

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

Chapitre 4

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

29 décembre 2015

Sommaire

Quelques
applications de
l'équilibre
d'un solide
soumis à
deux forces

allal
Mahdade

Introduction

Rappels
mathéma-
tiques

1 Introduction

2 Rappels mathématiques

Sommaire

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1 Introduction

2 Rappels mathématiques

Introduction

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



La photo ci dessus, nous montre qu'un groupe d'enfants sont en équilibre mécanique

Quelles sont les conditions pour qu'un système mécanique soit en équilibre ?

Introduction

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Introduction



Fig 1



Fig 2



Fig 3

Les photos ci dessus, nous montre quelques systèmes sont en équilibre sous l'actions de deux forces

**Quelles sont les caractéristiques de ces forces ?
Quels sont les facteurs qui peuvent influencer les intensités de ces forces ?**

I. Rappel de l'équilibre d'un corps soumis à l'action de deux forces

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Les conditions d'équilibre

- Lorsqu'un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces (\vec{F}_1 et \vec{F}_2) alors :

La première condition :

$$\sum_{i=1}^2 \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

Cette condition est nécessaire car le centre d'inertie du corps est stable.

- **La deuxième condition :**
Ces deux forces ont même ligne d'action (droite d'action) .
Cette condition est nécessaire dans le cas où la première condition est vérifiée et le corps ne tourne pas.

I. Rappel de l'équilibre d'un corps soumis à l'action de deux forces

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Les conditions d'équilibre

- Lorsqu'un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces (\vec{F}_1 et \vec{F}_2) alors :

La première condition :

$$\sum_{i=1}^2 \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

Cette condition est nécessaire car le centre d'inertie du corps est stable.

- **La deuxième condition :**

Ces deux forces ont même ligne d'action (droite d'action). Cette condition est nécessaire dans le cas où la première condition est vérifiée et le corps ne tourne pas.

I. Rappel de l'équilibre d'un corps soumis à l'action de deux forces

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Les conditions d'équilibre

- Lorsqu'un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces (\vec{F}_1 et \vec{F}_2) alors :

La première condition :

$$\sum_{i=1}^2 \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

Cette condition est nécessaire car le centre d'inertie du corps est stable.

- **La deuxième condition :**

Ces deux forces ont même ligne d'action (droite d'action) .
Cette condition est nécessaire dans le cas où la première condition est vérifiée et le corps ne tourne pas.

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Activité 1 :

Le système mécanique étudié est constitué par un ressort à spires non jointives de longueur à vide l_0 et des masses marquées .
Lorsqu'on lui accroche une masse marquée m à son extrémité libre , il s'étire jusqu'à la longueur l .

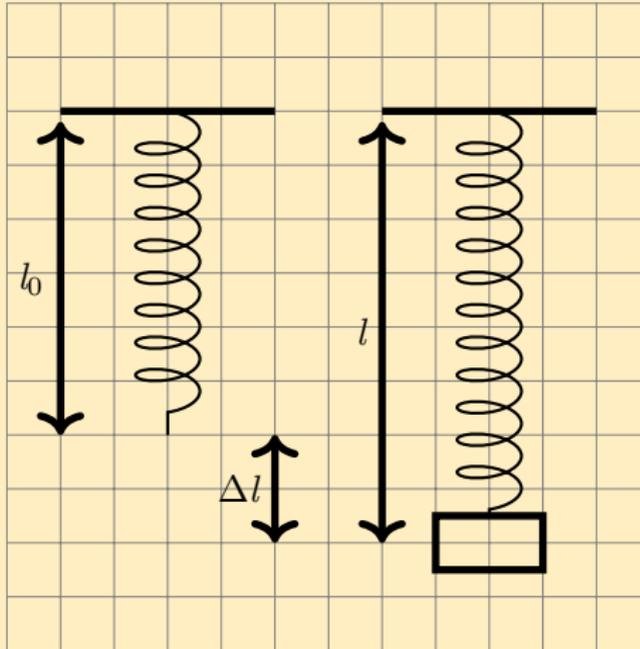
II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Accrochons successivement des différentes masses marquées m . Pour chaque masse m , on mesure la longueur l du ressort. Les valeurs relevées sont indiquées dans le tableau suivant :

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)					
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)					

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. le cas où on accroche à l'extrémité libre du ressort, une masse $m = 10g$
 - 1.1 Quel est l'état mécanique du corps (S) ?
 - Le corps (S) est en équilibre, donc l'état mécanique de (S) est l'état d'équilibre .
 - 1.2 Donner le bilan des forces qui s'exercent sur la masse m et représenter ces forces sans considération d'échelle .
 - La masse m est soumis à l'action de deux forces :
 - \vec{P} le poids du corps (S)
 - T la tension du ressort .Donc la masse m est soumis à l'action de deux forces .

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. le cas où on accroche à l'extrémité libre du ressort, une masse $m = 10g$
 - 1.1 Quel est l'état mécanique du corps (S) ?
 - Le corps (S) est en équilibre, donc l'état mécanique de (S) est l'état d'équilibre .
 - 1.2 Donner le bilan des forces qui s'exercent sur la masse m et représenter ces forces sans considération d'échelle .
 - La masse m est soumis à l'action de deux forces :
 - \vec{P} le poids du corps (S)
 - T la tension du ressort .Donc la masse m est soumis à l'action de deux forces .

