

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
Ecole Normale Supérieure

Département de Formation Initiale Scientifique
C.E.R PHYSIQUE-CHIMIE

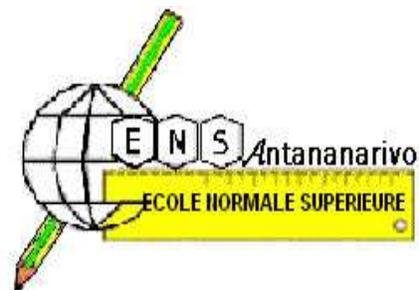
Mémoire de fin d'Etudes pour l'obtention du
Certificat d'Aptitude Pédagogique
de l'Ecole Normale Supérieure
(C.A.P.E.N)

CONCEPTION ET ÉLABORATION
D'UN DIDACTICIEL POUR L'ENSEIGNEMENT
DE LA FORCE ET STATIQUE DE LA CLASSE
DE SECONDE

Présenté par :
ANDRIANJAFINDRAZANANY Parisolomalalarintsoa

Année Universitaire : 2009-2010

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE NORMALE SUPERIEURE D'ANTANANARIVO**



**DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE
C.E.R PHYSIQUE-CHIMIE**

**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Certificat d'Aptitude Pédagogique de
l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N)**

**CONCEPTION ET ÉLABORATION D'UN DIDACTICIEL POUR
L'ENSEIGNEMENT DE LA FORCE ET STATIQUE DE LA CLASSE
DE SECONDE**

N° d'ordre : 298 /PC

Présenté par : ANDRIANJAFINDRAZANANY Parisolomalalarintsoa

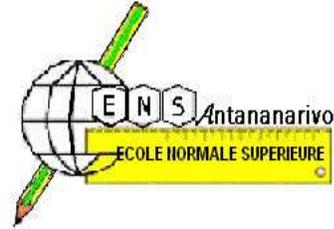
Soutenu le : 09 juin 2011

Rapporteur : Mr ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer

Professeur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2009-2010

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE NORMALE SUPERIEURE D'ANTANANARIVO



DEPARTEMENT DE FORMATION INITIALE SCIENTIFIQUE
C.E.R PHYSIQUE-CHIMIE

**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Certificat d'Aptitude Pédagogique de
l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N)**

**CONCEPTION ET ÉLABORATION D'UN DIDACTICIEL POUR
L'ENSEIGNEMENT DE LA FORCE ET STATIQUE DE LA CLASSE
DE SECONDE**

N° d'ordre : 298 /PC

Présenté par : ANDRIANJAFINDRAZANANY Parisolomalalarintsoa

Soutenu le : 09 juin 2011

Président : Monsieur RASOLONDRAMANITRA Henri
Ph.D et Maître de conférences

Juges : Madame RAHARIJAONA Lala Parsonnette
Assistant
Monsieur RASOANAIVO René Yves
Ph.D et Maître de conférences

Rapporteur : Monsieur ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer
Professeur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2009-2010

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu, le tout puissant pour sa bénédiction durant mes études car sans Lui, tout effort est vain

A toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail, nous vous exprimons notre vive et respectueuse gratitude :

- *A Monsieur **RASOLONDRAMANITRA**, qui nous a fait le grand honneur de présider la soutenance de ce mémoire.*

- *A Monsieur **RASOANAIVO René Yves** et à Madame **RAHARIJAONA Lala Parsonnette** qui ont accepté d'examiner ce travail, et de faire partie des membres de jury.*

- *A Monsieur **ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer** qui n'a pas ménagé ses efforts pour nous guider, nous réserver beaucoup de temps pour nous encadrer et nous donner ses précieux conseils dans la réalisation de cette étude.*

Il nous est aussi un grand honneur de remercier :

- *Toute la famille*
- *Nos amis qui n'ont pas cessé de supporter moralement et matériellement tout au long de mes études*
- *Monsieur **RIJARIMANANA Tiana Andriantsoa** qui m'a beaucoup aidé à la réalisation de l'outil didactique.*

Tous ceux qui, de près ou de loin, ont pris part à la réalisation de ce travail.

Avec nos sincères souvenirs.

Avant tout, que la bonté de Dieu soit avec vous.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE: REPERE THEORIQUE.....	2
I) La notion d'une force	2
I.1) Généralités sur la force.....	2
I.2) Caractéristiques et représentation d'une force.....	3
I.3) Appareil de mesure et unité de la force	5
I.4) Transmission des forces	7
I.5) Classification des forces.....	9
I.6) Somme de deux forces	10
II) La statique	14
II.1) Equilibre d'un solide soumis à deux forces	14
II.2) Equilibre d'un solide soumis à trois forces.....	18
II.3) Equilibre d'un solide soumis à n forces.....	21
II.4) Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe	21
DEUXIEME PARTIE: MODULES D'APPRENTISSAGE.....	29
I) Architecture du didacticiel	29
II) Caractéristiques du didacticiel.....	30
III) Séquences d'apprentissage.....	30
III.1) Lancement du programme.....	30
III.2) Les prérequis.....	32
III.3) Modules d'apprentissage.....	42
III.4) Approfondissement.....	108
CONCLUSION.....	112

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Point d'application d'une force	3
Figure 2 : Direction ou la ligne d'action d'une force	4
Figure 3 : Sens d'une force	4
Figure 4 : Représentation d'une force	5
Figure 5 : Dynamomètre peson à ressort	5
Figure 6 : Dynamomètre à lame d'acier	6
Figure 7 : Dynamomètre de Poncelet	6
Figure 8 : Dynamomètre à anneau d'acier	6
Figure 9 : Visualisation d'un dynamomètre	7
Figure 10 : Transmission des forces par les fils	7
Figure 11 : Poulie à axe fixe	8
Figure 12 : Transmission des forces par une poulie	8
Figure 13 : Expression d'une force dans une base orthonormée	10
Figure 14 : Anneau soumis à deux forces en équilibre	15
Figure 15 : Petite sphère de métal en équilibre sur un plan lisse.....	15
Figure 16 : Corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un fil souple	16
Figure 17 : Corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un ressort	16
Figure 18 : Brique sur un plan incliné parfaitement lisse	17
Figure 19 : Brique B en équilibre sur un plan incliné rugueux	17
Figure 20 : Solide S léger soumis à trois forces localisées	18
Figure 21 : Profil du dispositif	19
Figure 22 : Ombre des supports des brins de fil issus de A, B et C	20
Figure 23 : Poignet d'une porte soumis à une force perpendiculaire à l'axe	21
Figure 24 : Poignet d'une porte soumis à une force parallèle à l'axe	22
Figure 25 : Poignet d'une porte soumis à une force horizontalement \vec{F}_1 ou une force inclinée \vec{F}_2 à l'axe	22
Figure 26 : Mise en évidence de l'importance de la distance de la droite d'action de la force à l'axe de rotation et l'intensité de la force	23
Figure 27 : Force perpendiculaire à l'axe	24
Figure 28 : Force à inclinaison quelconque	24
Figure 29: Choix du sens positif du mouvement.....	25
Figure 30: Disque percé de trous.....	26

LISTE DES ORGANIGRAMMES

Organigramme 1 : Architecture du didacticiel.....	29
Organigramme 2 : Contenu des pages des prérequis.....	32
Organigramme 3 : Contenu des pages des modules d'apprentissage.....	42

LISTE DE TABLEAU

Tableau 1 : Relevé des mesures	27
--------------------------------------	----

INTRODUCTION

Apprendre les sciences physiques demande de la part des élèves la compréhension des phénomènes étudiés. De même enseigner les sciences physiques vise à développer chez l'apprenant une capacité de savoir faire et un esprit scientifique, c'est-à-dire, un esprit d'analyse, de critique et d'objectivité. Une question fondamentale se pose alors : que/comment faire pour atteindre ces objectifs sachant que le problème de manque ou d'insuffisance de matériels didactiques et de laboratoire touche la plupart des lycées à Madagascar ?

Les études, les recherches menées au sein du Centre d'Etudes et Recherches en Physique et Chimie (CER-PC) de l'Ecole Normale Supérieure d'Antananarivo sont axées sur la production des produits en Technologie de l'Information et de Communication pour l'Enseignement (TICE) pour l'amélioration de la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences physiques.

C'est ainsi que, dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, mémoire intitulé « **Conception et élaboration d'un didacticiel pour l'enseignement de la force et statique de la classe de seconde** », nous nous proposons d'élaborer un logiciel concernant le thème à étudier. Il s'agit d'une ressource numérique qui vise à

- la compréhension et à la concrétisation du chapitre : « Force et Statique des solides » de la classe de seconde.
- développer chez l'apprenant(e) son sens d'observation et d'analyse.
- l'autonomie dans l'apprentissage de la physique.

Notre travail comporte deux parties :

- La première partie est consacrée au repère théorique sur la Force et Statique des solides.
- La deuxième partie propose des modules d'apprentissage fondés sur des TP virtuels et met à profit les points essentiels développés dans le repère théorique.

Une **force** désigne, en physique, l'interaction entre deux ou plusieurs corps, une action mécanique capable d'imposer un mouvement ou une déformation d'un corps (une force exercée sur corps peut provoquer un mouvement ralenti, ou accéléré ou un mouvement de rotation).

Au minimum deux forces exercées sur un corps sont nécessaires pour induire une déformation de celui-ci. Isaac Newton a précisé ce concept en établissant les bases de la mécanique newtonienne.[1]

I. LA NOTION D'UNE FORCE

I.1. Généralités sur la force[2]

Le concept de force est ancien, mais il a mis longtemps à obtenir une définition utilisable. En effet, à la différence de grandeurs physiques telles que la longueur et/ou la masse qui sont représentées par des grandeurs scalaires, les forces ne peuvent être représentées que par des vecteurs. Les représentations vectorielles des forces doivent être distinguées des forces proprement dites. Certains philosophes et physiciens, dits opérationnalistes ou instrumentalistes au sujet des forces nient qu'il existe des forces : selon eux les vecteurs de forces utilisés en mécanique sont des outils utiles du physicien, mais ils ne décrivent rien dans la réalité. Un de leurs arguments est que les forces sont imperceptibles. Les réalistes au sujet des forces, à l'opposé, soutiennent que les vecteurs de forces réfèrent à des forces qui existent indépendamment de leur représentation. A l'objection selon laquelle les forces seraient imperceptibles, ils répondent souvent que la perception tactile ou le sens musculaire nous permettent d'expérimenter de telles entités physiques.

Archimède, lors de l'étude du problème du bras de levier, évoquait le poids des corps sans expliquer plus explicitement ce qu'il entendait par là. Lors des études sur les poulies, la notion de force est utilisée confusément comme étant la tension dans les fils. Même le problème du plan incliné ou celui de la chute des corps sont résolus par Galilée sans faire appel explicitement à la notion de force.

Parallèlement, la composition des forces apparaît implicitement dans les travaux de Stevin (*De Beghinselen der Weeghconst*, 1586). Toutefois, la distinction entre la notion de force et de vitesse ne se fait pas encore, et il faudra attendre les travaux d'Isaac Newton pour avoir une formalisation précise de la notion de force. La définition donnée dans les célèbres *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) est celle qui est encore acceptée de nos jours.

La définition du concept de force a permis une présentation simple de la mécanique classique par Isaac Newton (lois du mouvement de Newton).

Aujourd'hui, la notion de force reste très utilisée dans l'enseignement et dans l'ingénierie. Pourtant les moments, l'énergie et les impulsions sont des grandeurs fondamentales de la physique dans le sens où ils obéissent tous à une loi de conservation, la force n'est qu'un artifice de calcul, parfois commode mais dont on peut parfaitement se passer. C'est pourquoi il existe en mécanique analytique, des formulations de la mécanique classique qui n'utilisent pas le concept de force. Ces formulations, apparues après la mécanique newtonienne, font cependant appel à des notions encore plus abstraites que le vecteur force, et on considère en conséquence qu'il vaut mieux les introduire seulement dans l'enseignement supérieur.

Les forces sont d'autre part souvent confondues avec le concept de contrainte et notamment avec les tensions.

I.2. Caractéristiques et représentation d'une force [3]

1.2.1. Caractéristiques d'une force

Quelle que soit sa nature, quelle que soit aussi la façon dont elle se manifeste, une force est une **grandeur vectorielle**. Donc elle est caractérisée par quatre éléments :

a. Le point d'application

C'est le point du corps sur lequel la force s'exerce.



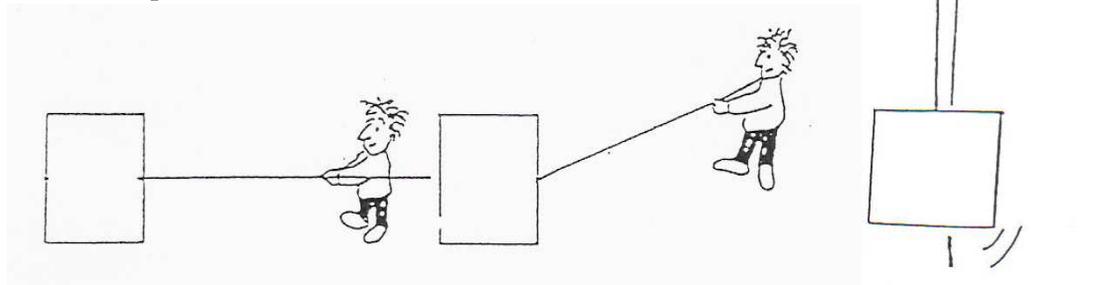
Figure 1 : Point d'application d'une force

b. La direction ou la ligne d'action

C'est la droite suivant laquelle la force agit.

La direction peut être :

- Horizontale
- Verticale
- oblique



Direction horizontale

Direction oblique

Direction verticale

Figure 2 : Direction ou la ligne d'action d'une force

c. L'intensité

C'est la grandeur de la force exprimée en Newton (N)

d. Le sens

C'est le sens du mouvement que la force tend à produire.

Le sens peut être :

- de haut en bas
- de bas en haut
- de droite à gauche
- de gauche à droite

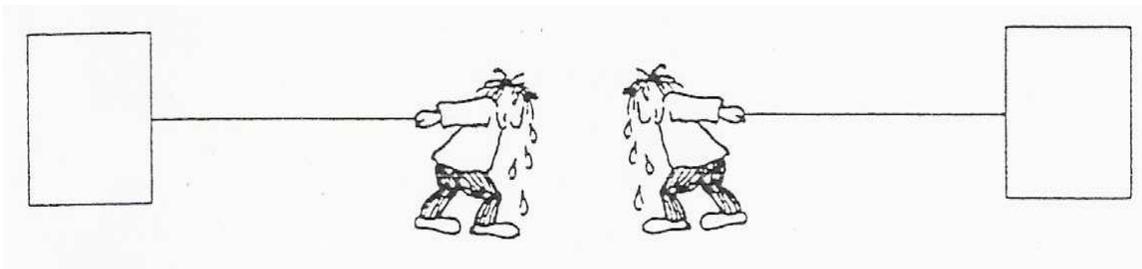
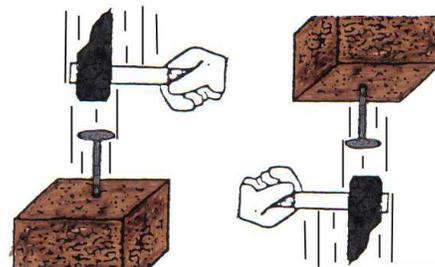


Figure 3 : Sens d'une force

1.2.2. Représentation d'une force

Exemple :

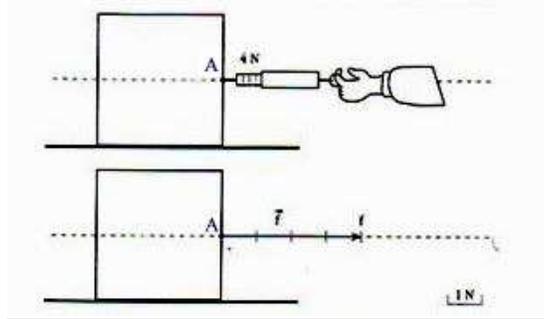


Figure 4 : Représentation d'une force

On représente une force par un segment orienté ou un vecteur dont :

- le point d'application est celui où la force s'applique : A
- la direction est celle de la force : horizontale
- Le sens est celui dans lequel la force agit : de gauche à droite
- La mesure de la longueur est celle de l'intensité de la force : 4N

La force schématisée dans ce cas se note \vec{f}

I.3. Appareil de mesure et unité de la force [4]

1.3.1. Appareil de mesure d'une force

Le dynamomètre est l'instrument de mesure de l'intensité d'une force, basé sur l'allongement d'un ressort parfaitement élastique.

