

TRAVAIL ET PUISSANCE

Chapitre 2

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

20 novembre 2015

Sommaire

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- 1 Introduction
- 2 Rappels
- 3 Travail d'une force ou un ensemble de forces .
- 4 Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .
- 5 Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

Sommaire

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1 Introduction

2 Rappels

3 Travail d'une force ou un ensemble de forces .

4 Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

5 Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

Sommaire

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1 Introduction

2 Rappels

3 Travail d'une force ou un ensemble de forces .

4 Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

5 Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

Sommaire

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- 1 Introduction
- 2 Rappels
- 3 Travail d'une force ou un ensemble de forces .
- 4 Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .
- 5 Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

Sommaire

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- 1 Introduction
- 2 Rappels
- 3 Travail d'une force ou un ensemble de forces .
- 4 Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .
- 5 Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

Introduction

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces



Au cours des constructions les travailleurs fournissent des efforts par habitude on les appelle travail et puissance , mais en physique ces notions ont des significations bien déterminer .

☞ **Qu'est - ce que le travail mécanique ?**

☞ **Qu'est - ce que la puissance mécanique ?**

☞ **Et Quelle relation existe - t - il entre travail et puissance ?**

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1. Notion d'une force

On modélise toute action mécanique par une grandeur vectorielle : appelée vecteur - force \vec{F} caractérisée par son point d'application, sa direction, son sens et son intensité (ou valeur) en Newtons (N) dans SI .

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

2. Les effets mécaniques d'une force sur un corps solide

La force a plusieurs effets mécaniques sur un corps solide , parmi ses effets :

- → *Provoquer le mouvement d'un corps solide*
- → *Provoquer le mouvement de rotation d'un corps solide .*
- → *Déformer un corps solide .*
- → *Participer à l'équilibre d'un corps solide .*

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

2. Les effets mécaniques d'une force sur un corps solide

La force a plusieurs effets mécaniques sur un corps solide , parmi ses effets :

- → **Provoquer le mouvement d'un corps solide**
- → *Provoquer le mouvement de rotation d'un corps solide .*
- → *Déformer un corps solide .*
- → *Participer à l'équilibre d'un corps solide .*

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

2. Les effets mécaniques d'une force sur un corps solide

La force a plusieurs effets mécaniques sur un corps solide , parmi ses effets :

- → *Provoquer le mouvement d'un corps solide*
- → *Provoquer le mouvement de rotation d'un corps solide .*
- → *Déformer un corps solide .*
- → *Participer à l'équilibre d'un corps solide .*

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

2. Les effets mécaniques d'une force sur un corps solide

La force a plusieurs effets mécaniques sur un corps solide , parmi ses effets :

- → *Provoquer le mouvement d'un corps solide*
- → *Provoquer le mouvement de rotation d'un corps solide .*
- → *Déformer un corps solide .*
- → *Participer à l'équilibre d'un corps solide .*

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

2. Les effets mécaniques d'une force sur un corps solide

La force a plusieurs effets mécaniques sur un corps solide , parmi ses effets :

- → *Provoquer le mouvement d'un corps solide*
- → *Provoquer le mouvement de rotation d'un corps solide .*
- → *Déformer un corps solide .*
- → *Participer à l'équilibre d'un corps solide .*

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

3. Notion d'une force constante

☞ **une force est constante** lorsque sa valeur , sa direction et son sens ne varient pas au cours du temps .

Exemple : le poids d'un corps solide , la tension d'un fil inextensible .

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

4. Notion de mouvement de translation rectiligne et curviligne

- \mathbb{R}^3 Mouvement de translation d'un corps solide : tous les points de solide conservent la même direction et la même vitesse dans l'espace .
- Mouvement de translation rectiligne : la trajectoire de chaque point du solide est une droite .
- Mouvement de translation curviligne : la trajectoire de chaque point du solide est une courbe .

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

4. Notion de mouvement de translation rectiligne et curviligne

-  **Mouvement de translation d'un corps solide** : tous les points de solide conservent la même direction et la même vitesse dans l'espace .
- **Mouvement de translation rectiligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une droite .
- **Mouvement de translation curviligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une courbe .

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

4. Notion de mouvement de translation rectiligne et curviligne

-  **Mouvement de translation d'un corps solide** : tous les points de solide conservent la même direction et la même vitesse dans l'espace .
- **Mouvement de translation rectiligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une droite .
- **Mouvement de translation curviligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une courbe .

Rappel de quelques notions principaux .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

4. Notion de mouvement de translation rectiligne et curviligne

-  **Mouvement de translation d'un corps solide** : tous les points de solide conservent la même direction et la même vitesse dans l'espace .
- **Mouvement de translation rectiligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une droite .
- **Mouvement de translation curviligne** : la trajectoire de chaque point du solide est une courbe .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

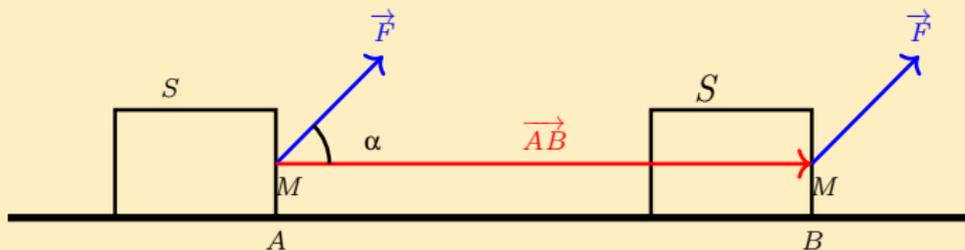
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1. Travail d'une force constante exercée sur un corps solide en translation .