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. le cas où on accroche à l'extrémité libre du ressort, une masse $m = 10g$
 - 1.1 Quel est l'état mécanique du corps (S) ?
 - Le corps (S) est en équilibre, donc l'état mécanique de (S) est l'état d'équilibre .
 - 1.2 Donner le bilan des forces qui s'exercent sur la masse m et représenter ces forces sans considération d'échelle .
 - La masse m est soumise à l'action de deux forces :
 - \vec{P} le poids du corps (S)
 - T la tension du ressort .Donc la masse m est soumise à l'action de deux forces .

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. le cas où on accroche à l'extrémité libre du ressort, une masse $m = 10g$
 - 1.1 Quel est l'état mécanique du corps (S) ?
 - Le corps (S) est en équilibre, donc l'état mécanique de (S) est l'état d'équilibre .
 - 1.2 Donner le bilan des forces qui s'exercent sur la masse m et représenter ces forces sans considération d'échelle .
 - La masse m est soumis à l'action de deux forces :
 - \vec{P} le poids du corps (S)
 - T la tension du ressort .
 - Donc la masse m est soumis à l'action de deux forces .

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. le cas où on accroche à l'extrémité libre du ressort, une masse $m = 10g$
 - 1.1 Quel est l'état mécanique du corps (S) ?
 - Le corps (S) est en équilibre, donc l'état mécanique de (S) est l' état d'équilibre .
 - 1.2 Donner le bilan des forces qui s'exercent sur la masse m et représenter ces forces sans considération d'échelle .
- La masse m est soumis à l'action de deux forces :
 - \vec{P} le poids du corps (S)
 - T la tension du ressort .Donc la masse m est soumis à l'action de deux forces .

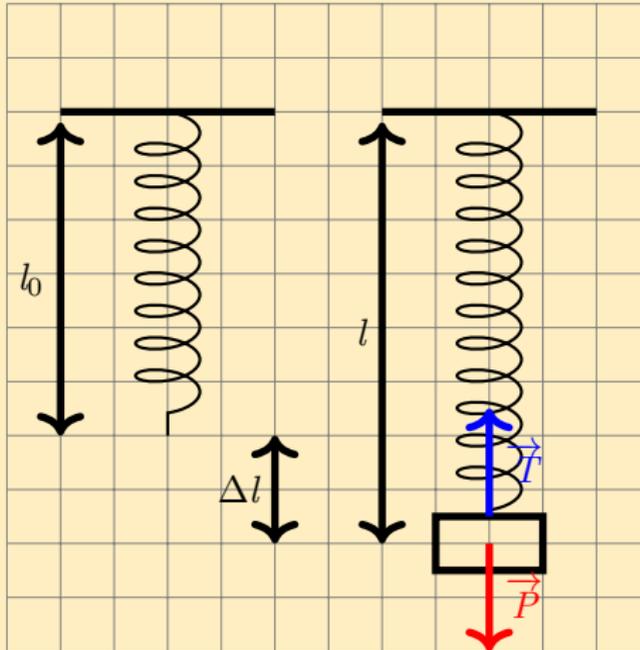
II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1.3 En application les conditions d'équilibre, déduire une relation entre l'intensité de poids et l'intensité de la tension .

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$

$$T = P = m.g$$

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1.3 En application les conditions d'équilibre, déduire une relation entre l'intensité de poids et l'intensité de la tension .

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$

$$T = P = m.g$$

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1.3 En application les conditions d'équilibre, déduire une relation entre l'intensité de poids et l'intensité de la tension .

-

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$

$$T = P = m.g$$

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 2. Étude de tableau des mesures
- 2.1 Déduire du tableau des mesures la valeur de l_0
- la valeur de l_0 lorsque $m = 0$ i.e que d'après le tableau $l_0 = 10\text{cm}$
- 2.2 compléter le tableau ci-dessus , on prend $g = 10\text{N/kg}$

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)	0	0.5	0.9	1.5	2.0

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

● 2. Étude de tableau des mesures

● 2.1 Déduire du tableau des mesures la valeur de l_0

● la valeur de l_0 lorsque $m = 0$ i.e que d'après le tableau $l_0 = 10\text{cm}$

● 2.2 compléter le tableau ci-dessus , on prend $g = 10\text{N/kg}$

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)	0	0.5	0.9	1.5	2.0

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 2. Étude de tableau des mesures
- 2.1 Déduire du tableau des mesures la valeur de l_0
 - la valeur de l_0 lorsque $m = 0$ i.e que d'après le tableau $l_0 = 10\text{cm}$
- 2.2 compléter le tableau ci-dessus , on prend $g = 10\text{N/kg}$

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)	0	0.5	0.9	1.5	2.0

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 2. Étude de tableau des mesures
- 2.1 Déduire du tableau des mesures la valeur de l_0
- la valeur de l_0 lorsque $m = 0$ i.e que d'après le tableau $l_0 = 10\text{cm}$
- 2.2 compléter le tableau ci-dessus , on prend $g = 10\text{N/kg}$