Il existe plusieurs types de dynamomètre :

- Le peson à ressort

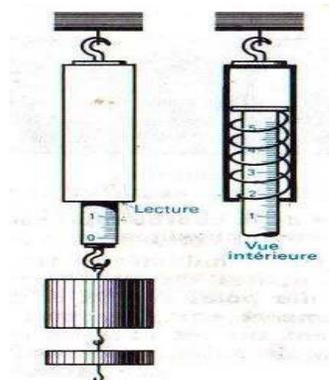


Figure 5 : Dynamomètre peson à ressort

b. Le dynamomètre à lame d'acier

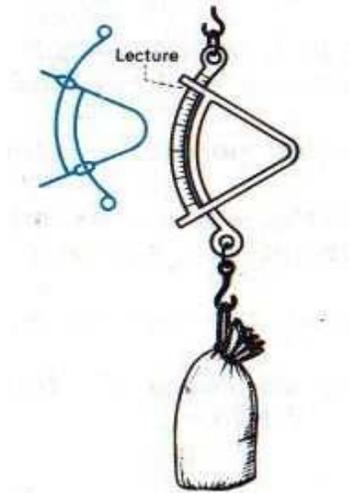


Figure 6 : Dynamomètre à lame d'acier

c. Le dynamomètre de Poncelet

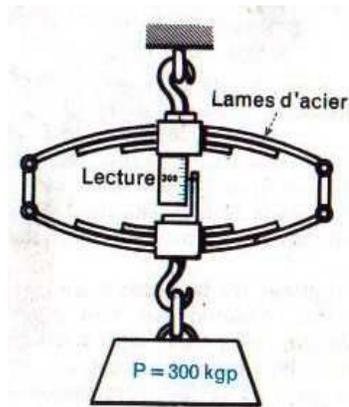


Figure 7: Dynamomètre de Poncelet

d. Le dynamomètre à anneau d'acier

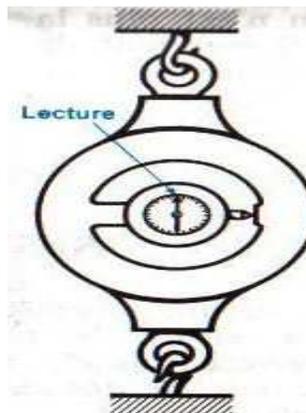


Figure 8 : Dynamomètre à anneau d'acier

1.3.2. Unité d'une force

Sous l'action d'une force, le ressort du dynamomètre se déforme et s'allonge. Une échelle graduée permet la lecture de l'unité de force. Celle-ci se représente par le symbole **N**. Cette lettre symbolise le **Newton**.

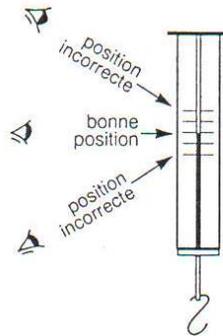


Figure 9 : Visualisation d'un dynamomètre

NB : Le Newton symbolisé N est l'unité internationale de la force. Un newton correspond à l'intensité de la force avec laquelle la Terre attire un corps d'environ 100g.

I.4. Transmission des forces [5]

1.4.1. Transmission des forces par les fils

Les fils souples tendus transmettent les forces

Exemple :

On exerce une force traction \vec{F} , au point B du fil souple AB de masse négligeable. On intercale entre A et B plusieurs dynamomètres assez légers pour que le fil reste rectiligne et conserve sa direction initiale.

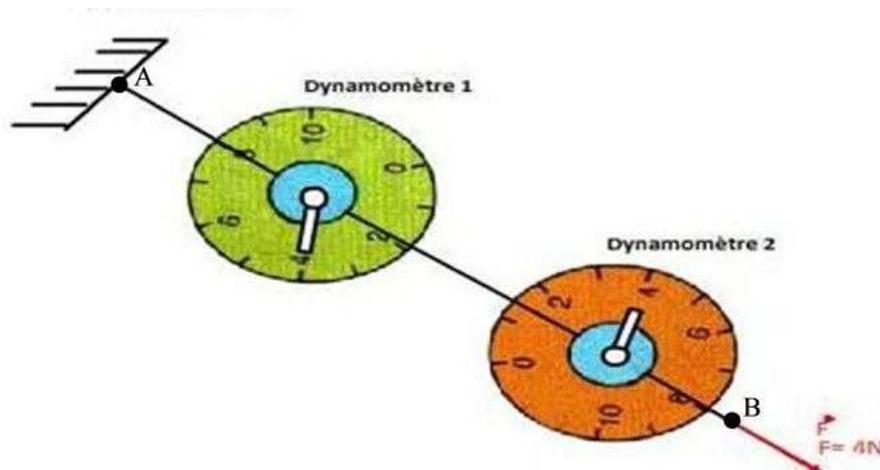


Figure 10 : Transmission des forces par les fils

On observe que les dynamomètres indiquent la même intensité de force \vec{F} .

1.4.2. Transmission des forces par une poulie

La poulie est un dispositif mécanique de levage ou de traction, comprenant un disque (dit aussi réa) monté sur un axe, équipé d'un cordage, d'un câble ou d'une chaîne passant autour de la circonférence du disque (la jante).

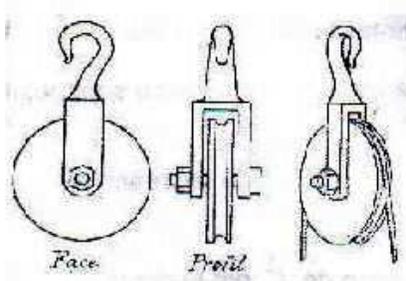


Figure 11 : Poulie à axe fixe

Exemple :

Un fil soutenant un objet de poids \vec{P} passe dans la gorge d'une poulie. Le fil comporte trois régions : l'une rectiligne et verticale AB; une seconde circulaire BC ; enfin une dernière rectiligne, oblique CD dont l'inclinaison peut être modifiée à volonté, et porte un dynamomètre léger.

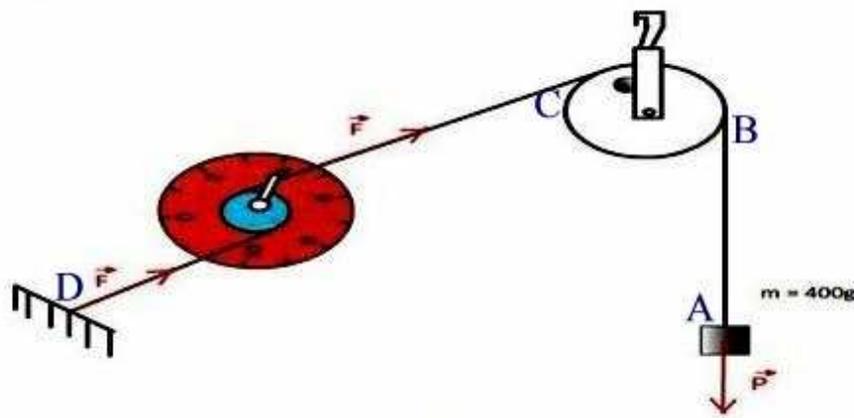


Figure 12 : Transmission des forces par une poulie

On constate que ce dernier indique, pour toute inclinaison de CD, une même intensité de force \vec{F} égale à celle de \vec{P} .

L'ensemble fil-poulie transmet donc une force de traction en modifiant seulement sa ligne d'action.

On dit qu'une poulie fixe change la direction d'une force sans modifier son intensité.

I.5. Classification des forces [5]

1.5.1. Les forces de contact

Les forces de contact se manifestent lorsque l'objet qui exerce l'action (appelé auteur) est en contact avec l'objet qui la subit (appelé receveur).

- Une force de contact est dite **localisée** lorsqu'elle s'exerce en un point précis ou sur une petite surface.

Exemple:

- Un pêcheur tirant sa pirogue hors de l'eau.
- Force exercée par une aiguille sur le doigt.

- Une force de contact est dite **répartie** sur une surface lorsqu'elle s'exerce sur une surface de grandes dimensions.

Exemple:

- Vent sur voile de bateau
- Force de frottement

1.5.2. Les forces à distance

On a une force à distance lorsque l'objet qui exerce la force (auteur) n'est pas en contact avec l'objet qui subit la force (receveur).

Exemple:

- Les forces de gravitation
- La force de pesanteur
- La force magnétique
- La force électrique

Remarque :

Toutes les forces à distance, qu'elles soient gravitationnelles, électriques ou magnétiques, s'exercent sur tous les points des corps qui les subissent. Si ces corps sont divisés en petites

particules, chacune de ces particules est attirée. On dit que les forces à distances sont réparties en **volume**.

I.6. Somme de deux forces [5]

1.6.1. Expression d'une force dans une base orthonormée

Soit le repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) , l'expression du vecteur force dans ce repère est

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

F_x : Projection de \vec{F} suivant l'axe x'

F_y : Projection de \vec{F} suivant l'axe y'

α : Angle que fait \vec{F} et l'axe \vec{OX}

\vec{i} : Vecteur unitaire suivant l'axe \vec{OX}

\vec{j} : Vecteur unitaire suivant l'axe \vec{OY}

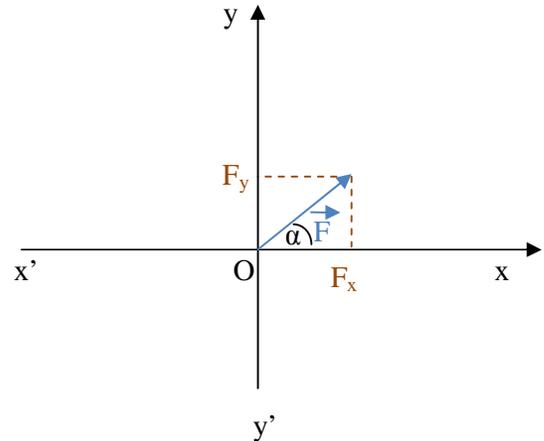


Figure 13 : Expression d'une force dans une base orthonormée

F_x et F_y sont les composantes de \vec{F} dans la base $(O, \vec{i}, \vec{j}) \implies \vec{F} \begin{vmatrix} F_x \\ F_y \end{vmatrix}$
avec $F_x = F \cos \alpha$ et $F_y = F \sin \alpha$

1.6.2. Somme de deux forces parallèles

Lorsque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 agissent sur un même corps, elles ont sur le corps le même effet qu'une force unique \vec{F} telle que :

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

\vec{F} est appelé force résultante de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .

a) Somme de deux forces de même sens par méthode analytique

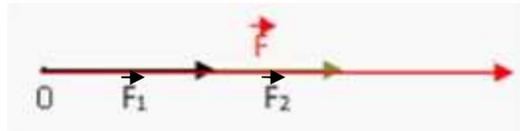
Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{vmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \end{vmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{vmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \end{vmatrix}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{vmatrix} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{vmatrix}$

En utilisant la règle du parallélogramme : la norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

b) Somme des deux forces de même sens par méthode géométrique



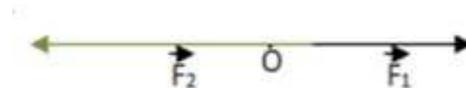
- Déplaçons d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O.
- Puis plaçons la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1



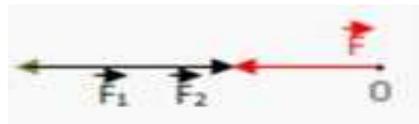
La force \vec{F} a le même sens que les deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2

c) Somme des deux forces de sens contraire par méthode géométrique

Cas où $F_1 < F_2$



- Déplaçons d'abord le point d'application de la force \vec{F}_2 au point O.
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_1 sur le sommet de \vec{F}_2

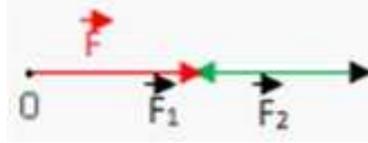


Cas où $F_1 > F_2$



La force \vec{F} a le même sens que la force la plus grande entre \vec{F}_1 et \vec{F}_2

- Déplaçons d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O.
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1



1.6.3. Somme de deux forces concourantes

a) Somme deux forces concourantes par méthode analytique

Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{cases} F_{1x} \\ F_{1y} \end{cases}$ et $\vec{F}_2 \begin{cases} F_{2x} \\ F_{2y} \end{cases}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{cases} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{cases}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

Exemple :

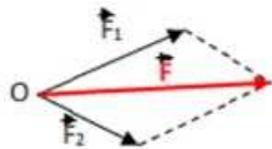
Soit à déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ avec $\vec{F}_1 \begin{cases} 2 \\ 0 \end{cases}$ et $\vec{F}_2 \begin{cases} 0 \\ -3 \end{cases}$

alors $\vec{F} \begin{cases} F_x = 2 + 0 \\ F_y = 0 - 3 \end{cases}$ d'où $\vec{F} \begin{cases} 2 \\ -3 \end{cases}$

La norme de \vec{F} est $F = \sqrt{2^2 + (-3)^2} = 3.6 \text{ N}$

a) Somme deux forces concourantes par méthode géométrique

On construit un parallélogramme dont les côtés consécutifs sont \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , d'origine O.



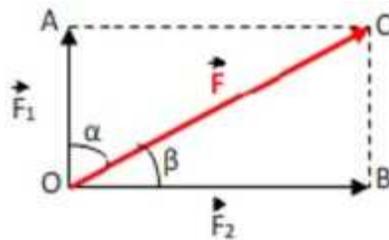
La résultante \vec{F} est représentée vectoriellement par la diagonale issue du point O de ce parallélogramme : **c'est la règle du parallélogramme.**

La règle du parallélogramme donne graphiquement et par calcul, l'intensité de la résultante F et les angles de sa droite d'action avec celles de ses composantes.