1.1 Translation rectiligne



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

a.Définition :

- On considère un corps solide en translation rectiligne ,le point M du solide S est soumis à une force constante (M, \vec{F}) , on appelle travail de la force \vec{F} dont le point d'application M se déplace d'une position A à une position B , le produit scalaire du vecteur force \vec{F} et du vecteur déplacement \vec{AB} , ce travail est noté

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(\vec{F}, \vec{AB}) \quad (1)$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

a. Définition :

- On considère un corps solide en translation rectiligne ,le point M du solide S est soumis à une force constante (M, \vec{F}) , on appelle **travail de la force \vec{F}** dont le point d'application M se déplace d'une position A à une position B , **le produit scalaire** du vecteur force \vec{F} et **du vecteur déplacement \vec{AB}** , ce travail est noté

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(\vec{F}, \vec{AB}) \quad (1)$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Définition du Joule

- Le joule est le travail fourni par une force d'intensité (1 N) lorsque son point d'application se déplace de (1 m) selon sa direction et son sens .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Définition du Joule

- Le joule est le travail fourni par une force d'intensité (1 N) lorsque son point d'application se déplace de (1 m) selon sa direction et son sens .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

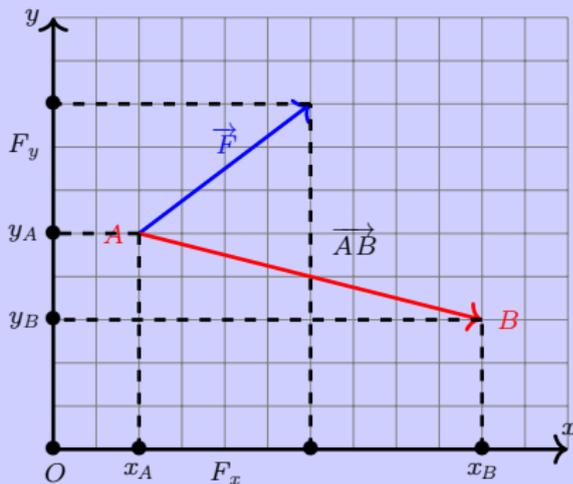
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

On peut aussi exprimer le travail d'une force constante en utilisant les coordonnées des deux vecteurs \vec{F} et \vec{AB} dans un repère orthonormé $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$:



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$

$$\vec{AB} = (x_B - x_A) \vec{i} + (y_B - y_A) \vec{j}$$

On écrit alors :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F_x(x_B - x_A) + F_y(y_B - y_A)$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Application 1

1. Compléter le texte suivant :

Le travail est à l'intensité de la force et au déplacement.

Une force ne travaille pas si :

- Son point d'application ne se déplace pas ($AB = \dots\dots\dots$).
- Sa direction est au déplacement ($\alpha = \dots\dots\dots$).

En effet si le vecteur force \vec{F} au vecteur de déplacement \vec{AB} alors $\cos(\vec{AB}, \vec{F}) = \dots\dots\dots$

2. Si F vaut $10N$, si AB est horizontal et de valeur $1m$, quelle est la valeur de l'angle α pour que le travail soit moteur et maximum ?

3. Calculer le travail d'une force d'intensité $10N$ pour un angle $\alpha = 45^\circ$ et un déplacement horizontal de $1m$. Le résultat doit être donné en joules avec 2 chiffres significatifs.

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

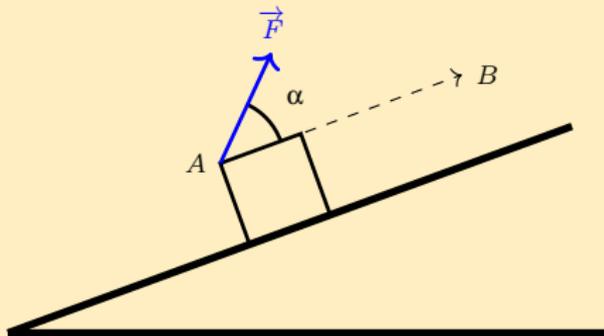
Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

c. Travail moteur , travail résistant

☞ Travail moteur :

Pour mettre en mouvement et augmenter la vitesse d'un chariot le long d'un plan incliné on le pousse dans le même sens du déplacement dans ce cas la force exercée est motrice dans ce cas $\alpha > 0$ et $0 < \cos(\alpha) < 1$:

$W_{AB} > 0$ le travail de la force est moteur .



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

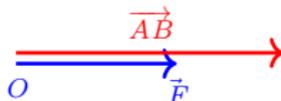
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

lorsque $\alpha = 0$ la force est parallèle et de même sens que le déplacement , on a $\cos\alpha = 1$ et le travail $W_{AB} = F \cdot AB$ dans ce cas la valeur du travail est maximale .