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)	0	0.5	0.9	1.5	2.0

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 2. Étude de tableau des mesures
- 2.1 Déduire du tableau des mesures la valeur de l_0
- la valeur de l_0 lorsque $m = 0$ i.e que d'après le tableau $l_0 = 10\text{cm}$
- 2.2 compléter le tableau ci-dessus , on prend $g = 10\text{N/kg}$

masse m (g)	0	5	10	15	20
tension T (N)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
longueur finale (cm)	10,0	10,5	10,9	11,5	12,0
allongement Δl (cm)	0	0.5	0.9	1.5	2.0

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

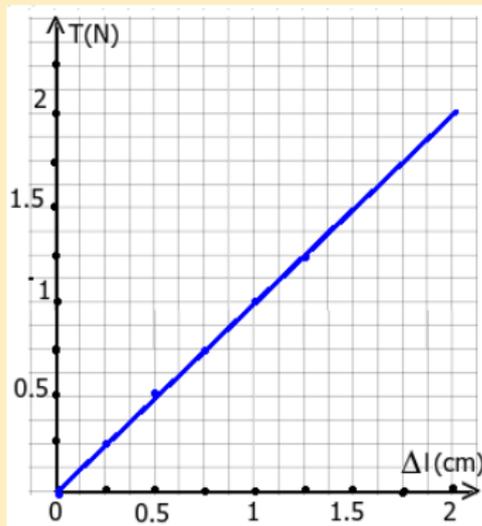
allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

3. Représenter le graphe des variation de la tension T du ressort en fonction de l'allongement Δl .

En déduire une relation entre T et Δl



II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

La représentation de T en fonction de l'allongement du ressort Δl , est une droite passant par O . Donc la tension T est proportionnelle à l'allongement du ressort Δl :

$$T = k \cdot \Delta l \quad \text{ou encore} \quad T = k(l - l_0)$$

Le coefficient de proportionnalité k est appelé :

La constante de raideur du ressort .

Son unité dans SI est N/m .

II. La force appliquée par un ressort

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Application 1

Lorsqu'un corps de masse $M = 200g$ est suspendu à un ressort de raideur $k = 10N/m$ son allongement Δl .

1. Calculer la longueur finale du ressort sachant que sa longueur initiale $l_0 = 10cm$.
2. En déduire l'allongement Δl du ressort.

On prend $g = 10N/kg$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Mise en évidence de la poussée d'Archimède

Lorsqu'on immerge un corps en bois dans l'eau et on le relâche. On observe que le corps monte rapidement vers la surface de l'eau.

- 1. Lorsqu'il est en équilibre , faire le bilan des forces exercées sur le corps en bois .
- * Le poids du corps \vec{P} .
- * La force exercée par l'eau \vec{F}_a appelée **poussée d' Archimède** .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Mise en évidence de la poussée d'Archimède

Lorsqu'on immerge un corps en bois dans l'eau et on le relâche. On observe que le corps monte rapidement vers la surface de l'eau.

- 1. Lorsqu'il est en équilibre , faire le bilan des forces exercées sur le corps en bois .
 - * Le poids du corps \vec{P} .
 - * La force exercée par l'eau \vec{F}_a appelée **poussée d' Archimède** .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

1. Mise en évidence de la poussée d'Archimède

Lorsqu'on immerge un corps en bois dans l'eau et on le relâche. On observe que le corps monte rapidement vers la surface de l'eau.

- 1. Lorsqu'il est en équilibre , faire le bilan des forces exercées sur le corps en bois .
- * Le poids du corps \vec{P} .
- * La force exercée par l'eau \vec{F}_a appelée **poussée d' Archimède** .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Quelles sont les caractéristiques de cette force ?

- * Le point d'application :
La poussée d'Archimède est une action mécanique répartie sur toute la surface immergée dans l'eau donc son point d'application est le centre de gravité de la partie du corps immergée dans l'eau .
- * Le sens
Du bas vers le haut
- * La direction
La verticale qui passe par le point d'application .
- * l'intensité
La valeur F_a

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Quelles sont les caractéristiques de cette force ?

- * Le point d'application :

La poussée d'Archimède est une action mécanique répartie sur toute la surface immergée dans l'eau donc son point d'application est le centre de gravité de la partie du corps immergée dans l'eau .

- * Le sens

Du bas vers le haut

- * La direction

La verticale qui passe par le point d'application .

- * l'intensité

La valeur F_a

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Quelles sont les caractéristiques de cette force ?

- * Le point d'application :

La poussée d'Archimède est une action mécanique répartie sur toute la surface immergée dans l'eau donc son point d'application est le centre de gravité de la partie du corps immergée dans l'eau .

- * Le sens

Du bas vers le haut

- * La direction

La verticale qui passe par le point d'application .

- * l'intensité

La valeur F_a

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Quelles sont les caractéristiques de cette force ?

- * Le point d'application :
La poussée d'Archimède est une action mécanique répartie sur toute la surface immergée dans l'eau donc son point d'application est le centre de gravité de la partie du corps immergée dans l'eau .
- * Le sens
Du bas vers le haut
- * La direction
La verticale qui passe par le point d'application .
- * l'intensité
La valeur F_a

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Quelles sont les caractéristiques de cette force ?