Prenons un exemple :

Soit à déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, tel que les droites d'action de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont orthogonales, et leurs intensités respectives valent $F_1 = 3\text{N}$ et $F_2 = 4\text{N}$

On utilise une échelle : 1cm représente 1N



- **Graphiquement :**

On mesure la longueur OC qui représente \vec{F} , compte tenu de l'échelle, on déduit l'intensité de \vec{F}
 On mesure l'angle $\alpha = (\vec{F}, \vec{F}_1)$ ou $\beta = (\vec{F}, \vec{F}_2)$ à l'aide d'un rapporteur

- **Par calcul :**

On considère le triangle rectangle \widehat{OAC}

$$OC^2 = OA^2 + AC^2$$

$$OC = \sqrt{OA^2 + AC^2}$$

$$\text{donc } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Calcul de l'angle α

$$\left. \begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1} \frac{F_1}{F_2} \\ \sin \alpha &= \frac{F_2}{F} \Rightarrow \alpha = \sin^{-1} \frac{F_2}{F} \\ \cos \alpha &= \frac{F_1}{F} \Rightarrow \alpha = \cos^{-1} \frac{F_1}{F} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \text{EX : } \alpha &= \tan^{-1} \left(\frac{3}{4} \right) = \tan^{-1} (0.75) \\ \text{d'où } \alpha &= 53^\circ \end{aligned}$$

II. LA STATIQUE

La statique a pour objet l'étude des forces qui s'exercent sur un corps en équilibre. Lorsqu'un solide est au repos, la somme des forces qui lui sont appliquées est nulle. Par exemple, un livre posé sur une table est soumis à deux forces : son poids qui l'attire vers le sol, et la réaction de la table qui le pousse vers le haut. Ce livre est immobile, donc la résultante de ces deux forces est nulle. Pour calculer la somme des forces qui s'exercent sur un corps, il convient de considérer les forces comme des vecteurs

II.1. Equilibre d'un solide soumis à deux forces [5]

2.1.1. Etudes préliminaires

a) Equilibre d'un solide

Un solide est en équilibre dans un référentiel, s'il n'effectue aucun mouvement par rapport à ce référentiel.

b) Forces extérieures et forces intérieures au système

- Système: on appelle système un corps ou ensemble de corps, que l'on étudie et auquel on applique les lois de la mécanique
- Forces extérieures: Ce sont toutes les forces que l'extérieur exerce sur le système
- Forces intérieures : Toutes les forces d'interaction entre les différentes parties du système

2.1.2. Equilibre d'un solide soumis à deux forces

a) Solide soumis à deux forces opposées est en équilibre

- Expérience :

Attachons deux fils à un petit anneau léger, engageons les fils dans les gorges de deux poulies, puis suspendons aux fils deux masses marquées égales.

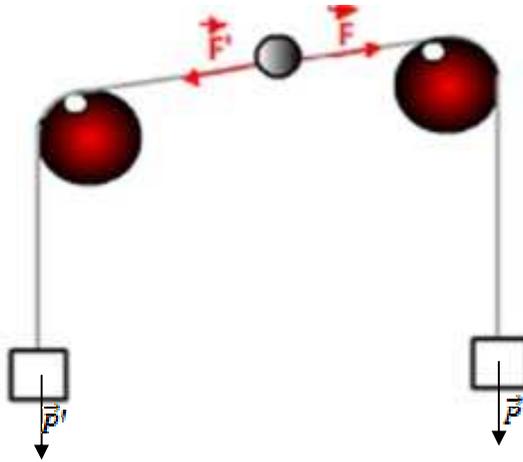


Figure 14 : Anneau soumis à deux forces en équilibre

- Observations :
 - L'anneau s'immobilise.
 - Les deux poulies, les deux fils se tendent dans le prolongement l'un de l'autre.
- Interprétation :
 - Système: Anneau
 - Bilan des forces: L'anneau est soumis à deux forces \vec{F} et \vec{F}' opposées (\vec{F} et \vec{F}' de même droite d'action, de même intensité et de sens contraires)

Si l'anneau, soumis à deux forces opposées demeure immobile (en équilibre) c'est parce que ces forces neutralisent mutuellement leurs effets dynamiques. Nous exprimerons cette propriété en disant que : **Deux forces opposées de même intensité s'équilibrent**

-Vectoriellement: $\vec{F} + \vec{F}' = \vec{0}$

b) Existence de force de liaison

Réaction d'un plan d'appui

- Expérience :
 - Posons une petite sphère de métal sur un plan lisse (plaque de formica par exemple)

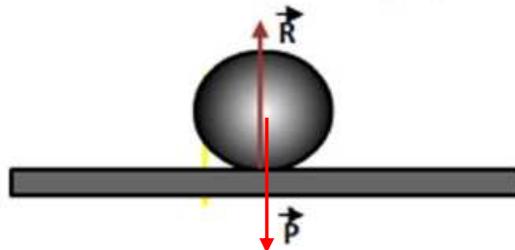


Figure 15 : Petite sphère de métal en équilibre sur un plan lisse

- Observation: La bille demeure immobile ; elle est en équilibre
- Interprétation :

-Système: Sphère

-Bilan des forces: - Son poids \vec{P}

- L'équilibre de la sphère montre l'existence d'une autre force que

l'on appelle la réaction du plan \vec{R}

Alors la réaction \vec{R} est opposée à \vec{P}

Vectoriellement: $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

Tension d'un fil

- Expérience :

Considérons un corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un fil souple dont le poids est négligeable devant le poids \vec{P} de A.

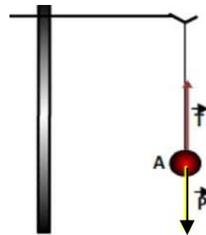


Figure 16 : Corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un fil souple

- Observation: La bille demeure immobile ; elle est en équilibre
- Interprétation:

-Système: Corps A

- Bilan des forces: - Son poids \vec{P}

- L'équilibre du corps A montre l'existence d'une autre force que l'on

appelle la tension \vec{T} du fil.

Alors la tension \vec{T} est opposée à \vec{P}

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

Tension d'un ressort

- Expérience :

Considérons un corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un ressort dont le poids est négligeable devant le poids \vec{P} de A.

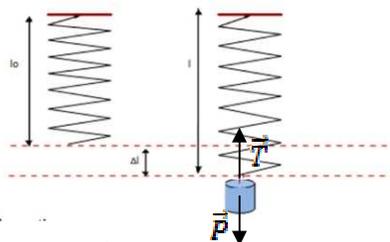


Figure 17 : Corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un ressort

- Observations:
 - Le corps A oscille et reste immobile après quelques instants
 - Le ressort s'allonge

- Interprétation:

- Système: Corps A

- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La tension \vec{T} du ressort

Et comme le corps A est en équilibre alors la réaction \vec{T} est opposée à \vec{P}

- Vectoriellement: $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

Réaction d'un support oblique

- Expérience :
 - Contact sans frottement

Sur un plan incliné parfaitement lisse, la brique ne peut pas rester en équilibre, elle descend la pente.

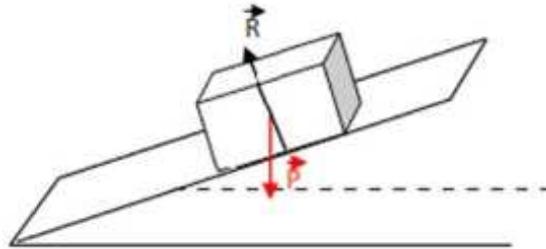


Figure 18 : Brique sur un plan incliné parfaitement lisse

Ici \vec{P} et \vec{R} n'ont plus la même droite d'action

- Contact avec frottement

Considérons une brique B en équilibre sur un plan incliné rugueux faisant un angle α avec l'horizontal.

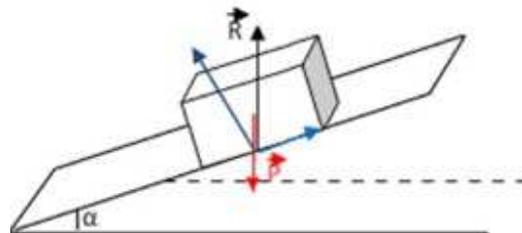


Figure 19 : Brique B en équilibre sur un plan incliné rugueux

- Observations:

- système: Brique

- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La réaction du plan \vec{R}

Et comme la brique est en équilibre alors la réaction \vec{R} et \vec{P} ont la même droite d'action: la verticale passant par le centre de gravité G de la brique. Par suite R n'est pas perpendiculaire au support incliné.

Vectoriellement: $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

NB: Les composantes de \vec{R} suivant deux axes orthogonaux l'un parallèle au plan incliné, l'autre perpendiculaire au plan incliné sont : R_T et R_N

c. Conclusion :

Un solide soumis à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est en équilibre si ces deux forces :

- ont des droites d'action concourantes
- ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

II.2. Equilibre d'un solide soumis à trois forces [6]

2.2.1. Expérience :

Nous disposons d'un solide S léger, découpé dans du liège par exemple. Nous le soumettons à trois forces localisées \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 , exercées par des fils tendus respectivement aux point A, B et C

Les intensités des forces sont déterminées en calculant le poids des masses marquées servant à tendre les fils.

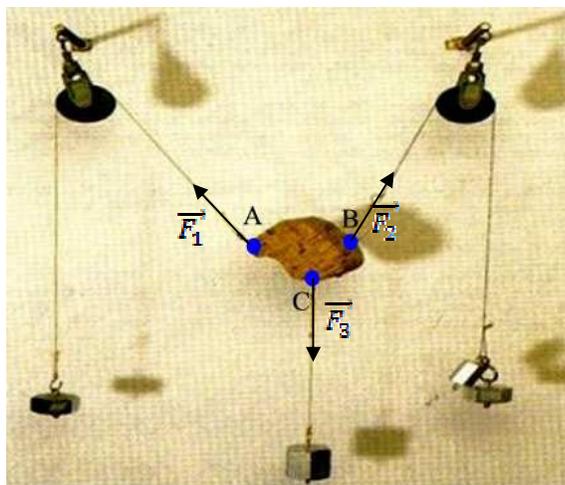


Figure 20 : Solide S léger soumis à trois forces localisées

- Observation :
 - Le solide léger S s'immobilise
 - Les trois fils sont tendus
- Exploitation de l'expérience :
 - Système: Solide léger S
 - Bilan des forces: Le solide léger S est soumis aux trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 , son poids \vec{P} négligeable devant ces trois forces.
- Observation du profil du dispositif



Figure 21 : Profil du dispositif

Tous les fils sont dans un même plan: les supports des trois forces sont **coplanaires**.

- Repérons par leur ombre les supports des brins de fil issus de A, B et C, point où s'exercent respectivement les forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 sur S.

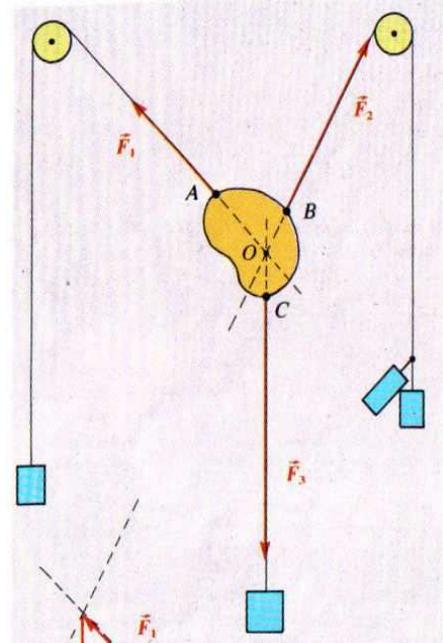
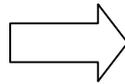
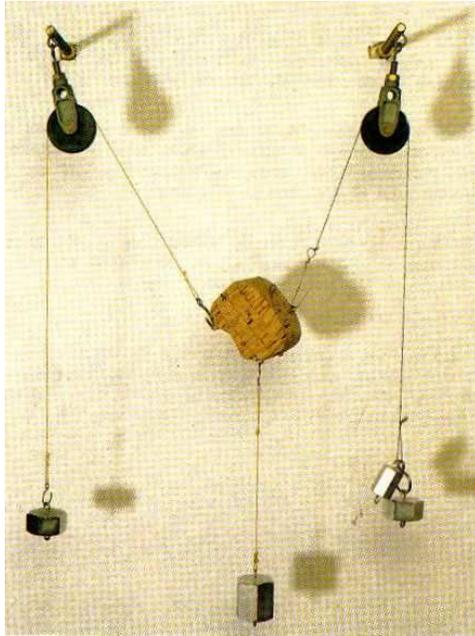


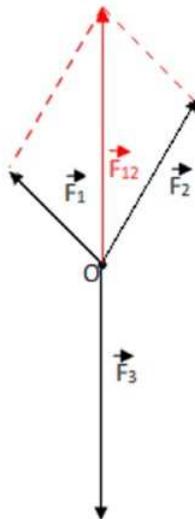
Figure 22 : Ombre des supports des brins de fil issus de A, B et C

On constate que ces supports se coupent en un même point O: Ils sont **concurrents**

2.2.2. Détermination de la somme vectorielle des trois forces

Les intensités de la force \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 est données par le dynamomètre qui respectivement 4N, 4,9N et 5,25 N

Sur les droites d'action repérées précédemment, traçons à partir du point O, le vecteur représentatif de chacune des trois forces en choisissant l'échelle 1 cm correspond à 1N. Puis construisons la somme vectorielle $\vec{F}_{1,2}$ de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .



Nous constatons que le vecteur force $\vec{F}_{1,2}$ ainsi obtenu est opposé à \vec{F}_3
 Ainsi $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$ d'où $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

2.2.3. Conclusion

Un solide soumis à trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 est en équilibre si ces trois forces :

- sont coplanaires
- ont des droites d'action concourantes ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

II.3. Equilibre d'un solide soumis à n forces

Un solide soumis à n forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 \vec{F}_n est en équilibre si ces n forces :

- sont coplanaires
- ont des droites d'action concourantes
- ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$

II.4. Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe

2.4.1. Moment d'une force par rapport à un axe fixe

a. Etude de l'effet d'une force sur un solide mobile autour d'un axe fixe

- Importance de la direction de la force :

Expérience 1 :

Exercer au poignet de cette porte, une force \vec{F}_1 perpendiculaire au plan de la porte.

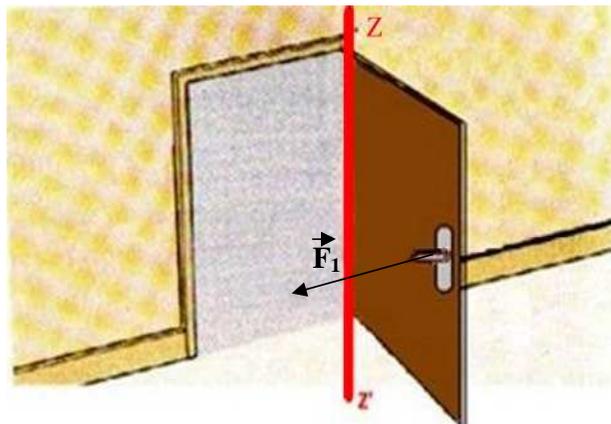


Figure 23 : Poignet d'une porte soumis à une force perpendiculaire à l'axe

On observe que la force \vec{F}_1 fait tourner la porte autour de l'axe Z'Z

Expérience 2 :

Tirer verticalement la porte sur le poignet avec la même force \vec{F}_1 .

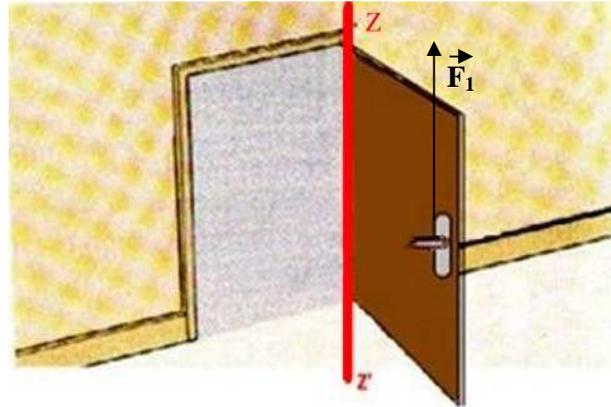


Figure 24 : Poignet d'une porte soumis à une force parallèle à l'axe

On observe que la force \vec{F}_1 n'a aucun effet sur la porte.

Expérience 3 :

Tirer horizontalement la porte sur le poignet avec la même force \vec{F}_1 ou avec une force inclinée \vec{F}_2 .