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

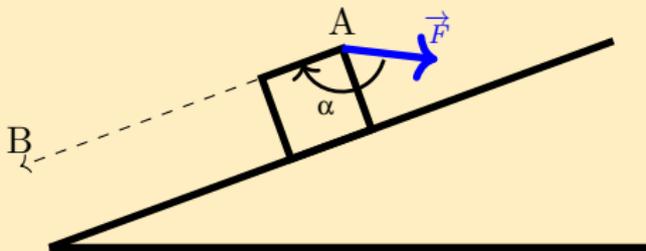
Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

☞ **Travail résistant :**

Lorsqu'on veut ralentir le chariot , il faut exercer une force \vec{F} en sens contraire du mouvement , la force est alors résistante .

dans ce cas $\alpha > 90^\circ$ et $-1 < \cos(\alpha) < 0$:

$W_{AB} < 0$ le travail de la force est résistant .



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

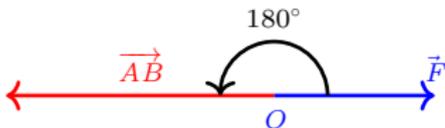
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

lorsque $\alpha = 180^\circ$ la force est parallèle et de sens opposé que le déplacement , on a $\cos(\alpha) = -1$ et le travail $W_{AB} = -F.AB$ dans ce cas la valeur du travail est minimale .



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

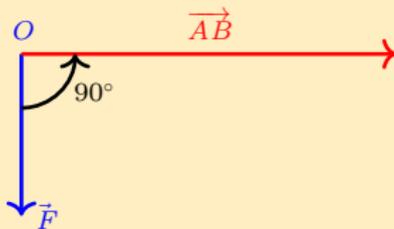
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

☞ Travail nul

Lorsque la force \vec{F} agit perpendiculairement au déplacement \vec{AB} .
L'angle $\alpha = 90^\circ$, $\cos(\alpha) = 0$ et $W_{AB} = 0$ on dit que la force \vec{F}
n'effectue pas un travail .



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

Le travail W_{AB} est une grandeur algébrique .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Application 2

Un palet de curling est lancé rectilignement sur une piste verglacée et horizontale . A cause des frottements , il finit par s'arrêter après avoir parcouru une distance AB .

On suppose , pour simplifier , que la force de frottement \vec{f} reste constante pendant toute la durée de mouvement .

Donner l'expression des travaux des forces exercées sur le palet entre A et B .

Préciser si ces travaux sont moteurs , résistants ou nuls .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.2 Travail d'une force constante exercée sur un corps solide en translation curviligne

a. Notion de travail élémentaire

- On considère le point M d'un solide (S) comme point d'application de la force constante \vec{F} . Le solide (S) est en translation curviligne et la trajectoire de M est une courbe .
- Quelle est l'expression du travail de la force \vec{F} dans ce cas ?
- Pour cela on divise la trajectoire en morceaux infiniment petits qu'on peut l'assimiler à des arcs tel que :

$$\widehat{MM_1}, \widehat{M_1M_2}, \dots, \widehat{M_{i-1}M'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.2 Travail d'une force constante exercée sur un corps solide en translation curviligne

a. Notion de travail élémentaire

- On considère le point M d'un solide (S) comme point d'application de la force constante \vec{F} . Le solide (S) est en translation curviligne et la trajectoire de M est une courbe .
- Quelle est l'expression du travail de la force \vec{F} dans ce cas ?
- Pour cela on divise la trajectoire en morceaux infiniment petits qu'on peut l'assimiler à des arcs tel que :

$$\widehat{MM_1}, \widehat{M_1M_2} \dots \dots \dots \widehat{M_{i-1}M'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.2 Travail d'une force constante exercée sur un corps solide en translation curviligne

a. Notion de travail élémentaire

- On considère le point M d'un solide (S) comme point d'application de la force constante \vec{F} . Le solide (S) est en translation curviligne et la trajectoire de M est une courbe .
- **Quelle est l'expression du travail de la force \vec{F} dans ce cas ?**
- Pour cela on divise la trajectoire en morceaux infiniment petits qu'on peut l'assimiler à des arcs tel que :

$\widehat{MM_1}, \widehat{M_1M_2} \dots \dots \dots \widehat{M_{i-1}M'}$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.2 Travail d'une force constante exercée sur un corps solide en translation curviligne

a. Notion de travail élémentaire

- On considère le point M d'un solide (S) comme point d'application de la force constante \vec{F} . Le solide (S) est en translation curviligne et la trajectoire de M est une courbe .
- **Quelle est l'expression du travail de la force \vec{F} dans ce cas ?**
- Pour cela on divise la trajectoire en morceaux infiniment petits qu'on peut l'assimiler à des arcs tel que :

$$\widehat{MM_1}, \widehat{M_1M_2} \dots\dots\dots \widehat{M_{i-1}M'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

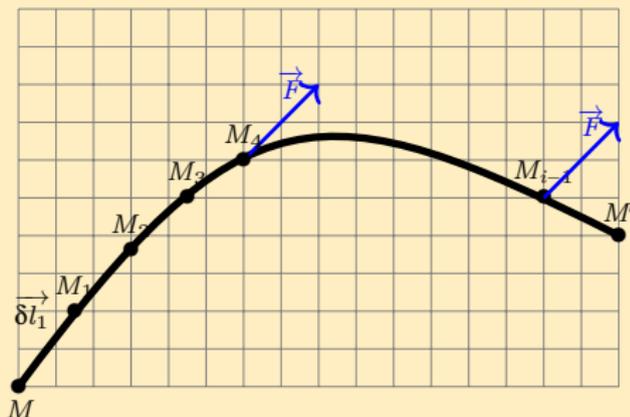
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

On peut assimiler ces arcs à des segment infiniment petits , dans ce cas on définit un vecteur de déplacement élémentaire noté $\vec{\delta}l$ tel que $\delta l_i = \overline{MM_i}$. Le travail élémentaire fourni par la force \vec{F} , noté δW_i au cours de $\vec{\delta}l_i$ est donner par la relation :

$$\delta W_i = \vec{F} \cdot \vec{\delta}l_i$$



I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

b. Travail d'une force constante exercée sur un solide en translation curviligne.