- * Le point d'application :
La poussée d'Archimède est une action mécanique répartie sur toute la surface immergée dans l'eau donc son point d'application est le centre de gravité de la partie du corps immergée dans l'eau .
- * Le sens
Du bas vers le haut
- * La direction
La verticale qui passe par le point d'application .
- * l'intensité
La valeur F_a

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

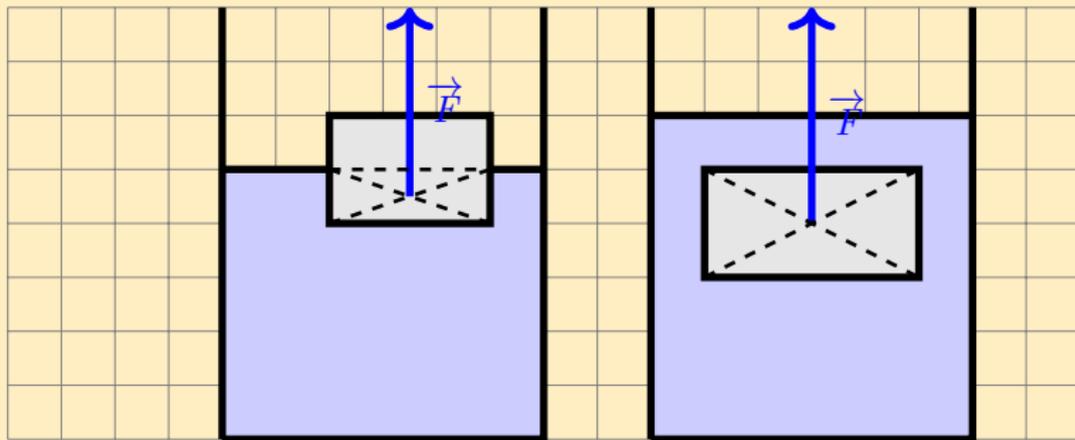
allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Remarque :

Dans le cas où le corps est immergé totalement dans l'eau Le point d'application est confondu avec le centre d'inertie G du corps plongé .

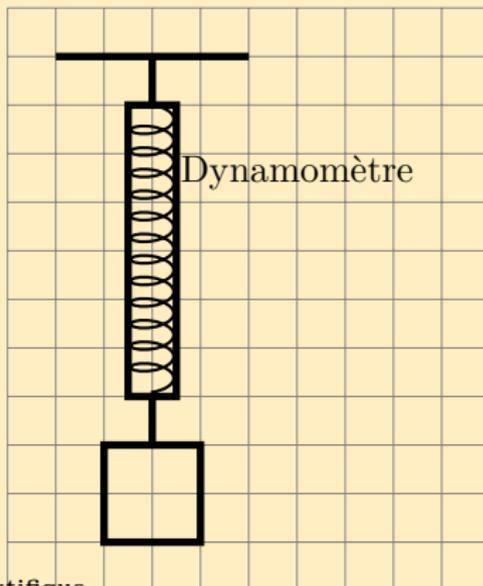


III. La poussée d'Archimède

3. Mesure de la poussée d'Archimède

Expérience 1 : On accroche un corps de masse $m=200\text{g}$ à un dynamomètre fixé à un support .

$$T_1 = 1,96\text{N}$$



III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .

- * \vec{T}_0 la tension du ressort .
- * \vec{P} le poids du corps

Le corps est en équilibre : $\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$

$$P = T_0$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .

- * \vec{T}_0 la tension du ressort .
- * P le poids du corps

Le corps est en équilibre : $\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$

$$P = T_0$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- 1. Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .
- * \vec{T}_0 la tension du ressort .
- * \vec{P} le poids du corps

Le corps est en équilibre : $\vec{P} + \vec{T}_0 = \vec{0}$

$$P = T_0$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 2

On immerge la moitié du corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .
 - * \vec{T}_1 la tension du ressort .
 - * \vec{P} le poids du corps
 - * \vec{F}_a La poussée d'Archimède
- Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_1 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (1)$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 2

On immerge la moitié du corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .
 - * \vec{T}_1 la tension du ressort .
 - * \vec{P} le poids du corps
 - * \vec{F}_a La poussée d'Archimède
- Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_1 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (1)$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 2

On immerge la moitié du corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Donner le bilan des forces exercée sur le corps lorsqu'il est en équilibre .
 - * \vec{T}_1 la tension du ressort .
 - * \vec{P} le poids du corps
 - * \vec{F}_a La poussée d'Archimède
- Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_1 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (1)$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Quelle est l'indication du dynamomètre ? que représente cette indication ?
- L'indication de dynamomètre est $T_1 = 1,85N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .
Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
si on projette la relation vectorielle (1) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_1 + F_a - P = 0 \implies F_a = P - T_1$$

$$F_a = 0,11N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Quelle est l'indication du dynamomètre ? que représente cette indication ?
- L'indication de dynamomètre est $T_1 = 1,85N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .
Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
si on projette la relation vectorielle (1) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_1 + F_a - P = 0 \implies F_a = P - T_1$$

$$F_a = 0,11N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Quelle est l'indication du dynamomètre ? que représente cette indication ?
- L'indication de dynamomètre est $T_1 = 1,85N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .
Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
si on projette la relation vectorielle (1) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_1 + F_a - P = 0 \implies F_a = P - T_1$$

$$F_a = 0,11N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 4

On immerge totalement le corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
- de la même façon on calcule l'intensité de la poussée d'Archimède :

