.1° Moment d'une force

La valeur absolue du moment $M_\Delta(\vec{F})$ par rapport à un axe fixe (Δ) d'une force $\vec{F}$ orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité **F** de la force par la distance **d**, appelée **bras de levier**, entre l'axe (Δ) et la droite d'action de la force :

$$\boxed{\underbrace{|M_\Delta(\vec{F})|}_{N.m^{-1}} = \underbrace{F}_{N}\times \underbrace{d}_{m}}$$

Remarque :

Le moment est grandeur algébrique :

- Si la force fait tourner le solide dans le **sens positif choisi** alors $M_\Delta(\vec{F}) = F \times d > 0$;
- Si la force fait tourner le solide dans le sens contraire alors $M_\Delta(\vec{F}) = -F \times d < 0$.

4.2° Moment d'un couple de forces

4.2.1° Définition d'un couple

On appelle **couple de forces**, deux forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$:

- parallèles mais de droites d'action distinctes ;
- de sens contraires ;
- de même intensité : $F_1 = F_2 = F$.

4.2.2° Moment d'un couple

Le moment d'un couple de forces, d'intensité **F** et dont les droites d'action sont distantes de **d** a pour valeur absolue :

C'est la somme des moments des deux forces.

4.3° Théorème des moments

Lorsqu’un solide mobile autour d’un axe fixe A est en équilibre, la somme des moments des forces extérieures qui s’exercent sur lui, par rapport à cet axe, est nulle.

Jv(I) =0.

Remarque : Cette condition est **nécessaire**, mais pas **suffisante**.

II) Travail d’une force agissant sur un solide en rotation

1° Travail élémentaire

Soit un solide (S) mobile autour d’un axe fixe (A).

Pour une rotation élémentaire O, le travail élémentaire de la lirce 1 pendant le déplacement C = MM est

lxô(Fx(cos(F, ()

() ires petit F // (d’où cos(F, &) =1 WzFx5(or M0M=RO

= F x R x

d’où: Wvt\(F)xO car Jv,\(F)=FxR

W(F)=3W= M\(F)x0

W(F) = M\(F) car Jv(F) est constant

Joule (J)4 W()=JVt\(Ï)XO avec

(S)

2° Lors d’un Travail (l’une force de moment constant

Pour une rotation d’angle O on a

N.m’

in

F1 7d1 h

(A)

3° <u>Travail d’un couple de forces</u>

Le travail d’un couple de forces de moment constant M, lors d’une rotation d’angle θ est :

W. = Jvt. >< O

Remarque:

— Si W > 0, le couple est moteur

— Si W < 0, le couple est résistant.

III) Puissance d’une force agissant sur un solide en rotation

1° Puissance moyenne

On appelle puissance moyenne développée par une force L (ou un couple de forces) appliquée à un solide en rotation, le quotient du travail effectué par le temps mis pour l’effectuer.

Watt (W)

La puissance s’exprime en Watt (W).

2° Puissance instantanée

La puissance instantanée d’une force ou d’un couple de moment QWL appliquée à un solide animé d’un mouvement de rotation, de vitesse angulaire w a pour expression

W 4 = ÔW = x = jy x o rad.s

N. m’

Remarque : Si le mouvement de rotation est uniforme, les puissances moyennes et instantanées sont égales.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$$

Soit : $$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos\theta}$$ avec $F = \|\vec{F}\|$, $AB = \|\overrightarrow{AB}\|$ et $\theta = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$

Joule (J) N m

Le travail s’exprime en **Joule (J)**.

1.1° Conséquences

Le travail est une grandeur algébrique. Son signe dépend de la valeur de l’angle θ.

* Pour $0 \leq \theta \leq 90°$, $\cos\theta > 0$ et $W > 0$: le travail est dit **moteur**.
* Pour $\theta = 90°$, $\cos\theta = 0$ et $W = 0$: le travail d’une force perpendiculaire au déplacement est **nul**.
* Pour $90° \leq \theta \leq 180°$, $\cos\theta < 0$ et $W < 0$: le travail est dit **résistant**.

2° Lors d’un déplacement quelconque

2.1° Travail élémentaire

Le travail du poids d’un corps est indépendant du chemin suivi. Il ne dépend que de la différence d’altitude de son centre d’inertie.