- Le travail globale fourni par la force \vec{F} au cours du déplacement de M à M' est égale à la somme des travaux élémentaires .

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \delta W_1 + \delta W_2 + \dots + \delta W'$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_1 + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_2 + \dots + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_i$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \sum^i \vec{\delta l}_i$$

- Sachant que $\sum^i \vec{\delta l}_i = \overrightarrow{MM'}$ Donc

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{MM'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

b. Travail d'une force constante exercée sur un solide en translation curviligne.

- Le travail globale fourni par la force \vec{F} au cours du déplacement de M à M' est égale à la somme des travaux élémentaires .

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \delta W_1 + \delta W_2 + \dots + \delta W'$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_1 + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_2 + \dots + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_i$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \sum^i \vec{\delta l}_i$$

- Sachant que $\sum^i \vec{\delta l}_i = \overrightarrow{MM'}$ Donc

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{MM'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

b. Travail d'une force constante exercée sur un solide en translation curviligne.

- Le travail globale fourni par la force \vec{F} au cours du déplacement de M à M' est égale à la somme des travaux élémentaires .

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \delta W_1 + \delta W_2 + \dots + \delta W'$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_1 + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_2 + \dots + \vec{F} \cdot \vec{\delta l}_i$$

$$W_{M \rightarrow M'}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \sum^i \vec{\delta l}_i$$

- Sachant que $\sum^i \vec{\delta l}_i = \overrightarrow{MM'}$ Donc

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{MM'}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Conclusion :

Le travail d'une force constante ne dépend pas de la trajectoire de son point d'application , il ne dépend que de sa position initiale et de sa position finale .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.3 Travail d'un ensemble de forces constantes exercées sur un corps en translation

- On considère un corps solide soumis à un ensemble de forces constantes $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, dont les points d'application se déplacent successivement de A_1 à B_1 , de A_2 à B_2 , de A_n à B_n , et puisque le solide en translation on a $\overrightarrow{A_1 B_1} = \overrightarrow{A_2 B_2} = \dots = \overrightarrow{A_n B_n} = \overrightarrow{AB}$.
- Le travail fourni par ces forces au cours de ces déplacements est :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \overrightarrow{AB}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.3 Travail d'un ensemble de forces constantes exercées sur un corps en translation

- On considère un corps solide soumis à un ensemble de forces constantes $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, dont les points d'application se déplacent successivement de A_1 à B_1 , de A_2 à B_2 , de A_n à B_n , et puisque le solide en translation on a $\overrightarrow{A_1B_1} = \overrightarrow{A_2B_2} = \dots = \overrightarrow{A_nB_n} = \overrightarrow{AB}$.
- Le travail fourni par ces forces au cours de ces déplacement est :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \overrightarrow{AB}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1.3 Travail d'un ensemble de forces constantes exercées sur un corps en translation

- On considère un corps solide soumis à un ensemble de forces constantes $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$, dont les points d'application se déplacent successivement de A_1 à B_1 , de A_2 à B_2 , de A_n à B_n , et puisque le solide en translation on a $\overrightarrow{A_1 B_1} = \overrightarrow{A_2 B_2} = \dots = \overrightarrow{A_n B_n} = \overrightarrow{AB}$.
- Le travail fourni par ces forces au cours de ces déplacements est :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \overrightarrow{AB}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Conclusion :

Généralisation :

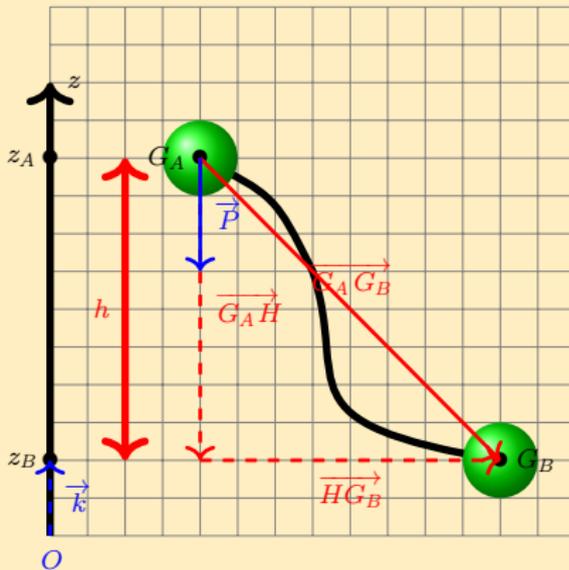
Le travail fourni par un ensemble de forces constantes $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ exercées par un corps solide en translation (rectiligne ou curviligne) est égale au produit scalaire de la somme vectorielle de ces forces et du vecteur déplacement \vec{AB}

$$W_{A \rightarrow B} = \sum_1^n \vec{F}_i \cdot \vec{AB}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

1.4 Travail du poids d'un corps solide

Lorsque les déplacements ne dépassent pas quelques kilomètres, le poids d'un corps peut être considéré comme une force constante . cette force est appliquée au centre G du corps solide .