Bilan des forces exercées sur le corps :

- * \vec{T}_2 la tension du ressort .
- * \vec{P} le poids du corps
- * \vec{F}_a La poussée d'Archimède

Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_2 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (2)$$

L'indication de dynamomètre est $T_2 = 1,74N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 4

On immerge totalement le corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
- de la même façon on calcule l'intensité de la poussée d'Archimède :

Bilan des forces exercées sur le corps :

- * \vec{T}_2 la tension du ressort .
- * \vec{P} le poids du corps
- * \vec{F}_a La poussée d'Archimède

Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_2 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (2)$$

L'indication de dynamomètre est $T_2 = 1,74N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Expérience 4

On immerge totalement le corps dans l'éprouvette graduée contenant de l'eau .

- Déduire l'intensité de la poussée d'Archimie.
- de la même façon on calcule l'intensité de la poussée d'Archimède :

Bilan des forces exercées sur le corps :

- * \vec{T}_2 la tension du ressort .
- * \vec{P} le poids du corps
- * \vec{F}_a La poussée d'Archimède

Le corps est en équilibre , donc :

$$\vec{T}_2 + \vec{P} + \vec{F}_a = \vec{0} \quad (2)$$

L'indication de dynamomètre est $T_2 = 1,74N$, cette indication représente la tension du ressort du dynamomètre .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- On déduit l'intensité de la poussée d'Archimie.
- si on projette la relation vectorielle (2) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_2 + F'_a - P = 0 \implies F'_a = P - T_2$$

$$F_a = 0,22N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- On déduit l'intensité de la poussée d'Archimie.
- si on projette la relation vectorielle (2) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_2 + F'_a - P = 0 \implies F'_a = P - T_2$$

$$F_a = 0,22N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- On déduit l'intensité de la poussée d'Archimie.
- si on projette la relation vectorielle (2) sur l'axe Oz orienté vers le haut :

$$T_2 + F'_a - P = 0 \implies F'_a = P - T_2$$

$$F_a = 0,22N$$

est l'intensité de la poussée d'Archimède .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Conclusion :

La force de la poussée d'Archimède est plus petit que le poids réel de corps immergé dans le liquide . De plus, plus le volume immergé est important, plus la grandeur de cette force augmente et la force indiquée par le dynamomètre diminue .

$$F_a = P - T$$

P est l'intensité du poids du corps

T la tension du ressort du dynamomètre.

F_a la poussée d'Archimède .

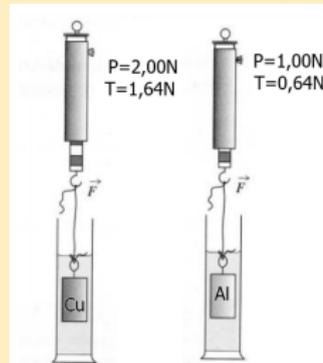
III. La poussée d'Archimède

4. Facteurs qui influencent la poussée d'Archimède.

Dans les expériences suivantes, on cherche les facteurs qui peuvent influencer la valeur de la poussée d'Archimède .

☞ **La densité du corps solide .**

Exp1 : On mesure la poussée d'Archimède de deux corps de mêmes volumes, mais de substances différentes i.e de densité différentes par exemple un cylindre de cuivre et un cylindre de l'aluminium .



III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a la même valeur .
- Conclusion :
La poussée d'Archimède ne dépend pas de la densité du corps immergé .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a la même valeur .
- Conclusion :
La poussée d'Archimède ne dépend pas de la densité du corps immergé .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

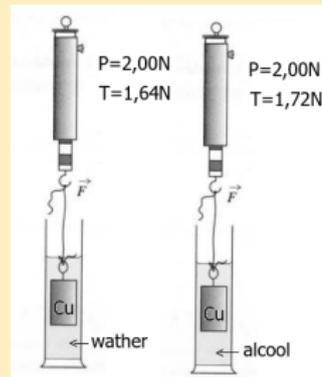
Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a la même valeur .
- Conclusion :
La poussée d'Archimède ne dépend pas de la densité du corps immergé .

III. La poussée d'Archimède

☞ La densité ou la masse volumique du liquide .

Exp2 : On mesure la poussée d'Archimède d'un corps (un cylindre de cuivre) de volume V , immergé dans deux liquide différents i.e de masses volumiques ou densités différentes par exemple, l'eau ($d=1$) et l'alcool ($d=0,79$) .