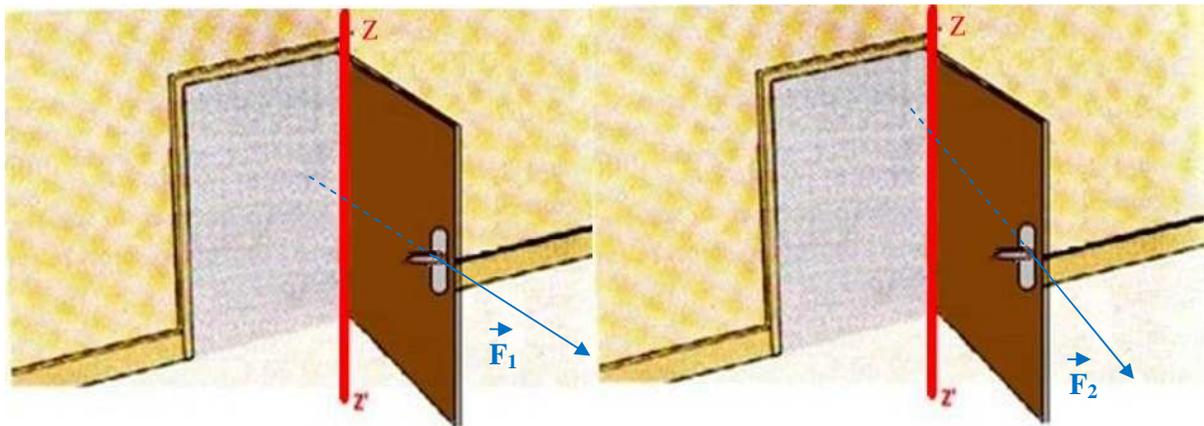


Figure 25 : Poignet d'une porte soumis à une force horizontalement \vec{F}_1 ou une force inclinée \vec{F}_2 à l'axe

On constate que les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 n'ont aucun effet sur la porte.

Conclusion :

- Une force dont la droite d'action est parallèle à l'axe de rotation n'a aucun effet de rotation sur un solide.
- Une force dont la droite d'action est orthogonale à l'axe de rotation a un effet de rotation nul sur un solide.
 - Importance de la distance de la droite d'action de la force à l'axe de rotation et l'intensité de la force :

Au lieu d'appliquer au poignet la force \vec{F}_1 , on exerce une force \vec{F}'_1 parallèle à \vec{F}_1 , dont le point d'application est au milieu de la porte par exemple.

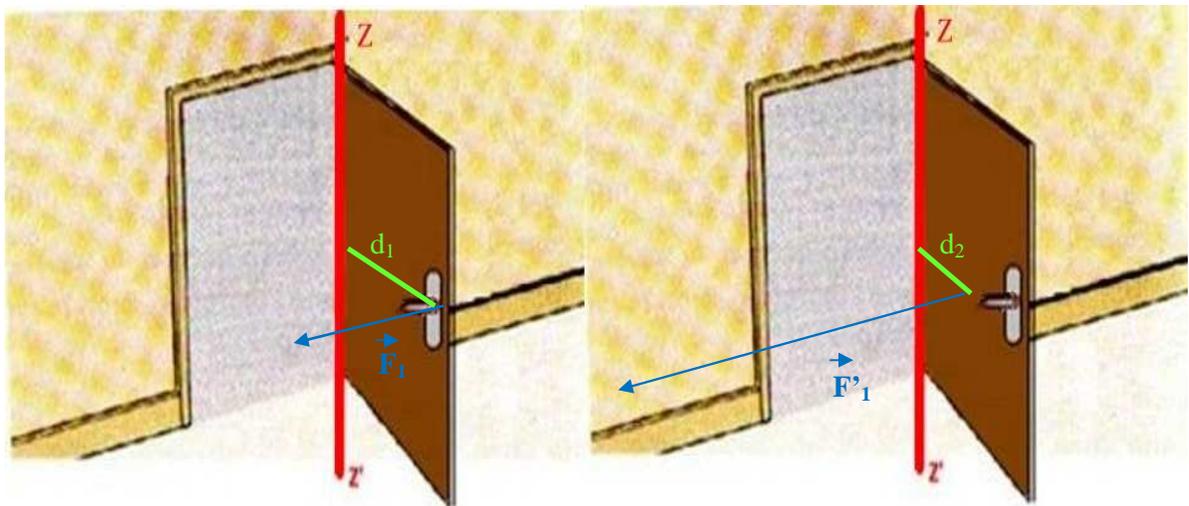


Figure 26 : Mise en évidence de l'importance de la distance de la droite d'action de la force à l'axe de rotation et l'intensité de la force

Pour obtenir le même effet, on constate qu'on fait plus d'effort ($F'_1 > F_1$) à tourner la porte lorsqu'on est plus proche de l'axe ($d_1 > d_2$).

b. Moment d'une force par rapport à un axe

Considérons une règle AB, munie de plusieurs trous permettant d'accrocher un corps (c) de masse donnée et un dynamomètre en différents points. La règle AB est mobile autour d'un axe horizontal passant par son milieu O.

Vers l'extrémité B de la règle suspendons le corps (C). Entraînée par le poids du corps (C), la règle prend alors la position verticale.

Pour amener la règle dans sa position horizontale, on exerce sur sa partie OA, une force \vec{F} orientée vers le bas, mais qui n'est pas nécessairement verticale. Nous pouvons mesurer l'intensité de \vec{F} au moyen d'un dynamomètre.

- Cas d'une force perpendiculaire à l'axe

On peut déterminer l'intensité \vec{F} de la force nécessaire pour différentes valeurs de la distance d

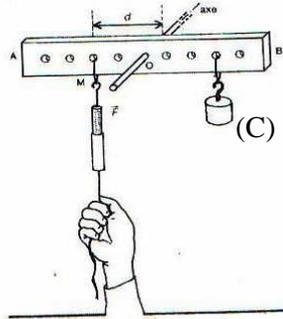


Figure 27 : Force perpendiculaire à l'axe

On observe que plus la distance d est grande, plus la force F a une intensité petite mais **le produit $F \cdot d$ reste constant.**

- Cas d'une force à inclinaison quelconque:

Si nous inclinons la droite d'action de la force sans changer son point d'application, celle-ci doit être plus grande pour produire le même effet. Soit \vec{F}' sa nouvelle intensité, d' la nouvelle distance de l'axe de rotation à la droite d'action de \vec{F}' .

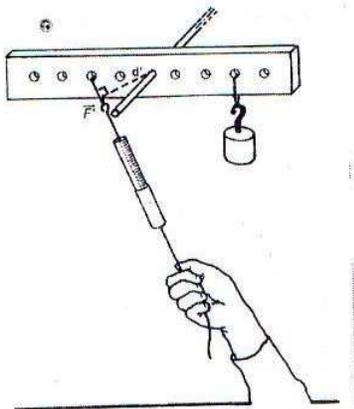


Figure 28: Force à inclinaison quelconque

On observe que le produit $F' \cdot d'$ possède la même valeur que lorsque la force est perpendiculaire en M à OA.

Les résultats de l'étude précédente montre que l'effet rotation d'une force sur un corps mobile autour d'un axe dépend du produit de l'intensité de la force par la distance de sa droite d'action

à l'axe ; nous sommes ainsi amenés à définir une nouvelle grandeur, appelée le moment de la force par rapport à l'axe noté $\mathcal{M}_\Delta(\mathbf{F})$

avec
$$\mathcal{M}_\Delta(\mathbf{F}) = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d}$$

\uparrow \uparrow \uparrow
 Nm N m

\mathbf{F} : Intensité de la force F

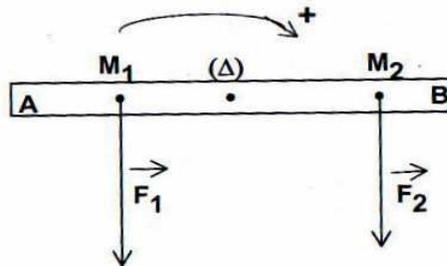
\mathbf{d} : Distance perpendiculaire entre la droite d'action de la force et l'axe de rotation appelée « bras de levier »

Remarque:

Utilisons à nouveau la règle AB, mobile autour de l'axe horizontal(Δ).

La force \vec{F}_1 tend à faire tourner la règle dans un sens tandis que la force \vec{F}_2 tend à faire tourner dans l'autre sens.

Pour marquer cette différence, nous choisissons arbitrairement, un sens positif de rotation autour de l'axe, le sens des aiguilles d'une montre par exemple.



81

Figure 29: Choix du sens positif du mouvement

Le moment d'une force appliquée à la règle sera positif si cette force tend à la faire tourner dans le sens positif (cas de \vec{F}_2) et négatif si cette force tend à la faire tourner dans l'autre sens (cas de \vec{F}_1).

Le moment d'une force est une grandeur algébrique dont:

$\mathcal{M}_\Delta(\mathbf{F}) = + F \cdot d$ lorsque \vec{F} tend à faire tourner le solide dans le sens positif choisi.

$\mathcal{M}_\Delta(\mathbf{F}) = - F \cdot d$ lorsque \vec{F} tend à faire tourner le solide dans le sens contraire du sens positif choisi.

2.4.2. Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe : Théorème des moments

- Expérience :

Le dispositif expérimental est un disque percé de plusieurs trous auxquels on peut suspendre des masses par des fils. Le disque de rayon $R=20\text{ cm}$, est mobile sans frottement autour d'un axe (Δ) horizontal passant par G , centre de gravité du disque.

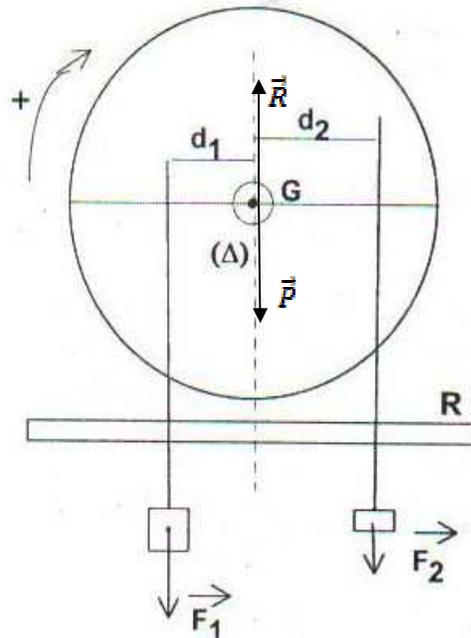
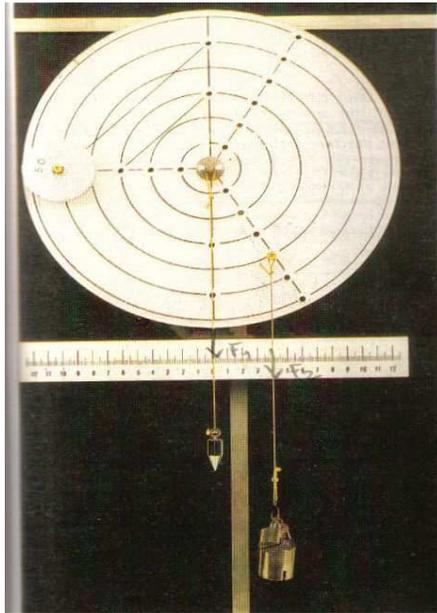


Figure 30: Disque percé de trous

Nous appliquons au disque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 à l'aide de deux fils tendus par des masses marquées M_1 et M_2 . Les intensités de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont connues $F_1 = M_1g$ et $F_2 = M_2g$

- Valeurs expérimentales :

Faisons varier \vec{F}_1 et \vec{F}_2 par l'intermédiaire de M_1 et de M_2 et mesurons les longueurs des bras de levier d_1 et d_2 correspondant, à l'aide de la règle graduée R .

Compléter le tableau ci-dessous:

Mesure :	Mesure n°1	Erreurs	Mesure n°2	Erreurs	Mesure n°3	Erreurs
F_1 (N)	1	0.01	2	0.01	3	0.01
d_1 (m)	$2 \cdot 10^{-1}$	0.001	$2 \cdot 10^{-1}$	0.001	$1 \cdot 10^{-1}$	0.001
$F_1 \cdot d_1$	$2 \cdot 10^{-1}$	0.01	$4 \cdot 10^{-1}$	0.01	$3 \cdot 10^{-1}$	0.01
F_2 (N)	2	0.01	8	0.01	15	0.01
d_2 (m)	$1 \cdot 10^{-1}$	0.001	$5 \cdot 10^{-1}$	0.001	$2 \cdot 10^{-1}$	0.001
$F_2 \cdot d_2$	$2 \cdot 10^{-1}$	0.01	$4 \cdot 10^{-1}$	0.01	$3 \cdot 10^{-1}$	0.01

Tableau 1 : Relevé des mesures

NB : Il existe toujours des erreurs provenant de la mesure lors de l'expérimentation

On constate que pour les différentes forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , on a toujours $\vec{F}_1 \cdot \vec{d}_1 = \vec{F}_2 \cdot \vec{d}_2$, lorsque le disque ne tourne pas autour de l'axe(Δ).

- Interprétation :

Les forces extérieures appliquées au solide sont:

- son poids \vec{P}
- la réaction \vec{R} exercée par l'axe (Δ)
- la force \vec{F}_1
- la force \vec{F}_2

Evaluons les moments des forces appliquées. Compte tenu du sens positif choisi nous avons:

- $\mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{P}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{R}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot d_1$
- $\mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2$

Calculons la somme des moments des forces appliquées:

$$\mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{F}) = \mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{P}) + \mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{R}) + \mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_{/\Delta}(\vec{F}_2) = 0$$

Enoncé du théorème des moments:

" Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe, est en équilibre, la somme algébrique des moments, par rapport à cet axe de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide est nulle."

2.4.3 Les conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ)

Un solide mobile autour d'un axe est en équilibre dans le référentiel terrestre si on a simultanément:

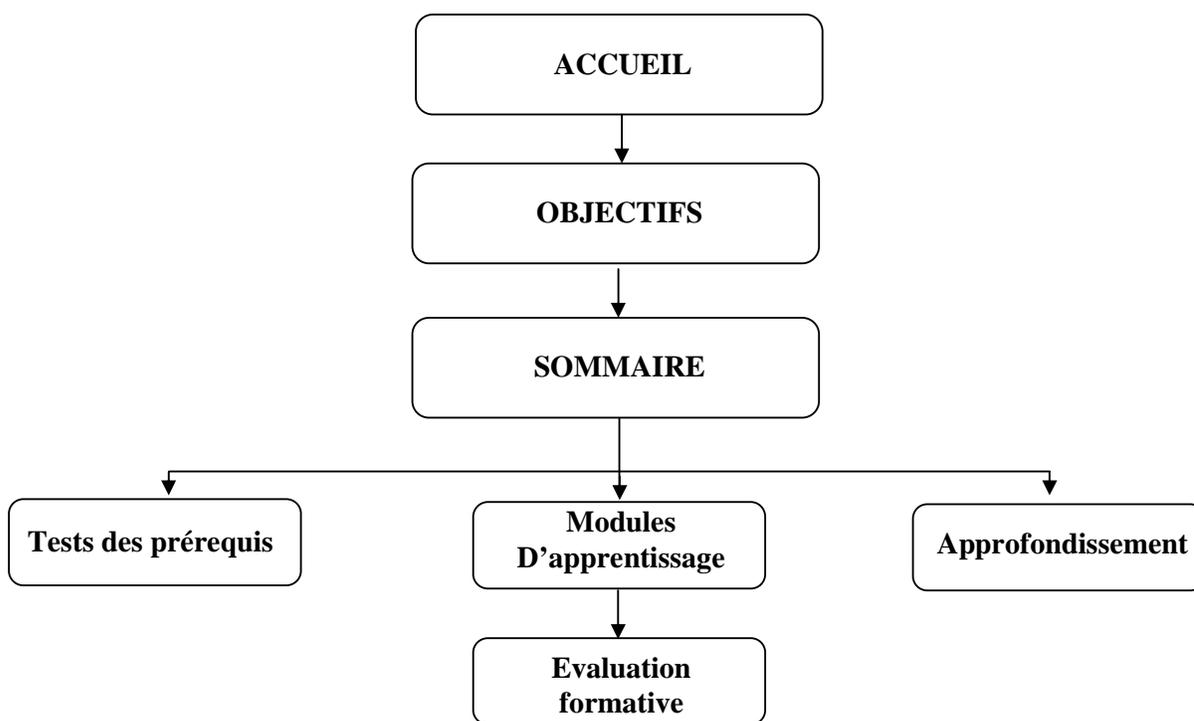
- immobilité du centre d'inertie G \implies la somme vectorielle des forces extérieures est nulle $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$
- absence de rotation \implies la somme algébrique des moments des forces extérieures par rapport à l'axe est nulle $\sum M_{/\Delta} \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$

Dans la première partie de ce travail nous avons essentiellement développé les notions sur la force et statique des solides. La maîtrise de ces données théoriques, conduit maintenant à des propositions d'exploitation dans un cadre pédagogique, pour revitaliser l'enseignement / apprentissage des sciences physiques où les apprenant(e)s vont participer à la construction des savoirs.