L'expression du travail du poids au cours du déplacement de centre de gravité de G_A à G_B s'écrit alors :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{G_A G_B}$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Avec $\overrightarrow{G_A G_B} = \overrightarrow{G_A H} + \overrightarrow{H G_B}$ donc
 $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot (\overrightarrow{G_A H} + \overrightarrow{H G_B}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{G_A H}$ car $\vec{P} \cdot \overrightarrow{H G_B} = 0$
seule intervient la composante verticale $\overrightarrow{G_A H}$ du déplacement .
On choisit un axe Oz , vertical , dirigé vers le haut .
et comme $\vec{P} = -m \cdot g \cdot \vec{k}$ et $\overrightarrow{A H} = (z_H - z_A) \cdot \vec{k} = (z_B - z_A) \cdot \vec{k}$
et on obtient

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Conclusion :

Le travail du poids d'un corps solide ne dépend pas du chemin parcouru par le centre d'inertie G , il ne dépend seulement de l'altitude z_A du point de départ et de l'altitude z_B du point d'arrivée . On dit que le poids **est une force conservative**

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque :

Dans le cas où le déplacement s'effectue du haut vers le bas $(z_A - z_B) > 0$ car $z_A > z_B$ donc **le travail du poids est moteur** . Dans le cas où le déplacement se fait de bas vers le haut on a $z_A < z_B$ i.e que $(z_A - z_B) < 0$ donc **le travail du poids est résistant** .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

En général :

Le travail du poids d'un corps solide ne dépend seulement que de la dénivellation $h = |z_A - z_B|$ et le signe du travail du poids dépend de sa nature (moteur et résistant) .

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \pm m.g.h$$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

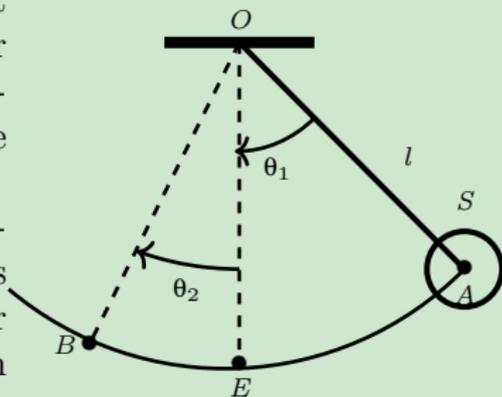
Application 3

Une boule de masse $M = 0.3\text{kg}$ est accrochée à un fil inextensible et de masse négligeable de longueur $l = 0.5\text{m}$ et on fixe l'autre extrémité à un support horizontal fixe O .

On écarte le système de sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse initiale du position A pour qu'elle arrive à la position B en passant par la position d'équilibre E .

On repère la position initiale et finale de la boule par des abscisse angulaire $\theta_1 = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OE})$ et $\theta_2 = (\overrightarrow{OE}, \overrightarrow{OB})$.

Déterminer le travail du poids de la boule lorsqu'il passe de A à E , de E à B et de A à B .



II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal Mahdade

Introduction

Rappels

Travail d'une force ou un ensemble de forces .

Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

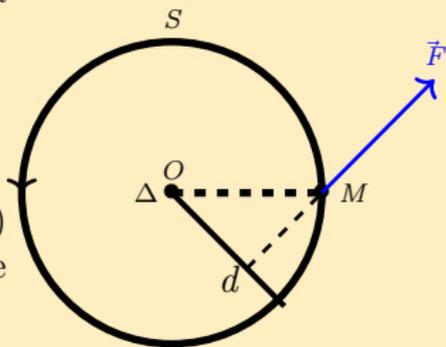
1. Rappel : Moment d'une force par rapport à un axe de rotation

L'expression du moment d'une force \vec{F} par rapport à un axe de rotation Δ perpendiculaire à sa direction est :

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \pm F \cdot d$$

F est l'intensité de la force en (N) , d la distance séparant sa droite d'action et l'axe de rotation Δ .

On choisit un sens arbitraire positif de rotation .



II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal Mahdade

Introduction

Rappels

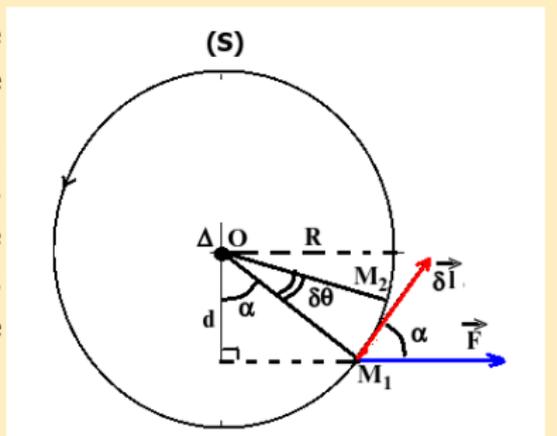
Travail d'une force ou un ensemble de forces .

Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

2. Travail élémentaire

Pour une faible rotation $\delta\theta$, le point d'application de la force \vec{F} parcourt un petit arc $\widehat{M_1M_2}$ peut être assimilé à un segment de longueur δl . Au cours de ce déplacement , la force \vec{F} peut être aussi considérée comme constante .