III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a une intensité plus importante dans un liquide de densité plus importante.
- Conclusion :
La poussée d'Archimède dépend de la densité ou la masse volumique du liquide .
La poussée d'Archimède et la masse volumique du liquide sont des grandeurs directement proportionnelles.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a une intensité plus importante dans un liquide de densité plus importante.
- Conclusion :
La poussée d'Archimède dépend de la densité ou la masse volumique du liquide .
La poussée d'Archimède et la masse volumique du liquide sont des grandeurs directement proportionnelles.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- La poussée d'Archimède a une intensité plus importante dans un liquide de densité plus importante.
- Conclusion :
La poussée d'Archimède dépend de la densité ou la masse volumique du liquide .
La poussée d'Archimède et la masse volumique du liquide sont des grandeurs directement proportionnelles.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

👉 le volume immergé du solide

- D'après l'expérience 4 on conclue que :
plus le volume immergé est important, plus la grandeur de la poussée d'Archimède augmente .
La poussée d'Archimède et le volume immergé du corps sont des grandeurs directement proportionnelles.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

☞ le volume immergé du solide

- D'après l'expérience 4 on conclue que :
plus le volume immergé est important, plus la grandeur de la poussée d'Archimède augmente .
La poussée d'Archimède et le volume immergé du corps sont des grandeurs directement proportionnelles.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

4. Conclusion :

La poussée d'Archimède est directement proportionnelle au volume immergé de l'objet et la masse volumique du liquide.

$$F_a = K \cdot V \cdot \rho_{\text{liquide}}$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

☞ **La détermination de la constante K** . prenons les valeurs de l'expérience 3 par ex. Un objet de 36cm^3 de volume est totalement immergé dans l'eau $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ la valeur de la poussée d'Archimède est $F_a = 0,36\text{N}$. Calculer la valeur K . conclure .

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Réponse :

* Calcule de la valeur K :

$$K = \frac{F_a}{\rho_{liq} \cdot V}$$

On a $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $F_a = 0,36 \text{ N}$ et $36 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$$K = \frac{0,36}{36 \times 10^{-6} \times 10^4} = 10 \text{ N/kg} = g$$

Si les expériences étaient réalisées avec plus de précision, la valeur obtenue serait de $9,81 \text{ N/kg}$ c'est l'intensité de pesanteur g .

Par conséquent :

$$F_a = \rho_{liq} \cdot g \cdot V$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

5. Le principe d'Archimède

- Reprenons les résultats de l'expérience 3,4 , lorsque le corps est immergé en moitié le volume d'eau déplacé est $V_1 = 61,21 \text{ cm}^3$. Calculer le poids de la quantité d'eau déplacée et le comparer avec l'intensité de la poussée d'Archimède.
- * Le volume d'eau déplacée : $V_{1d} = V_1 - V = 11,2 \text{ cm}^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

5. Le principe d'Archimède

- Reprenons les résultats de l'expérience 3,4 , lorsque le corps est immergé en moitié le volume d'eau déplacé est $V_1 = 61,21 \text{ cm}^3$. Calculer le poids de la quantité d'eau déplacée et le comparer avec l'intensité de la poussée d'Archimède.
- * Le volume d'eau déplacée : $V_{1d} = V_1 - V = 11,2 \text{ cm}^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

5. Le principe d'Archimède

- Reprenons les résultats de l'expérience 3,4 , lorsque le corps est immergé en moitié le volume d'eau déplacé est $V_1 = 61,21 \text{ cm}^3$. Calculer le poids de la quantité d'eau déplacée et le comparer avec l'intensité de la poussée d'Archimède.
- * Le volume d'eau déplacée : $V_{1d} = V_1 - V = 11,2 \text{ cm}^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Le poids de ce volume est : $P_1 = m_1 \cdot g$ avec

$$\rho_{eau} = \frac{m'}{V_{1d}} \implies m_1 = \rho_{eau} \cdot V_d \text{ de ou :}$$

$$P_1 = \rho_{eau} \cdot V_{1d} \cdot g = 10^{-3} \times 11,2 \times 10$$

$$P_1 = 0,112N$$

Donc $P_1 \simeq F_a$

- de la même façon , lorsque le corps est immergé totalement dans l'eau.
* Le volume d'eau déplacée : $V_{2d} = V_2 - V = 22,4cm^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Le poids de ce volume est : $P_1 = m_1 \cdot g$ avec

$$\rho_{eau} = \frac{m'}{V_{1d}} \implies m_1 = \rho_{eau} \cdot V_d \text{ de ou :}$$

$$P_1 = \rho_{eau} \cdot V_{1d} \cdot g = 10^{-3} \times 11,2 \times 10$$

$$P_1 = 0,112N$$

Donc $P_1 \simeq F_a$

- de la même façon , lorsque le corps est immergé totalement dans l'eau.

* Le volume d'eau déplacée : $V_{2d} = V_2 - V = 22,4 \text{ cm}^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

- Le poids de ce volume est : $P_1 = m_1 \cdot g$ avec

$$\rho_{eau} = \frac{m'}{V_{1d}} \implies m_1 = \rho_{eau} \cdot V_d \text{ de ou :}$$

$$P_1 = \rho_{eau} \cdot V_{1d} \cdot g = 10^{-3} \times 11,2 \times 10$$

$$P_1 = 0,112N$$

Donc $P_1 \simeq F_a$

- de la même façon , lorsque le corps est immergé totalement dans l'eau.
 - * Le volume d'eau déplacée : $V_{2d} = V_2 - V = 22,4cm^3$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Le poids de ce volume est : $P_2 = m_2 \cdot g$ avec

$$\rho_{eau} = \frac{m_2}{V_{2d}} \implies m_2 = \rho_{eau} \cdot V_{2d} \text{ de ou :}$$

$$P_2 = \rho_{eau} \cdot V_{2d} \cdot g = 10^{-3} \times 22,4 \times 10$$

$$P_2 = 0,224N$$

Donc $P_2 \simeq F'_a$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Conclusion

* Le poids du liquide déplacé est égal à l'intensité de la poussée d'Archimède.