Cette deuxième partie est centrée sur la présentation d'un didacticiel qui vise à la compréhension et à la concrétisation du chapitre : «Force et Statique des solides » de la classe de seconde.

I) Architecture du didacticiel

L'organigramme 1 décrit l'itinéraire que l'apprenant(e) doit suivre.



L'organigramme 1 : **Architecture du didacticiel**

II) Caractéristiques du didacticiel

Nous avons exploité les logiciels : Flash, Java, Paint Dot Net, PhotoDraw, dans la réalisation de cet outil.

Ce didacticiel est présenté en deux versions :

- Version Flash pour les utilisateurs qui ont déjà installé le logiciel flash.
- Version Html qui peut être lu par tous les ordinateurs qui ont l'internet explorer.

III) Séquences d'apprentissage

III.1) Lancement du programme

En cliquant deux fois sur l'icône :



la fenêtre d'accueil s'ouvre :

Force et statique des solides



- Présentation des objectifs.

OBJECTIFS GENERAUX:

Ce présent logiciel a pour objectifs de:

- Renouveler , améliorer et moderniser l'enseignement/ apprentissage de la physique en classe de seconde.
- Utiliser la TICE dans l'enseignement du chapitre « Force et statique des solides » de la classe de seconde.
- Développer chez l'apprenant(e) son sens d'observation et d'analyse.



ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE

- Le contenu du didacticiel.

SOMMAIRE: Tests des prérequis Modules d'apprentissage Approfondissement

Avant propos

Ce logiciel est conforme au programme en vigueur. Il s'adresse à des élèves qui ont déjà été initiés aux Sciences Physiques dans les collèges , mais qui n'ont pas encore choisi leur orientation

Conseils

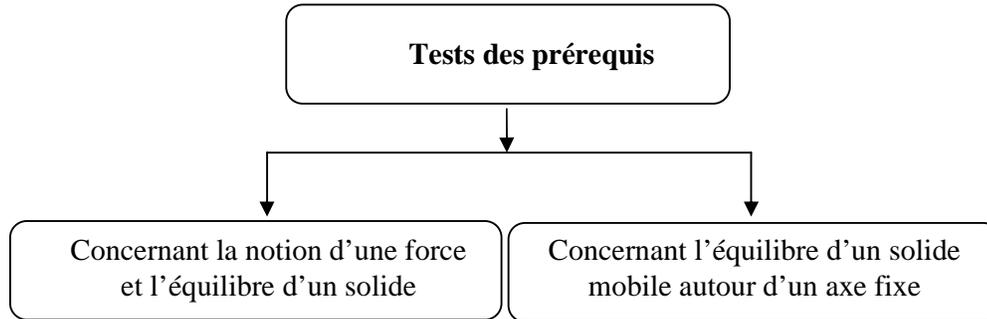
Des questions sont proposées dans ces modules. Vous devez faire des efforts pour répondre à ces questions:

- Lisez attentivement les consignes
- Observez et analysez les animations / expériences qui décrivent les phénomènes physiques à étudier
- Essayez de chercher la solution avant de consulter celle proposée par le logiciel

ACCUEIL OBJECTIFS

III.2) Les prérequis

L'organigramme 2 résume le contenu des pages des prérequis.



Organigramme 2 : **Contenus des pages concernant les prérequis**

- En appuyant sur l'onglet « **Tests des prérequis** », le logiciel propose des tests permettant de vérifier la maîtrise des connaissances préalables.

Concernant la notion d'une force et l'équilibre d'un solide

MODULES D'APPRENTISSAGE : TESTS DES PREREQUIS

Prérequis concernant la notion d'une force

- Quand dit-on qu'un corps est en mouvement ?

Réponses

- Qu'est ce qu'un dynamomètre?

Réponses

- Choisir la bonne réponse :

Le dynamomètre sert à :

- Mesurer l'intensité d'une force
- Mesurer la masse d'un corps
- Mesurer la distance parcourue par un corps
- Mesurer la vitesse d'un corps

Une force est exprimée en :

- Mètre (m)
- Newton (N)
- Kilogramme (Kg)
- Seconde (s)

ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : TESTS DES PREREQUIS

Prérequis concernant la notion d'une force

- Quand dit-on qu'un corps est en mouvement ?

S'il se déplace, si sa position change par rapport à un objet qui sert de référence.

- Qu'est ce qu'un dynamomètre?

C'est un appareil à ressort étalonné que l'on peut étirer en exerçant une force sur chacune de ses extrémités. A chaque valeur de l'intensité des forces exercées correspond un allongement du ressort et une position de l'index mobile sur une échelle graduée en Newtons (N).

- Choisir la bonne réponse :

Le dynamomètre sert à :

- Mesurer l'intensité d'une force
- Mesurer la masse d'un corps
- Mesurer la distance parcourue par un
- Mesurer la vitesse d'un corps

C'est la bonne réponse

Vous pouvez continuer!

OK

Une force est exprimée en :

- Mètre (m)
- Newton (N)
- Kilogramme (Kg)
- Seconde (s)

C'est la bonne réponse

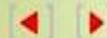
Vous pouvez continuer!

OK

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

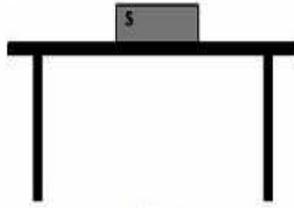


Prérequis concernant la notion d'une force

La valeur moyenne de g à la surface terrestre est :

- 10 N/kg
- 9.8 N/Kg
- 7.8 N/kg
- 6.4 N/Kg

Les forces appliquées à ce solide S sont (est) :



- P, T et R
- P
- P et R
- P, T, R et F

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : TESTS DES PREREQUIS

Prérequis concernant la notion d'une force

La valeur moyenne de g à la surface terrestre est :

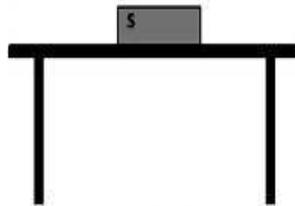
- 10 N/kg
- 9.8 N/Kg
- 7.8 N/kg
- 6.4 N/Kg

C'est la bonne réponse

Vous pouvez continuer!

OK

Les forces appliquées à ce solide S sont (est) :



- P, T et R
- P
- P et R
- P, T, R et F

C'est la bonne réponse

Vous pouvez continuer!

OK

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Concernant l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

MODULES D'APPRENTISSAGE : TESTS DES PREREQUIS

Prérequis concernant l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.

- Qu'est ce qu'une axe de rotation? Donner un exemple

Réponses

- Quand dit-on qu'un corps est en mouvement de rotation autour d'un axe fixe?

Réponses

- Choisir la bonne réponse :

L'unité de la distance dans le système international d'unité ?

- Mètre (m)
- Newton (N)
- Kilogramme (Kg)
- Seconde (s)

- Qu'appelle-t-on force orthogonale à un axe?

Réponses

ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : TESTS DES PREREQUIS

Prérequis concernant l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.

- Qu'est ce qu'une axe de rotation? Donner un exemple

C'est une droite autour du quelle le mouvement se fait.
Exemple : Gond de la porte

- Quand dit-on qu'un corps est en mouvement de rotation autour d'un axe fixe?

Un solide est animé d'un mouvement rotation autour d'un axe lorsque la trajectoire de chaque point du solide est un arc de cercle centré sur l'axe.

- Choisir la bonne réponse :

L'unité de la distance dans le système international d'unité ?

- Mètre (m)
- Newton (N)
- Kilogramme (Kg)
- Seconde (s)

C'est la bonne réponse.

Vous pouvez continuer!

OK

- Qu'appelle-t-on force orthogonale à un axe?

Une force est dite orthogonale si sa droite d'action fait un angle de 90° avec l'axe.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Microsoft PhotoDraw - [7,100]

Prérequis Mathématique

- Qu'appelle-t-on vecteur

Réponses

- Donner les caractéristiques du vecteur \vec{F}



- Qu'appelle-t-on vecteurs coplanaires?

Réponses

- Qu'appelle-t-on vecteurs concourantes?

Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Prérequis Mathématique

- Qu'appelle-t-on vecteur

Objet mathématique caractérisé par une norme, une direction et un sens

- Donner les caractéristiques du vecteur \vec{F}



- Qu'appelle-t-on vecteurs coplanaires?

Les vecteurs sont dits coplanaires si leurs droites d'action se trouvent dans un même plan.

- Qu'appelle-t-on vecteurs concourantes?

Les vecteurs sont dits concourants si leurs droites d'actions se coupent en un point.

ACCUEIL

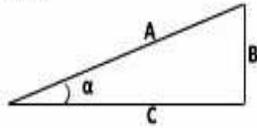
OBJECTIFS

SOMMAIRE



Prérequis Mathématique

- Soit le triangle ci-dessous:



Exprimer $\sin \alpha$, $\cos \alpha$ et $\tan \alpha$ en fonction de A, B et C

ACCUEIL

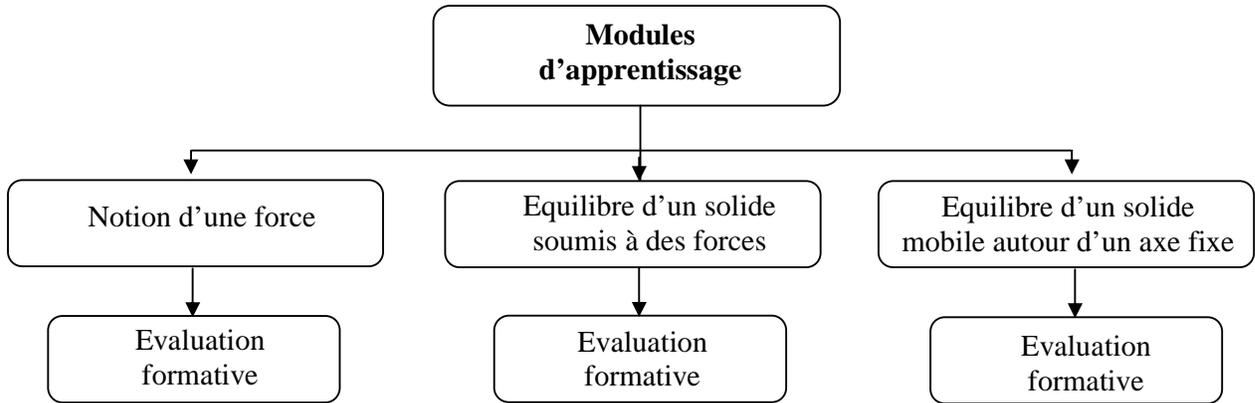
OBJECTIFS

SOMMAIRE



III.3) Modules d'apprentissage

L'organigramme 3 résume le contenu des pages des modules d'apprentissage.



Organigramme 3 : **Contenus des pages des modules d'apprentissage**

- En appuyant sur le bouton « **Modules d'apprentissage** » une nouvelle fenêtre s'ouvre.

Notion d'une force

MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

- Notions d'une force
 - Définition
 - Représentation et caractéristique
 - Transmission des forces
 - Classification des forces
 - Somme de deux forces
 - Décomposition d'une force
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide soumis à des forces
 - Etude préliminaire
 - Solide soumis à deux forces
 - Solide soumis à trois forces
 - Solide soumis à n forces
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Moment d'une force par rapport à un axe
 - Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
 - Evaluation

Objectifs spécifiques:

- Définir et caractériser une force
- Définir une force de contact et une force à distance

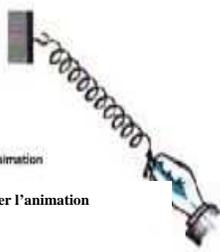
1) Définition:

1) Expériences :



Voir l'animation

Arrêter l'animation



Voir l'animation

Arrêter l'animation

Ecrire dans la zone de texte votre observation

Réponses

Chacune de ces interventions consiste en l'application d'une force. D'une manière générale on appelle force toute cause capable:

- de produire ou de modifier le mouvement d'un corps
- de déformer un corps

ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE

◀ ▶

MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force F
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Objectifs spécifiques:

- Définir et caractériser une force
- Définir une force de contact et une force à distance

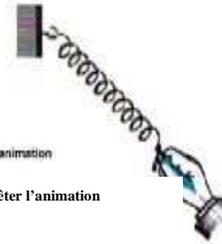
1) Définition:

1) Expériences :



 Voir l'animation

 Arrêter l'animation



 Voir l'animation

 Arrêter l'animation

Ecrire dans la zone de texte votre observation

- La main, poussant ou tirant un corps primitivement au repos sur la table horizontale, le met en mouvement.
- Un effet de la main peut déformer un ressort.

Chacune de ces interventions consiste en l'application d'une force. D'une manière générale on appelle force toute cause capable:

- de produire ou de modifier le mouvement d'un corps
- de déformer un corps

ACCUEIL

OBJECTS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

II) Représentation et caractéristiques d'une force :

Quelle que soit sa nature, quelle que soit aussi la façon dont elle se manifeste, une force est une **grandeur vectorielle**.

1) Exemple :

Considérons une barque sur un lac. Un homme la tire de la rivière vers le bord à l'aide d'une corde AB.



On peut déterminer les caractéristiques d'une force notée \vec{F} en étudiant les effets qu'elle produit. Les quatre caractéristiques d'une force sont :

- **Le point d'application** de la force noté A : c'est le point du corps sur lequel la force s'exerce.

Cliquer ici pour placer ce point :

Placer

- **La direction ou la droite d'action** de la force : c'est la droite suivant laquelle la force agit.

Cliquer ici pour placer cette droite :

Placer

- **Le sens** : c'est le sens du mouvement que la force tend à produire

Cliquer ici pour placer ce sens :

Placer

- **L'intensité** : c'est la grandeur de la force.