II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- Le travail effectuée sur ce petit déplacement est dit travail élémentaire et s'écrit $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta l} = F \cdot \delta l \cos(\alpha)$.
- Puisque le point M décrit une trajectoire circulaire : $\delta l = R \cdot \delta \theta$ donc $\delta W = F \cdot R \cdot \cos(\alpha) \cdot \delta \theta$
- D'après la figure de coté on a $d = R \cdot \cos(\alpha)$ et $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot d$ $\delta W = F \cdot d \cdot \delta \theta$ donc

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta \theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- Le travail effectue sur ce petit déplacement est dit travail élémentaire et s'écrit $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta l} = F \cdot \delta l \cos(\alpha)$.
- Puisque le point M décrit une trajectoire circulaire : $\delta l = R \cdot \delta \theta$ donc $\delta W = F \cdot R \cdot \cos(\alpha) \cdot \delta \theta$
- D'après la figure de coté on a $d = R \cdot \cos(\alpha)$ et $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot d$ $\delta W = F \cdot d \cdot \delta \theta$ donc

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta \theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- Le travail effectue sur ce petit déplacement est dit travail élémentaire et s'écrit $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta l} = F \cdot \delta l \cos(\alpha)$.
- Puisque le point M décrit une trajectoire circulaire : $\delta l = R \cdot \delta \theta$ donc $\delta W = F \cdot R \cdot \cos(\alpha) \cdot \delta \theta$
- D'après la figure de coté on a $d = R \cdot \cos(\alpha)$ et $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot d$
 $\delta W = F \cdot d \cdot \delta \theta$ donc

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta \theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- Le travail effectue sur ce petit déplacement est dit travail élémentaire et s'écrit $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta l} = F \cdot \delta l \cos(\alpha)$.
- Puisque le point M décrit une trajectoire circulaire : $\delta l = R \cdot \delta \theta$ donc $\delta W = F \cdot R \cdot \cos(\alpha) \cdot \delta \theta$
- D'après la figure de coté on a $d = R \cdot \cos(\alpha)$ et $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F \cdot d$ $\delta W = F \cdot d \cdot \delta \theta$ donc

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta \theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

3. Travail d'une force de moment constant

- Au cours de la rotation d'un corps solide d'un angle $\Delta\theta$, le travail effectué par la force \vec{F} dont le moment est constant par rapport à l'axe de rotation est égale à la somme des travaux élémentaires :

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta\theta$$

- et puisque le moment est constant :

$$W(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

3. Travail d'une force de moment constant

- Au cours de la rotation d'un corps solide d'un angle $\Delta\theta$, le travail effectué par la force \vec{F} dont le moment est constant par rapport à l'axe de rotation est égale à la somme des travaux élémentaires :

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta\theta$$

- et puisque le moment est constant :

$$W(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

3. Travail d'une force de moment constant

- Au cours de la rotation d'un corps solide d'un angle $\Delta\theta$, le travail effectué par la force \vec{F} dont le moment est constant par rapport à l'axe de rotation est égale à la somme des travaux élémentaires :

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \delta\theta$$

- et puisque le moment est constant :

$$W(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta$$

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

La nature de travail (moteur ou résistant) dépend des signes de $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F})$ et de $\Delta\theta$

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

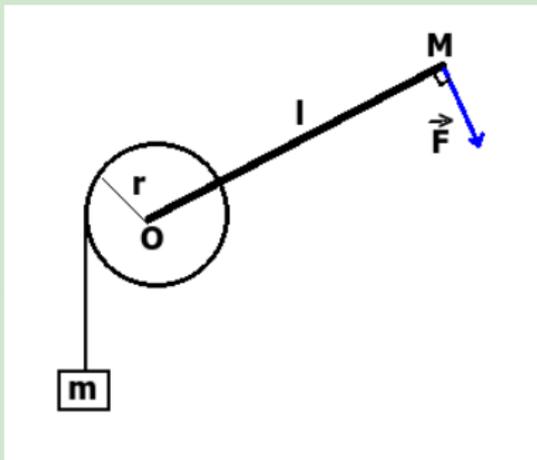
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Application 4

On accroche un corps A de masse $m = 2\text{kg}$ à une poulie de rayon $r = 10\text{cm}$. Pour maintenir l'ensemble en équilibre , on exerce une force \vec{F} à l'extrémité d'un bras de levier solidaire de la poulie . Ce bras de levier a pour longueur $OM = l = 50\text{cm}$, la direction de \vec{F} est perpendiculaire à OM .



L'ensemble peut tourner autour d'un axe de rotation Δ perpendiculaire au plan contenant le système (poulie + bras de levier) et passant par O le centre d'inertie de la poulie .

I. Travail d'une force ou un ensemble de forces .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

On prend $g = 10 \text{ N/kg}$

1. Faire le bilan des forces exercées sur le système (poulie + bras de levier) .
2. A l'équilibre déterminer l'expression du moment de chacune des forces par rapport à l'axe de rotation Δ en fonction des données .
3. En déduire l'expression de l'intensité de la force \vec{F} et calculer sa valeur .
4. comment va évoluer la vitesse angulaire du système si on supprime la force \vec{F} ?
5. A l'aide de bras de levier on soulève la masse m avec une vitesse constante $v = 2 \text{ m/s}$
Calculer le travail de la force \vec{F} lorsque la poulie effectue 20 tours complets .