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Conclusion

Le principe d'Archimède :

Tout corps plongé dans un liquide , subit de la part de ce liquide une poussée verticale, du bas en haut égale au poids du volume de liquide déplacé .

$$F_a = P_{dep} = \rho_{liquide} \cdot V_d \cdot g$$

III. La poussée d'Archimède

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Remarque

Dans le cas où le corps est immergé totalement le volume déplacé est égale au volume du corps .

IV. La poussée d'Archimède dans les gaz

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

De la même façon que les liquides, tout corps plongé dans un gaz, subit une poussée verticale du bas en haut appelée poussée d'Archimède dans les gaz, d'intensité est égale à l'intensité du poids du volume du gaz déplacé.

V. Corps qui flottent ou coulent .

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Un corps immergé est donc soumis à 2 forces de sens contraire : son poids (vers le bas) et la poussée d'Archimède (vers le haut).

On a trois cas :

1^{ère} cas : $F_a < P$ Le corps coule et se stabilise au fond du récipient

.

2^{ème} cas : $F_a = P$ Le corps flotte entre les deux eaux .

3^{ème} cas : $F_a > P$ Le corps remonte à la surface d'eau

V. Corps qui flottent ou coulent .

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Application 2

Un morceau de métal a un poids de $8,6\text{N}$ et un poids apparent (l'intensité indiquée par un dynamomètre) de $7,3\text{N}$ s'il est immergé dans l'eau. Calculer :

1. son volume
2. sa masse volumique
3. quelle devrait être la masse volumique du liquide si on veut que le poids apparent corresponde à la moitié du poids .

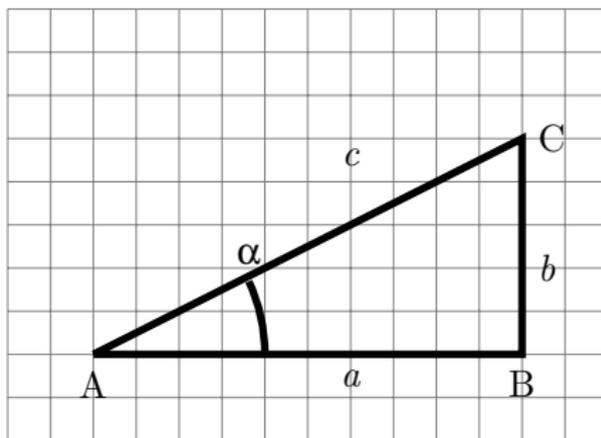
I. Rappels mathématiques

1. Formules trigonométriques

Considérons un triangle rectangle en B :

$AB = a$, $BC = b$, $CA = c$ et $\alpha = \widehat{(\vec{AB}, \vec{AC})} = 30^\circ$

On a $\boxed{\sin(\alpha) = \frac{b}{c}}$; $\boxed{\cos(\alpha) = \frac{a}{c}}$; $\boxed{\tan(\alpha) = \frac{b}{a}}$



I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

2. Le théorème de Pythagore

D'après le théorème de Pythagore :

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

3. Projection d'un vecteur force

a. cas d'un seul vecteur force \vec{F} .

Considérons un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) et un vecteur force \vec{F} fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontal (\vec{Ox}) .

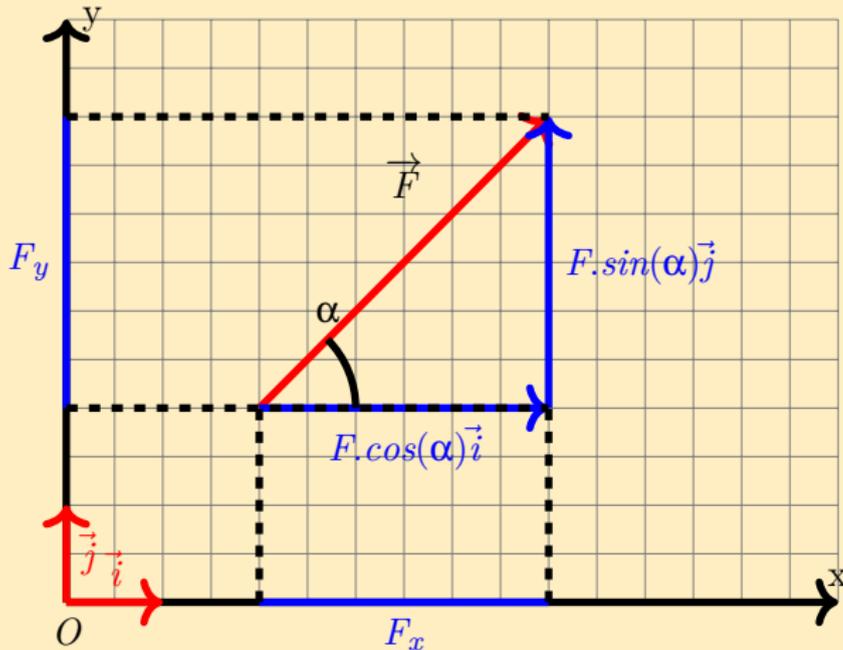
I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Les composantes du \vec{F} dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) sont :

F_x et F_y tel que $\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$ avec $F_x = F \cdot \cos(\alpha)$ et $F_y = F \sin(\alpha)$

F_x et F_y sont des valeurs algébriques .