Cliquer ici pour placer cette grandeur :

Placer

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force F
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

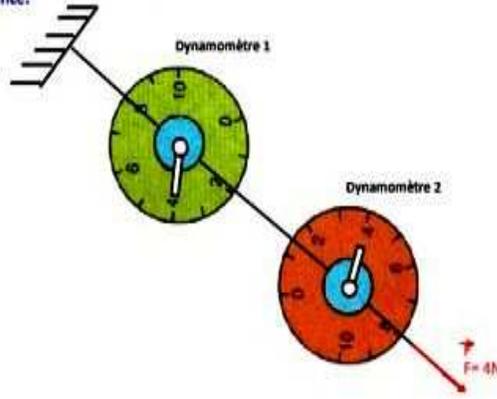
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

III) Transmission des forces :

1) Transmission des forces par les fils :

a) Expérience:



Ecrire dans la zone de texte votre observation concernant l'indication du dynamomètre:

Réponses

Quelle est votre interprétation

Réponses

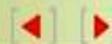
Conclusion:

Un fil ou un câble de masse négligeable transmet les forces lorsqu'il est tendu, en conservant leur intensité, leur direction et leur sens.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

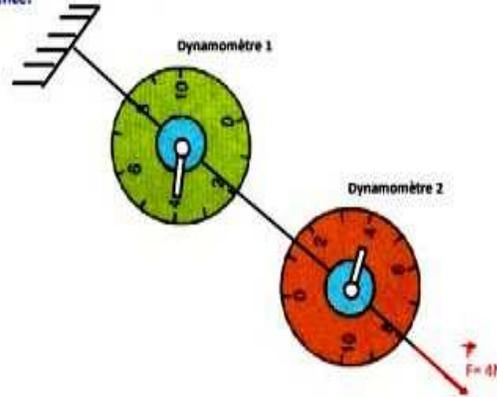
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

III) Transmission des forces :

1) Transmission des forces par les fils :

a) Expérience:



Ecrire dans la zone de texte votre observation concernant l'indication du dynamomètre:

On observe que les dynamomètres indiquent la même intensité de force.

Quelle est votre interprétation

Les fils souples tendus transmettent les forces.

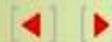
Conclusion:

Un fil ou un câble de masse négligeable transmet les forces lorsqu'il est tendu, en conservant leur intensité, leur direction et leur sens.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

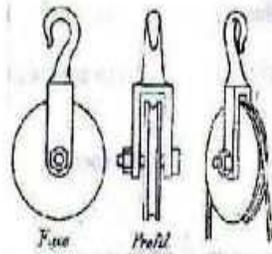
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

2) Transmission des forces par une poulie :

a) Exemple:

La poulie est un disque métallique mobile autour de son axe dont la circonférence du disque est creusée une gorge dans laquelle passe une corde.

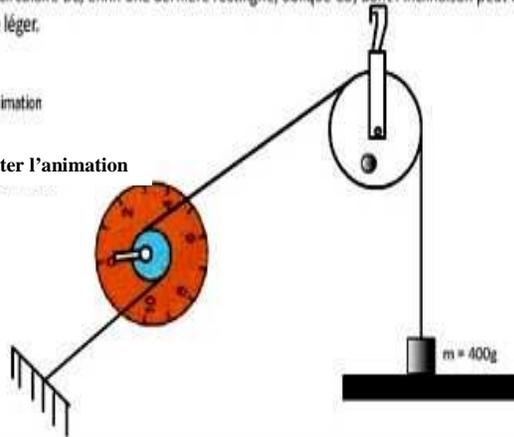


b) Transmission des forces:

Un fil soutenant un objet de poids P passe dans la gorge d'une poulie. Le fil comporte trois régions : l'une rectiligne et verticale AB, une seconde circulaire BC, enfin une dernière rectiligne, oblique CD, dont l'inclinaison peut être modifiée à volonté, et porte un dynamomètre léger.

 Voir l'animation

 Arrêter l'animation



ACCUEIL

OBJECTS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

• Calculer l'intensité du poids \vec{P} du solide S en prenant $g = 10\text{N/Kg}$

Réponses

• Quelle est l'indication du dynamomètre et en déduire l'intensité de la force \vec{F}

Réponses

• Comparer l'intensité de la force \vec{F} et celle du poids \vec{P}

Réponses

• Tirer une interprétation

Réponses

• Tirer une conclusion

Réponses

Remarque :

Cette propriété n'est valable que si la poulie est au repos ou en mouvement de rotation uniforme.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

- Calculer l'intensité du poids \vec{P} du solide S en prenant $g = 10\text{N/Kg}$

Par définition $P = mg$
AN: $P = 0.4 \times 10 = 4\text{N}$ donc $P = 4\text{N}$

- Quelle est l'indication du dynamomètre et en déduire l'intensité de la force \vec{F}

Le dynamomètre indique 4 N donc l'intensité de la force \vec{F} est 4N

- Comparer l'intensité de la force \vec{F} et celle du poids \vec{P}

L'intensité de la force \vec{F} est égale à l'intensité du poids \vec{P} ($F = P$)

- Tirer une interprétation

Pour toute inclinaison de CD, on a une même intensité de force \vec{F} égale à celle de \vec{P} ($F=P$)

- Tirer une conclusion

- L'ensemble fil-poulie transmet donc une force de traction en modifiant seulement sa ligne d'action.
- On dit qu'une poulie fixe change la direction d'une force sans modifier son intensité.

Remarque :

Cette propriété n'est valable que si la poulie est au repos ou en mouvement de rotation uniforme.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

IV) Classification des forces :

1) Les forces de contact :

Les forces de contact se manifestent lorsque l'objet qui exerce l'action (appelé auteur) est en contact avec l'objet qui la subit (appelé receveur).

- Une force de contact est dite **localisée** lorsqu'elle s'exerce en un point précis ou sur une petite surface.

Exemple:

- Un pêcheur tirant sa pirogue hors de l'eau.
- Force exercée par une aiguille sur le doigt.

- Une force de contact est dite **répartie** sur une surface lorsqu'elle s'exerce sur une surface de grandes dimensions.

Exemple:

- Vent sur voile de bateau
- Force de frottement

2) Les forces à distance:

On a une force à distance lorsque l'objet qui s'exerce la force (auteur) n'est pas en contact avec l'objet qui subit la force (receveur)

Exemple:

- Les forces de gravitation
- La force de pesanteur
- La force magnétique

Remarque : toutes les forces à distance, qu'elles soient gravitationnelles, électriques ou magnétiques, s'exercent sur tous les points des corps qui les subissent. Si ces corps sont divisés en petites particules, chacune de ces particules est attirée. On dit que les forces à distances sont réparties **en volume**.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

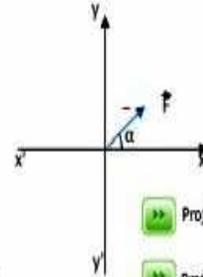
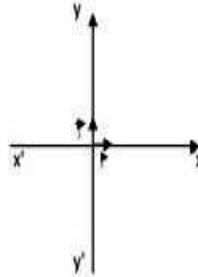
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

V) Somme de deux forces :

1) Expression d'une force dans une base orthonormée :

Soit le repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) l'expression du vecteur force dans ce repère est $\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$

F_x c'est la projection de \vec{F} suivant l'axe $x'Ox$
 F_y c'est la projection de \vec{F} suivant l'axe $y'Oy$



Projetter \vec{F} suivant l'axe $X'X$

Projetter \vec{F} suivant l'axe $Y'Y$

F_x et F_y sont les coordonnées de \vec{F} dans la base (\vec{i}, \vec{j})
 avec $F_x = F \cos \alpha$ et $F_y = F \sin \alpha$

2) Somme de deux forces parallèles :

Lorsque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 agissent sur un même corps, elles ont sur le corps le même effet qu'une force unique \vec{F} telle que $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$; \vec{F} est appelé force résultante de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .

Somme de deux forces de même sens par méthode analytique:

Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \end{pmatrix}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{pmatrix} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{pmatrix}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$

Somme de deux forces de même sens par méthode géométrique:

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

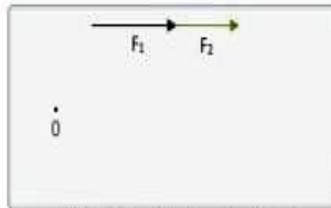
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Somme de deux forces de même sens par méthode géométrique:



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O par le curseur
- Puis placez la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1



Voir maintenant la force résultante F

Tirez une conclusion concernant le sens de la force résultant \vec{F} :

Répondre

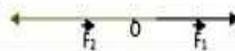
Somme de deux forces de sens contraire par méthode analytique:

Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \end{pmatrix}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{pmatrix} F_x = F_{1x} - F_{2x} \\ F_y = F_{1y} - F_{2y} \end{pmatrix}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$

Somme de deux forces de sens contraire par méthode géométrique:

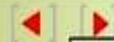
Cas où $\vec{F}_1 < \vec{F}_2$



ACCUEIL

OBJETS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

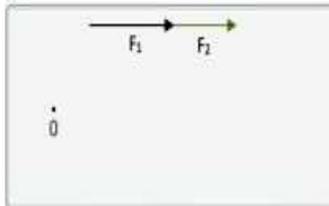
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Somme de deux forces de même sens par méthode géométrique:



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O par le curseur
- Puis placez la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1



Voir maintenant la force résultante \vec{F}

Tirez une conclusion concernant le sens de la force résultant \vec{F} :

La force \vec{F} a le même sens que les deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2

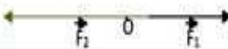
Somme de deux forces de sens contraire par méthode analytique:

Solent les deux forces $\vec{F}_1 \begin{cases} F_{1x} \\ F_{1y} \end{cases}$ et $\vec{F}_2 \begin{cases} F_{2x} \\ F_{2y} \end{cases}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{cases} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{cases}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$

Somme de deux forces de sens contraire par méthode géométrique:

Cas où $\vec{F}_1 < \vec{F}_2$



ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

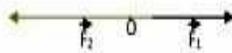
- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

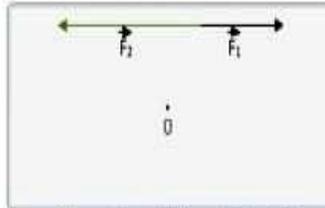
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Somme deux forces de sens contraire par méthode géométrique:

Cas où $\vec{F}_1 < \vec{F}_2$



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_2 au point O par le curseur
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_1 sur le sommet de \vec{F}_2

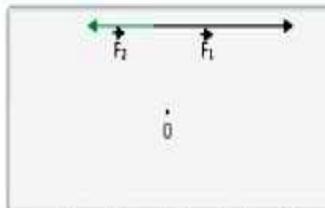


Voir maintenant la force résultante F

Cas où $\vec{F}_1 < \vec{F}_2$



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O par le curseur
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1

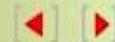


Voir maintenant la force résultante F

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

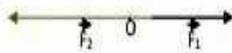
- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

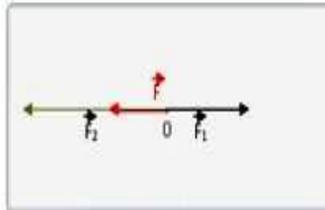
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Somme deux forces de sens contraire par méthode géométrique:

Cas où $\vec{F}_1 < \vec{F}_2$



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_2 au point O par le curseur
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_1 sur le sommet de \vec{F}_2

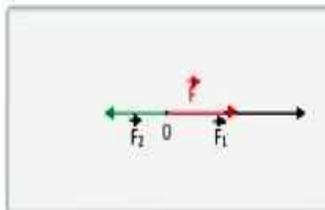


Refaire

Cas où $\vec{F}_1 > \vec{F}_2$



- Déplacez d'abord le point d'application de la force \vec{F}_1 au point O par le curseur
- Puis déplacez le point d'application de la force \vec{F}_2 sur le sommet de \vec{F}_1

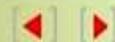


Refaire

ACCUEIL

OBJECTES

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Tirez une conclusion concernant le sens de la force résultant \vec{F} :

Réponses

Lorsque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 agissent sur un même corps, elles ont sur le corps le même effet qu'une force unique \vec{F} telle que $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$; \vec{F} est appelé force résultante de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .

Somme de deux forces concourantes par méthode analytique:

Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \end{pmatrix}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{pmatrix} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{pmatrix}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

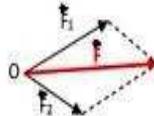
Exemple:

Soit à déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ avec $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -3 \end{pmatrix}$

Alors $\vec{F} = \begin{pmatrix} 2+0 \\ 0-3 \end{pmatrix}$ d'où $\vec{F} = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}$ avec norme de \vec{F} est $F = \sqrt{2^2 + (-3)^2} = 3,6 \text{ N}$

Méthode géométrique:

On construit un parallélogramme dont les côtés consécutifs sont \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , d'origine O.



La résultante \vec{F} est représentée vectoriellement par la diagonale issue du point O de ce parallélogramme : c'est la règle du parallélogramme

La règle du parallélogramme donne graphiquement et par calcul, l'intensité de la résultante F et les angles de sa droite d'action avec celles de ses composantes, prenons un exemple :

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Tirez une conclusion concernant le sens de la force résultant \vec{F} :

La force \vec{F} a le même sens que la force la plus grande entre \vec{F}_1 et \vec{F}_2

Lorsque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 agissent sur un même corps, elles ont sur le corps le même effet qu'une force unique \vec{F} telle que $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$; \vec{F} est appelé force résultante de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .

Somme de deux forces concourantes par méthode analytique:

Soient les deux forces $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} F_{2x} \\ F_{2y} \end{pmatrix}$ alors $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ d'où $\vec{F} \begin{pmatrix} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{pmatrix}$

La norme de \vec{F} est définie par $F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$

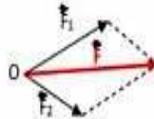
Exemple:

Soit à déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ avec $\vec{F}_1 \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\vec{F}_2 \begin{pmatrix} 0 \\ -3 \end{pmatrix}$

Alors $\vec{F} = \begin{pmatrix} 2+0 \\ 0-3 \end{pmatrix}$ d'où $\vec{F} = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \end{pmatrix}$ avec norme de \vec{F} est $F = \sqrt{2^2 + (-3)^2} = 3,6 \text{ N}$

Méthode géométrique:

On construit un parallélogramme dont les côtés consécutifs sont \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , d'origine O.



La résultante \vec{F} est représentée vectoriellement par la diagonale issue du point O de ce parallélogramme : c'est la règle du parallélogramme

La règle du parallélogramme donne graphiquement et par calcul, l'intensité de la résultante F et les angles de sa droite d'action avec celles de ses composantes, prenons un exemple :

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

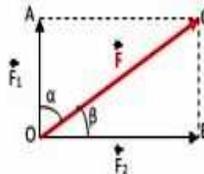
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Soit à déterminer $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, tel que les droites d'action d'action de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont orthogonales, et leurs intensités respectives valent

$F_1 = 3\text{N}$ et $F_2 = 4\text{N}$

On utilise une échelle : 1cm représente 1N



- Graphiquement :

On mesure la longueur OC qui représente \vec{F} , compte tenu de l'échelle, on déduit l'intensité de \vec{F}
On mesure l'angle $\alpha = (\vec{F}, \vec{F}_1)$ ou $\beta = (\vec{F}, \vec{F}_2)$ à l'aide d'un rapporteur

- Par calcul :

On considère le triangle rectangle OAC

$$OC^2 = OA^2 + AC^2$$

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Calcul de l'angle α

$$\tan \alpha = \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1} \frac{F_2}{F_1}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_2}{F} \Rightarrow \alpha = \sin^{-1} \frac{F_2}{F}$$

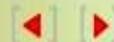
$$\cos \alpha = \frac{F_1}{F} \Rightarrow \alpha = \cos^{-1} \frac{F_1}{F}$$

$$\text{Ex : } \alpha = \tan^{-1} \left(\frac{3}{4} \right) = \tan^{-1} (0.75) \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

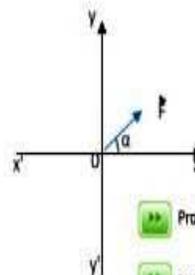
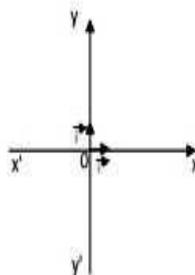
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VI) Décomposition d'une force \vec{F}

Décomposer une force en deux autres forces, c'est remplacer cette force par deux autres forces qui produisent les même effets
Choisissons deux axes $X'OX$ et $Y'OY$

Prenons le cas d'une force \vec{F} à décomposer en 2 forces et telle que :

- F_x c'est la projection de \vec{F} suivant l'axe $x'x$
- F_y c'est la projection de \vec{F} suivant l'axe $y'y$



➡ Projeter \vec{F} suivant l'axe $X'X$

➡ Projeter \vec{F} suivant l'axe $Y'Y$

$$\sin \alpha = \frac{F_y}{F} \Rightarrow F_y = F \sin \alpha$$

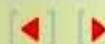
$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cos \alpha$$

Les vecteurs \vec{F}_x et \vec{F}_y représentent les deux forces qui produisent le même effet que \vec{F} .