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal Mahdade

Introduction

Rappels

Travail d'une force ou un ensemble de forces .

Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

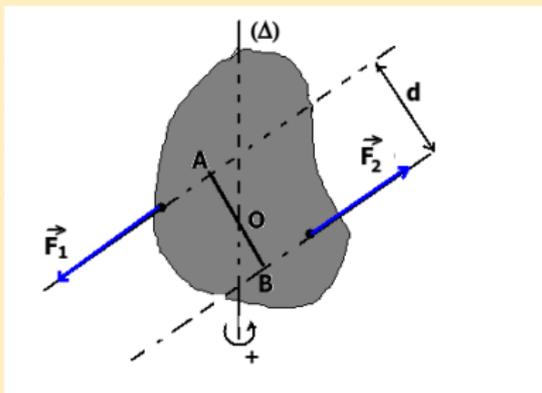
4. Travail d'un couple de forces de moment constant

a. Rappel : moment d'un couple de force par rapport à l'axe de rotation

Le moment d'un couple de force par rapport à l'axe de rotation perpendiculaire au plan de du couple est égal au produit de l'intensité commune F des deux forces et la distance d séparant les deux lignes d'action :

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1, \vec{F}_2) = \pm F \cdot d$$

Ce moment est considéré positif si le couple à tendance à faire tourner le solide dans le sens positif arbitraire et considéré négatif dans le cas inverse .



II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

En général :

On appelle couple de deux forces , tout ensemble de forces présentant les caractéristiques suivantes :

☞ Leur somme vectorielle est nulle . $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

☞ leur moment par rapport à un axe de rotation perpendiculaire à leur plan est constant .

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal Mahdade

Introduction

Rappels

Travail d'une force ou un ensemble de forces .

Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces

4. Travail d'un couple de forces de moment constant

- b. Travail d'un couple de moment constant .

► Pour une rotation élémentaire $\delta\theta$, le travail élémentaire du couple est :

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta} \cdot \delta\theta$$

- ► Pour une rotation $\Delta\theta$, le travail du couple est la somme des travaux élémentaires

$$W = \sum^i \delta W_i$$

- et puisque le moment du couple est constant donc

$$W = \mathcal{M}_{\Delta} \cdot \Delta\theta$$

\mathcal{M}_{Δ} est le moment du couple par rapport à l'axe de rotation (Δ)

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

4. Travail d'un couple de forces de moment constant

- **b. Travail d'un couple de moment constant .**

► Pour une rotation élémentaire $\delta\theta$, le travail élémentaire du couple est :

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta} \cdot \delta\theta$$

- ► Pour une rotation $\Delta\theta$, le travail du couple est la somme des travaux élémentaires

$$W = \sum_i \delta W_i$$

- et puisque le moment du couple est constant donc

$$W = \mathcal{M}_{\Delta} \cdot \Delta\theta$$

\mathcal{M}_{Δ} est le moment du couple par rapport à l'axe de rotation (Δ)

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

4. Travail d'un couple de forces de moment constant

- **b. Travail d'un couple de moment constant .**

► Pour une rotation élémentaire $\delta\theta$, le travail élémentaire du couple est :

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta} . \delta\theta$$

- ► Pour une rotation $\Delta\theta$, le travail du couple est la somme des travaux élémentaires

$$W = \sum^i \delta W_i$$

- et puisque le moment du couple est constant donc

$$W = \mathcal{M}_{\Delta} . \Delta\theta$$

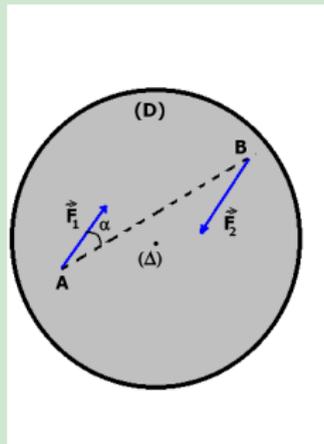
\mathcal{M}_{Δ} est le moment du couple par rapport à l'axe de rotation (Δ)

II. Travail d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

Application 5

On considère un disque (D) , mobile autour d'un axe Δ horizontale passant par le centre du disque et perpendiculaire au plan du disque .

On applique à (D) un couple de forces (\vec{F}_1, \vec{F}_2) .



Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont respectivement exercées en deux points A et B du disque ; leurs droites d'action son dans le plan du disque .

On donne : $AB = 12\text{cm}$; l'angle $\alpha = (\overrightarrow{AB}, \vec{F}_1) = 30^\circ$; $F_1 = F_2 = 3\text{N}$

1. Calculer le moment de ce couple .
2. Calculer le travail de ce couple lorsque le disque effectue 10 tours .

TRAVAIL
ET PUIS-
SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

1. Puissance d'un force

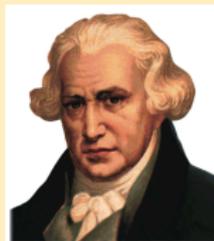
a. Puissance moyenne .