On a aussi la norme du vecteur force $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

b. Cas de deux vecteurs forces

Un point M est soumis à l'action de deux vecteurs forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 . La force \vec{F}_1 fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontal et \vec{F}_2 fait un angle $\beta = 60^\circ$ avec l'horizontal . On calcul \vec{F} , la somme de ces deux vecteurs .

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Il existe deux méthodes pour faire cette somme ; méthode géométrique et méthode analytique .

La méthode géométrique est une méthode graphique ,elle se base sur les caractéristiques des vecteur forces et puis on fait la somme géométrique des deux vecteurs forces . voir fig1

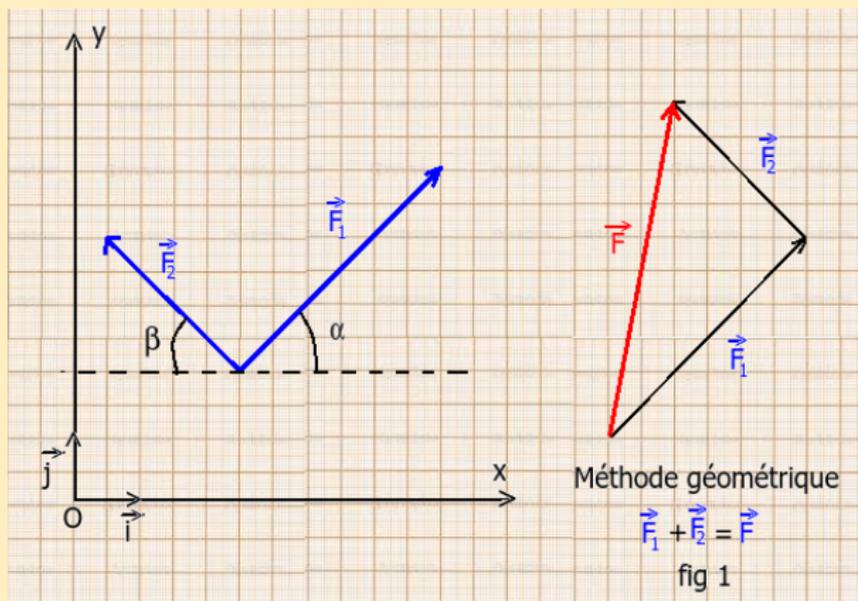
I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



I. Rappels mathématiques

Pour la méthode analytique consiste à projeter la relation vectorielle $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ dans la base orthonormée :

Sur l'axe Ox on a :

$$F_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$F_x = F_1 \cos(\alpha) - F_2 \cos(\beta)$$

Sur l'axe Oy on a :

$$F_y = F_{1y} + F_{2y}$$

$$F_y = F_1 \sin(\alpha) + F_2 \sin(\beta)$$

et la norme de vecteur force \vec{F} est donnée par la relation :

$$F = \sqrt{(F_1 \sin(\alpha) + F_2 \sin(\beta))^2 + (F_1 \cos(\alpha) - F_2 \cos(\beta))^2}$$

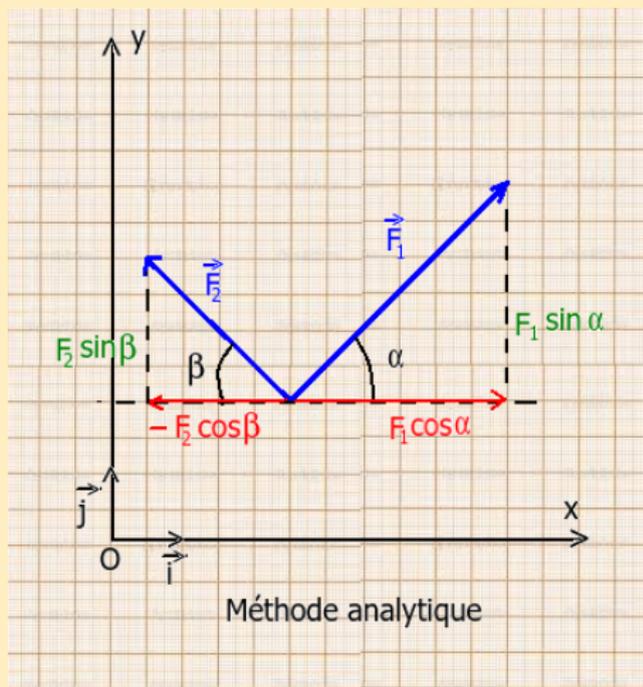
I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques



I. Rappels mathématiques

Quelques applications de l'équilibre d'un solide soumis à deux forces

allal Mahdade

Introduction

Rappels mathématiques

Application 1

Représenter sur la figure 1 , en utilisant les deux méthodes, la somme des deux vecteurs forces et déduire la norme et la direction de cette somme.

On donne : $F_1 = 4N$, $F_2 = 6N$, $\alpha = \beta = 45^\circ$.