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Evaluation formative

MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation

1- Dites si les forces associées aux actions mécaniques suivantes sont des forces de contact ou des forces à distance

Propositions	Forces de contact	Forces à distance	Score
a) Coup de marteau sur un clou	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
b) Action exercée par le soleil sur la terre	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
c) Action exercée par le vent sur une voile	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
d) Action exercée par un hameçon sur un poisson	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
e) Action exercée par un aimant sur un clou en fer	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
f) Action exercée par une table sur un livre posé dessus	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	
<input type="button" value="Refaire l'exercice"/>		Total score /6 :	NaN
		Pourcentage :	NaN %

2- Soit un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) et deux forces données (avec pour unité le newton) par :

$$\vec{F}_1 \begin{vmatrix} 3 \\ 0 \end{vmatrix} \text{ ou } F_1 = 3\vec{i} \quad \vec{F}_2 \begin{vmatrix} 3 \\ 4 \end{vmatrix} \text{ ou } \vec{F}_2 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$$

- a) Déterminer les normes F_1 et F_2 des forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2
- b) Caractériser la force \vec{F} vecteurs résultant de \vec{F}_1 et \vec{F}_2



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation

1- Dites si les forces associées aux actions mécaniques suivantes sont des forces de contact ou des forces à distance

Propositions	Forces de contact	Forces à distance	Score
a) Coup de marteau sur un clou	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	0
b) Action exercée par le soleil sur la terre	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	1
c) Action exercée par le vent sur une voile	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	1
d) Action exercée par un hameçon sur un poisson	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	0
e) Action exercée par un aimant sur un clou en fer	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	1
f) Action exercée par une table sur un livre posé dessus	<input type="text" value="Vrai"/>	<input type="text" value="Faux"/>	0
<input type="button" value="Refaire l'exercice"/>			Total score /6 : 3
			Pourcentage : 50 %

2- Soit un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) et deux forces données (avec pour unité le newton) par :

$$\vec{F}_1 \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ ou } F_1 = 3\vec{i} \quad \vec{F}_2 \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix} \text{ ou } \vec{F}_2 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$$

- a) Déterminer les normes F_1 et F_2 des forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2
- b) Caractériser la force \vec{F} vecteurs résultant de \vec{F}_1 et \vec{F}_2

Réponses

1) Détermination de la norme de \vec{F}_1

$$F_1 = \sqrt{3^2} = 3\text{N}$$

Détermination de la norme de \vec{F}_2

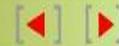
$$F_2 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{N}$$

2) Caractérisation de la force résultante \vec{F}

- Point d'application: le point O

- Direction: portée par la diagonale issue du point O

- Intensité: $F = \sqrt{(3+3)^2 + (4)^2} = 7,21\text{ N}$



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation

3- Déterminer par calcul l'intensité de la résultante de deux forces ayant une intensité de 80N et de 120N, dont les droites d'action font un angle de 90°

Réponses

4 - Donner les intensités de deux forces concourantes \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , composantes d'une force \vec{F} d'intensité 100N et que les angles de \vec{F} avec \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont respectivement pour valeur 30° et 60°

On donne $\sin 30^\circ = 0.5$ et $\cos 30^\circ = 0.866$

$\sin 60^\circ = 0.866$ et $\cos 60^\circ = 0.5$

Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : NOTION D'UNE FORCE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation

3- Déterminer par calcul l'intensité de la résultante de deux forces ayant une intensité de 80N et de 120N, dont les droites d'action font un angle de 90°

Réponses

Soit \vec{F} la force résultante de deux force \vec{F}_1 et \vec{F}_2

On considère le triangle rectangle OAC

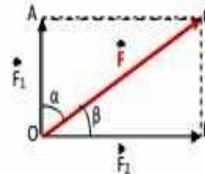
$$OC^2 = OA^2 + AC^2$$

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2$$

$$\text{Donc } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\text{AN: } F = \sqrt{80^2 + 120^2}$$

$$F = 144,22 \text{ N}$$



4 - Donner les intensités de deux forces concourantes \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , composantes d'une force \vec{F} d'intensité 100N et que les angles de \vec{F} avec \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont respectivement pour valeur 30° et 60°

On donne $\sin 30^\circ = 0.5$ et $\cos 30^\circ = 0.866$

$\sin 60^\circ = 0.866$ et $\cos 60^\circ = 0.5$

Réponses



Calcul de F_1 et F_2

$$\cos 60^\circ = \frac{F_2}{F} \Rightarrow F_2 = F \cos 60^\circ \quad F_2 = 100 \times 0.5 = 50 \text{ N}$$

$$\cos 30^\circ = \frac{F_1}{F} \Rightarrow F_1 = F \cos 30^\circ \quad F_1 = 100 \times 0.866 = 86.6 \text{ N}$$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Equilibre d'un solide soumis à des forces

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

- Notions d'une force
 - Definition
 - Représentation et caractéristique
 - Transmission des forces
 - Classification des forces
 - Somme de deux forces
 - Décomposition d'une force \vec{F}
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide soumis à des forces
 - Etude préliminaire
 - Solide soumis à deux forces
 - Solide soumis à trois forces
 - Solide soumis à n forces
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Moment d'une force par rapport à un axe
 - Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
 - Evaluation



Objectifs spécifiques:

- Définir le système étudié
- Inventorier les forces extérieures appliquées au système étudié
- Etablir les conditions nécessaires à l'équilibre d'un solide soumis à deux et à trois forces.
- Caractériser et représenter les tensions du fil, la tension d'un ressort et la réaction du plan
- Représenter la composante normale et tangentielle de la réaction
- Etablir les conditions nécessaires à l'équilibre d'un solide soumis à n forces

1) Etudes préliminaires:

1) Equilibre d'un solide:

Un solide est en équilibre dans un référentiel, s'il n'effectue aucun mouvement par rapport à ce référentiel

2) Forces extérieures et forces intérieures au système:

Système mécanique : un ensemble matériel (objet de l'étude) qui peut être, un point matériel, un solide, un ensemble de solides, une partie d'un solide, un échantillon de fluide, ou tout autre association de corps physiques souvent affectés d'une masse.

Forces extérieures: Ce sont toutes les forces que l'extérieur exerce sur le système

Forces intérieures : Toutes les forces d'interaction entre les différentes parties du système

ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE

◀ ▶

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

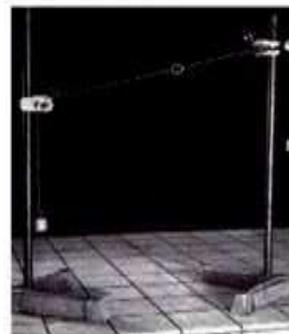
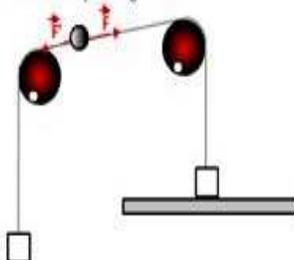
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

II) Equilibre d'un solide soumis à deux forces :

1) Solide soumis à deux forces opposées est en équilibre :

Expérience :

Attachons deux fils à un petit anneau léger, engageons les fils dans les gorges de deux poulies, puis suspendons aux fils deux masses marquées égales.



voir l'animation



Arrêter l'animation

Ecrire dans la zone de texte votre observation

Réponses

Interprétation:

- Système: Anneau



- Bilan des forces: L'anneau est soumis à deux forces F et F' opposées (F et F' de même droite d'action, de même intensité et de sens contraires)

Si l'anneau, soumis à deux forces opposées demeure immobile (en équilibre) c'est parce que ces forces neutralisent mutuellement leurs effets dynamiques. Nous exprimerons cette propriété en disant que :

Deux forces opposées s'équilibrent

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

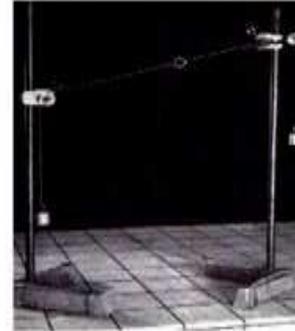
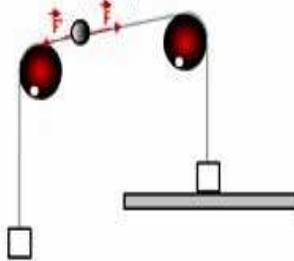
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

II) Equilibre d'un solide soumis à deux forces :

1) Solide soumis à deux forces opposées est en équilibre :

Expérience :

Attachons deux fils à un petit anneau léger, engageons les fils dans les gorges de deux poulies, puis suspendons aux fils deux masses marquées égales.



Voir l'animation



Arrêter l'animation

Ecrire dans la zone de texte votre observation

↓

- L'anneau s'immobilise.
- Les deux poulies, les deux fils se tendent dans le prolongement l'un de l'autre.

Interprétation:

- Système: Anneau

- Bilan des forces: L'anneau est soumis à deux forces F et F' opposées (F et F' de même droite d'action, de même intensité et de sens contraires)

Si l'anneau, soumis à deux forces opposées demeure immobile (en équilibre) c'est parce que ces forces neutralisent mutuellement leurs effets dynamiques. Nous exprimerons cette propriété en disant que :

Deux forces opposées s'équilibrent

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

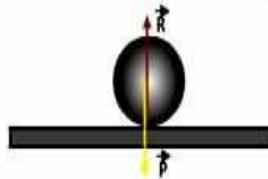
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

a) Réaction d'un plan d'appui :

Expérience :

Posons une petite sphère de métal sur un plan lisse (plaque de formica par exemple)



Observation : La bille demeure immobile ; elle est en équilibre

Interprétation :

- système: Sphère

- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La réaction du plan \vec{R}

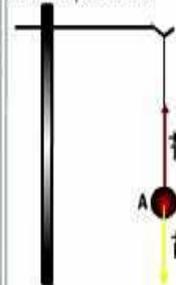
Et comme la sphère est en équilibre alors la réaction \vec{R} est opposée à \vec{P}

Vectoriellement: $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

b) Tension d'un fil :

Expérience :

Considérons un corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un fil souple dont le poids est négligeable devant le poids \vec{P} de A



Observation : La bille demeure immobile ; elle est en équilibre

Interprétation :

- système: Sphère

- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La tension \vec{T} du fil

Et comme la sphère est en équilibre alors la réaction \vec{T} est opposée à \vec{P}

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

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

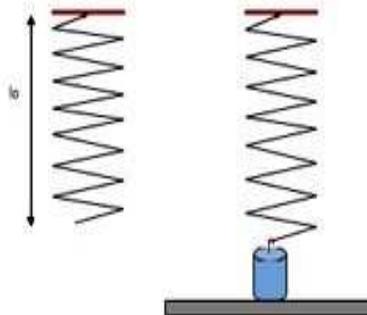
c) Tension d'un ressort:

Expérience :

Considérons un corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un ressort dont le poids est négligeable devant le poids P de A

 Voir l'animation

 Arrêter l'animation



Ecrire dans la zone de texte votre observation

Réponses

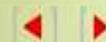
Interpréter ses résultats

Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Nobons d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

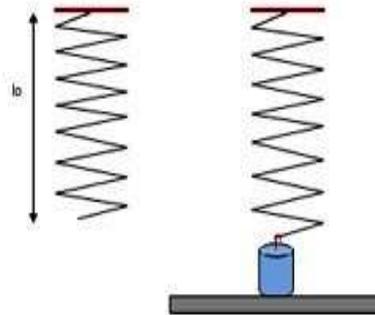
c) Tension d'un ressort:

Expérience :

Considérons un corps A suspendu à un crochet par l'intermédiaire d'un ressort dont le poids est négligeable devant le poids \vec{P} de A

 voir l'animation

 Arrêter l'animation



Ecrire dans la zone de texte votre observation

- Le corps A oscille et reste immobile après quelques instants
- Le ressort s'allonge

Interpréter ses résultats

- Système: Corps A
- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La tension \vec{T} d'un ressort
Et comme le corps A est en équilibre alors la tension \vec{T} est opposée à \vec{P}
Vectoriellement: $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

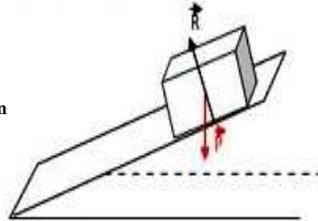
d) Réaction d'un support oblique:

- Contact sans frottement

Sur un plan incliné parfaitement lisse, la brique ne peut pas rester en équilibre, elle descend la pente.

▶▶ Voir l'animation

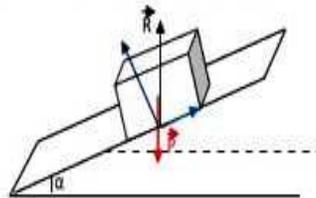
⏸ Arrêter l'animation



Ici \vec{P} et \vec{R} n'ont plus la même droite d'action

- Contact avec frottement

Considérons une brique B en équilibre sur un plan incliné rugueux faisant un angle α avec l'horizontal



- système: Brique

- Bilan des forces: Son poids \vec{P}
La réaction du plan \vec{R}

Et comme la brique est en équilibre alors la réaction \vec{R} et \vec{P} ont la même droite d'action: la verticale passant par le centre de gravité G de la brique. Par suite \vec{R} n'est pas perpendiculaire au support incliné.

Vectoriellement: $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$

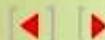
NB: Les composantes de \vec{R} suivant deux axes orthogonaux l'un parallèle au plan incliné, l'autre perpendiculaire au plan incliné sont:

\vec{R}_T et \vec{R}_N

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

L'essentiel à retenir :

- Un solide soumis à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est en équilibre si ces deux forces :
- ont des droites d'action concourantes
 - ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Nobons d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

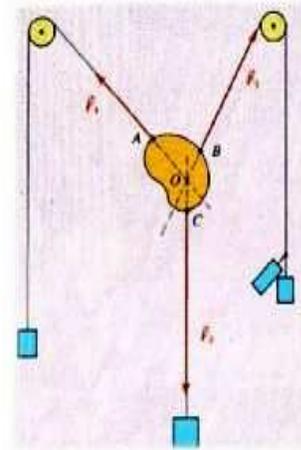
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

III) Etude d'un solide soumis à trois forces :

Expérience :

Nous disposons d'un solide S léger, découpé dans du liège par exemple. Nous le soumettons à trois forces localisées \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 , exercées par des fils tendus respectivement aux points A, B et C . Les intensités des forces sont déterminées en calculant le poids des masses marquées servant à tendre les fils.



Observation :

- Le solide léger S s'immobilise.
- Les trois fils sont tendus.