Définition :

La puissance moyenne \mathcal{P}_m d'une force est le quotient du travail qu'elle effectue entre les points A et B par la durée Δt correspondante :

$$\mathcal{P}_m(\vec{F}) = \frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t}$$

L'unité de la puissance dans SI est le **Watt** (W)



James WATT

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Multiples de Watt :

Le kilowatt : $1kW = 10^3 W$

Le mégawatt : $1MW = 10^6 W$

Le gigawatt : $1GW = 10^9 W$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

b. Puissance instantanée d'une force constante ou d'un ensemble de force constantes exercées sur un corps solide en translation .

La puissance instantanée \mathcal{P} d'une force constante , exercée sur un corps solide en translation , est le quotient du travail élémentaire δW sur la durée δt :

$\mathcal{P} = \frac{\delta W}{\delta t}$ et puisque $\delta W = \vec{F} \cdot \vec{\delta l}$ donc :

$$\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \frac{\vec{\delta l}}{\delta t}$$

$$\boxed{\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v}}$$

\vec{v} est le vecteur vitesse instantanée du point d'application de la force \vec{F}

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

- D'après la définition du produit vectoriel on a $\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot \cos(\alpha)$ avec $\alpha = (\vec{F}, \vec{v})$
- \mathcal{P} La puissance est une grandeur algébrique .
- \mathcal{P} La puissance est moteur si $\mathcal{P} > 0$ et résistante si $\mathcal{P} < 0$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

- D'après la définition du produit vectoriel on a $\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v} = F.v.\cos(\alpha)$ avec $\alpha = (\vec{F}, \vec{v})$
 - \mathcal{P} La puissance est une grandeur algébrique .
 - \mathcal{P} La puissance est moteur si $\mathcal{P} > 0$ et résistante si $\mathcal{P} < 0$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

- D'après la définition du produit vectoriel on a $\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v} = F.v.\cos(\alpha)$ avec $\alpha = (\vec{F}, \vec{v})$
- \Rightarrow La puissance est une grandeur algébrique .
- \Rightarrow La puissance est moteur si $\mathcal{P} > 0$ et résistante si $\mathcal{P} < 0$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Remarque

- D'après la définition du produit vectoriel on a $\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v} = F.v.\cos(\alpha)$ avec $\alpha = (\vec{F}, \vec{v})$
- \Rightarrow La puissance est une grandeur algébrique .
- \Rightarrow La puissance est moteur si $\mathcal{P} > 0$ et résistante si $\mathcal{P} < 0$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

Dans le cas d'un ensemble de forces constantes , la puissance instantanée est alors :

$$\mathcal{P} = \vec{F}_1 \cdot \vec{v}_1 + \vec{F}_2 \cdot \vec{v}_2 + \dots + \vec{F}_i \cdot \vec{v}_i$$

et puisque dans une translation tous les points A_i ont la même vitesse \vec{v} à chaque instant :

$$\mathcal{P} = \sum \vec{F}_i \cdot \vec{v}$$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUISSANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

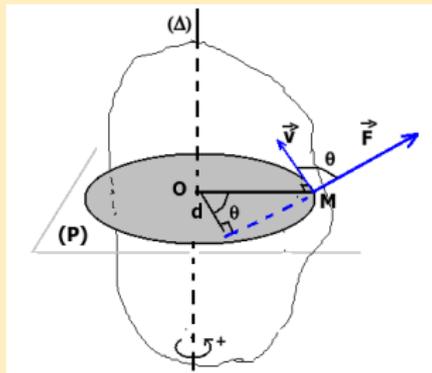
Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

c. Puissance instantanée d'une force de moment constant exercée sur un corps solide en rotation autour d'un axe fixe .

On considère un corps solide en rotation autour d'un axe fixe . Pour une force \vec{F} orthogonale à l'axe de rotation et dont le moment est constant , la puissance instantanée est :
$$\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v} = F.v.\cos(\theta) .$$



III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- d'autre part le mouvement du point M est circulaire de rayon OM tel que $v = OM.\omega$ avec ω est la vitesse angulaire instantanée du solide .

$$\mathcal{P} = F.OM.\cos(\theta).\omega$$

- D'après la figure à coté on a $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F.OM.(cos\theta)$
- Donc

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}).\omega$$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- d'autre part le mouvement du point M est circulaire de rayon OM tel que $v = OM.\omega$ avec ω est la vitesse angulaire instantanée du solide .

$$\mathcal{P} = F.OM.\cos(\theta).\omega$$

- D'après la figure à coté on a $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F.OM.(cos\theta)$
- Donc

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}).\omega$$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- d'autre part le mouvement du point M est circulaire de rayon OM tel que $v = OM.\omega$ avec ω est la vitesse angulaire instantanée du solide .

$$\mathcal{P} = F.OM.\cos(\theta).\omega$$

- D'après la figure à coté on a $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F.OM.(cos\theta)$
- Donc

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}).\omega$$

III. Puissance d'une force ou d'un ensemble de forces.

TRAVAIL ET PUIS- SANCE

allal
Mahdade

Introduction

Rappels

Travail
d'une force
ou un
ensemble
de forces .

Travail
d'une force
de moment
constant
exercée sur
un corps
solide en
rotation
autour d'un
axe fixe .

Puissance
d'une force
ou d'un
ensemble
de forces

- d'autre part le mouvement du point M est circulaire de rayon OM tel que $v = OM.\omega$ avec ω est la vitesse angulaire instantanée du solide .

$$\mathcal{P} = F.OM.\cos(\theta).\omega$$

- D'après la figure à coté on a $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F.OM.(cos\theta)$
- Donc

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}).\omega$$