Exploitation de l'expérience :

- Système: solide léger S
- Bilan des forces: Le solide léger S est soumis aux trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 , son poids \vec{P} négligeable devant ces trois forces.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

👉 Observer de profil le dispositif puis noter votre observation dans le zone de texte :



Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Observer de profil le dispositif puis noter votre observation dans le zone de texte :



Tous les fils sont dans un même plan: les supports des trois forces sont coplanaires.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Repérons par leur ombre les supports des brins de fil issus de A, B et C, point où s'exercent respectivement les forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 sur S



- Noter votre observation:

Répondre

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

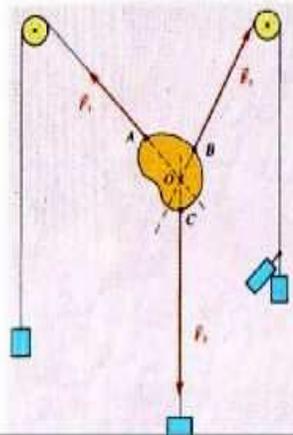
Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Repérons par leur ombre les supports des brins de fil issus de A,B et C, point où s'exercent respectivement les forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 sur S



- Noter votre observation:

On constate que ses supports se coupent en un même point O: ils sont concourants.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

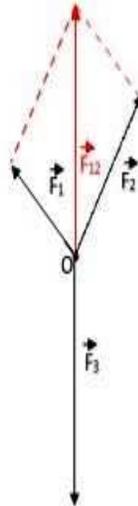
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Détermination de la somme vectorielle des trois forces : \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3

- Soit $m_1 = 0.1\text{Kg}$, $m_2 = 0.15\text{Kg}$ et $m_3 = 0.2\text{Kg}$ et en prenant $g = 10\text{N/Kg}$ alors $F_1 = 1\text{N}$, $F_2 = 1.5\text{N}$ et $F_3 = 2\text{N}$
- A partir du point O, tracer le vecteur représentatif de chacune des trois en prenant comme échelle 2cm correspond à 1N

Cliquer ici pour tracer ces trois forces

Cliquer ici pour construire la somme vectorielle de F_1 et F_2



Que peut-on dire concernant la droite d'action et le sens des deux forces \vec{F}_3 et \vec{F}_{12}

Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

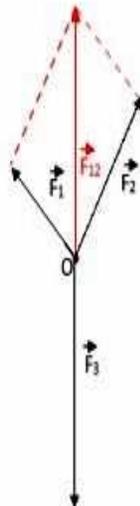
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Détermination de la somme vectorielle des trois forces : \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3

- Soit $m_1 = 0.1\text{Kg}$, $m_2 = 0.15\text{Kg}$ et $m_3 = 0.2\text{Kg}$ et en prenant $g = 10\text{N/Kg}$ alors $F_1 = 1\text{N}$, $F_2 = 1.5\text{N}$ et $F_3 = 2\text{N}$
- A partir du point O, tracer le vecteur représentatif de chacune des trois en prenant comme échelle 2cm correspond à 1N

Cliquer ici pour tracer ces trois forces

Cliquer ici pour construire la somme vectorielle de \vec{F}_1 et \vec{F}_2



Que peut-on dire concernant la droite d'action et le sens des deux forces \vec{F}_3 et \vec{F}_{12}

Les forces \vec{F}_3 et \vec{F}_{12} ont la même droite d'action et de sens contraire

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Déplacer la force \vec{F}_{12} avec le curseur et comparer son intensité avec l'intensité de la force \vec{F}_3

Réponses

Tirer une conclusion concernant la somme vectorielle des forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 .

Réponses

L'essentiel à retenir :

- Un solide soumis à trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 est en équilibre si ces trois forces :
- sont coplanaires
 - ont des droites d'action concourantes
 - ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Nobons d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Déplacer la force \vec{F}_{12} avec le curseur et comparer son intensité avec l'intensité de la force \vec{F}_3

La force \vec{F}_{12} et la force \vec{F}_3 ont les mêmes intensités

Tirer une conclusion concernant la somme vectorielle des forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 .

On sait que $\vec{F}_{12} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$
Or \vec{F}_{12} et \vec{F}_3 ont la même intensité, la même droite d'action mais de sens contraire c'est à dire $\vec{F}_{12} + \vec{F}_3 = \vec{0}$
Alors $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

L'essentiel à retenir :

Un solide soumis à trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 est en équilibre si ces trois forces :

- sont coplanaires
- ont des droites d'action concourantes
- ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

IV) Etude d'un solide soumis à n forces :

L'essentiel à retenir :

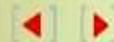
Un solide soumis à n forces $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ est en équilibre si ces n forces :

- sont coplanaires
- ont des droites d'action concourantes
- ont une somme vectorielle nulle : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \vec{0}$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Evaluation formative

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

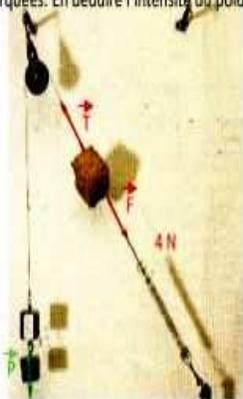
SOMMAIRE

- Notions d'une force
 - Definition
 - Représentation et caractéristique
 - Transmission des forces
 - Classification des forces
 - Somme de deux forces
 - Décomposition d'une force \vec{F}
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide soumis à des forces
 - Etude préliminaire
 - Solide soumis à deux forces
 - Solide soumis à trois forces
 - Solide soumis à n forces
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Moment d'une force par rapport à un axe
 - Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
 - Evaluation

V) Evaluation

1- Le système schématisé ci-dessous est en équilibre.

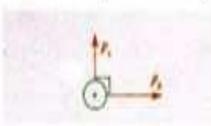
- De quelle force le dynamomètre mesure-t-il l'intensité ?
- Etudier l'équilibre du morceau de liège. En déduire l'intensité de la tension \vec{T} du fil ?
- Etudier l'équilibre des masses marquées. En déduire l'intensité du poids \vec{P} de ces masses $g = 10 \text{ N/Kg}$



Réponses

2- On tire sur un anneau à l'aide de trois cordes : les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 exercées ont des intensités respectivement égales à 200N et 300N.

Déterminer la direction et l'intensité de la force \vec{F}_3 qu'il faut exercer pour que l'anneau reste immobile.



Réponses

ACCUEIL OBJECTIFS **SOMMAIRE** ◀ ▶

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Réponse pour l'exercice 1

- 1- a) Le dynamomètre mesure l'intensité de la force \vec{F}
 b) Etude de l'équilibre du morceau de liège et déduction de l'intensité de la tension \vec{T} du fil



Système: morceau de liège

Bilan des forces: - Le tension du fil \vec{T}
 - La force \vec{F}
 - Son poids \vec{P} qui est négligeable devant \vec{F} et \vec{T}

Le morceau de liège est en équilibre donc vectoriellement $\vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$ cette relation vectorielle implique que $F = T$ en intensité donc $F = T = 4N$

- c) Etude de l'équilibre des masses marquées et déduction de l'intensité du poids \vec{P} de ces masses

Système: Les masses marquées

Bilan des forces: - Le tension du fil \vec{T}_1
 - Ses poids \vec{P}

Le morceau de liège est en équilibre donc vectoriellement $\vec{P} + \vec{T}_1 = \vec{0}$ cette relation vectorielle implique que: $P = T_1$ en intensité

D'une part le fil est tendue et de masse négligeable d'où $T = T'$ et $T_1 = T'_1$

D'autre part on a une transmission de force avec la poulie c'est-à-dire $T'_1 = T'$

Donc finalement $T = T_1 = P = 4N$



ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question :



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Réponse pour l'exercice 2

2- Détermination de la direction, de l'intensité de la force \vec{F}_3 qu'il faut exercer pour que l'anneau reste immobile.

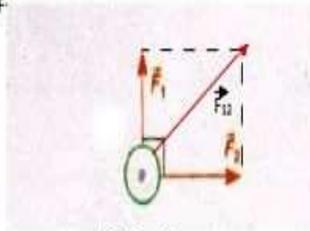
Déterminons d'abord la force \vec{F}_{12} résultante de la force \vec{F}_1 et la force \vec{F}_2

Cette force \vec{F}_{12} a :

pour point d'application l'anneau

pour direction la diagonale issue de l'anneau

pour intensité $F_{12} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$



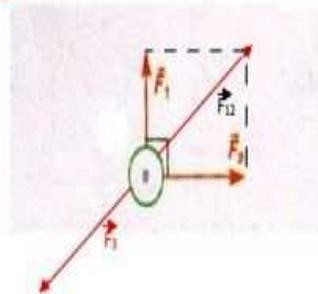
Pour que l'anneau soit en équilibre, il faut que $\vec{F}_3 + \vec{F}_{12} = \vec{0}$

Donc la force \vec{F}_3 a :

pour point d'application l'anneau

pour direction la diagonale issue de l'anneau

pour intensité $F_3 = F_{12} = 50$



ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question :



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

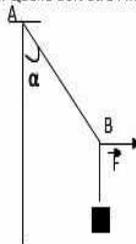
VII) Evaluation

3- Un corps de masse 1000kg est placé sur un plan incliné faisant un angle de 30° avec le plan horizontal. Calculer :

- la force qui tend à le faire glisser le long du plan incliné
- la réaction qu'exerce le plan incliné

Réponses

4) A l'extrémité d'un fil suspendu en A on accroche un corps de masse $m=2\text{Kg}$; à l'aide d'un second fil, noué au premier en B, on exerce une traction F horizontale. Quelle doit être l'intensité F de cette force pour que l'angle α de AB avec la verticale de A soit égal à 45°



Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile

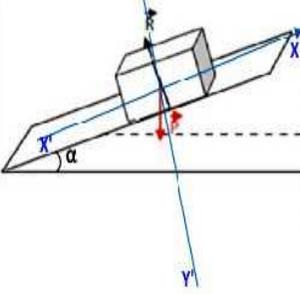
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation

3- Un corps de masse 1000kg est placé sur un plan incliné faisant un angle de 30° avec le plan horizontal. Calculer :

- a) la force qui tend à le faire glisser le long du plan incliné
- b) la réaction qu'exerce le plan incliné

Réponses



a) Calcul de la force qui tend à faire glisser le corps le long du plan incliné :
La force qui tend à faire glisser le corps le long du plan incliné est le poids \vec{P}
or $P = mg$ donc $P = 1000 \times 10 = 10\,000\text{ N}$

b) Calcul de la réaction qu'exerce le plan incliné sur le corps
Et comme le corps est en équilibre donc $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$
Projection sur $Y'Y$:

$$P_y + R_y = 0$$

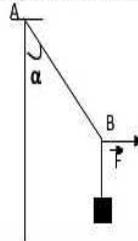
$$-P \cos \alpha + R = 0$$

d'où $R = P \cos \alpha$

AN: $R = 10\,000 \times 0.866 = 8660\text{ N}$

4) A l'extrémité d'un fil suspendu en A on accroche un corps de masse $m = 2\text{Kg}$; à l'aide d'un second fil, noué au premier en B, on exerce une traction F horizontale. Quelle doit être l'intensité F de cette force pour que l'angle α de AB avec la verticale de A soit égal à 45° ?

Réponses



ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DES FORCES

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

VII) Evaluation



L'intensité F de cette force pour que l'angle α soit 45°

Les forces appliquées au point B sont: \vec{F} , \vec{T} et \vec{T}'

Et comme le point B est en équilibre donc: $\vec{F} + \vec{T} + \vec{T}' = \vec{0}$

Projection sur $Y'Y$, on a: $F_y + T_y + T'_y = 0$

$$0 + T \cos \alpha - T' = 0$$

$$T = \frac{T'}{\cos \alpha} = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

Projection sur $X'X$, on a: $F_x + T_x + T'_x = 0$

$$F - T \sin \alpha + 0 = 0$$

$$F = T \sin \alpha = \frac{mg}{\cos \alpha} \sin \alpha$$

$$F = mg \tan \alpha$$

AN:

$$F = 2 \times 10 \times 1 = \boxed{20\text{N}}$$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question :



Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

- Nobons d'une force**
 - Definition
 - Représentation et caractéristique
 - Transmission des forces
 - Classification des forces
 - Somme de deux forces
 - Décomposition d'une force \vec{F}
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide soumis à des forces**
 - Etude préliminaire
 - Solide soumis à deux forces
 - Solide soumis à trois forces
 - Solide soumis à n forces
 - Evaluation
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe**
 - Moment d'une force par rapport à un axe
 - Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
 - Evaluation

Objectifs spécifiques:

- Mettre en évidence les conditions dans lesquelles une force a un effet de rotation non nul ou nul.
- Mettre en évidence les facteurs qui définissent le moment d'une force par rapport à un axe.
- Etablir l'expression du théorème des moments.
- Etablir les conditions générales d'équilibre d'un solide autour d'un axe fixe.

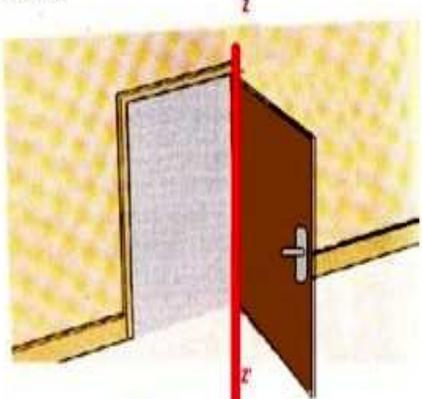
1) Moment d'une force par rapport à un axe fixe:

1) Etude de l'effet d'une force sur un solide mobile autour d'un axe fixe :

a) Importance de la direction de la force :

Expérience :

Exercer au poignet de cette porte, une force \vec{F} perpendiculaire au plan de la porte en déplaçant le curseur vers la droite ou vers le gauche avec la souris.



Voir l'animation Arrêter l'animation

ACCUEIL OBJECTIFS SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

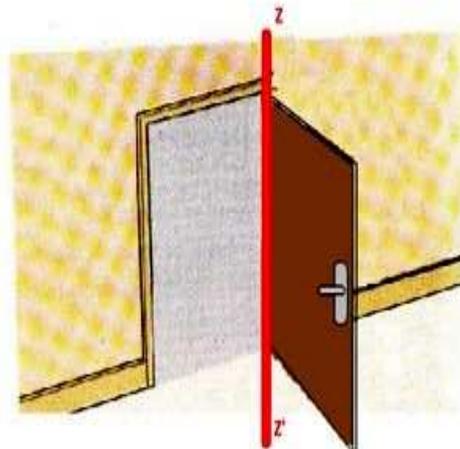
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 sur la porte ?

Réponses

Pousser verticalement sur le poignet avec la même force \vec{F}_1 dont la direction est parallèle à Z'Z



Voir l'animation

Arrêter l'animation

- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 sur la porte ?

Réponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

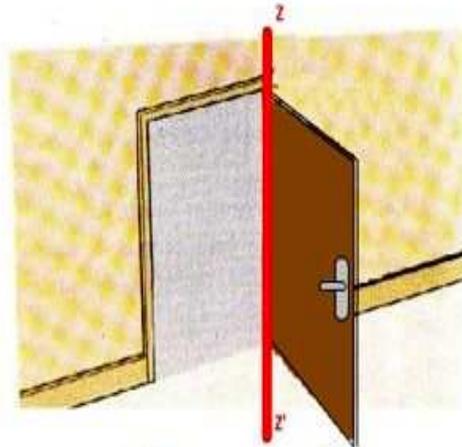
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 sur la porte ?

La force \vec{F}_1 a une effet de rotation sur la porte.

Pousser verticalement sur le poignet avec la même force \vec{F}_1 dont la direction est parallèle à $Z'Z$



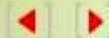
- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 sur la porte ?

La force \vec{F}_1 n'a aucune effet sur la porte.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Nobons d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

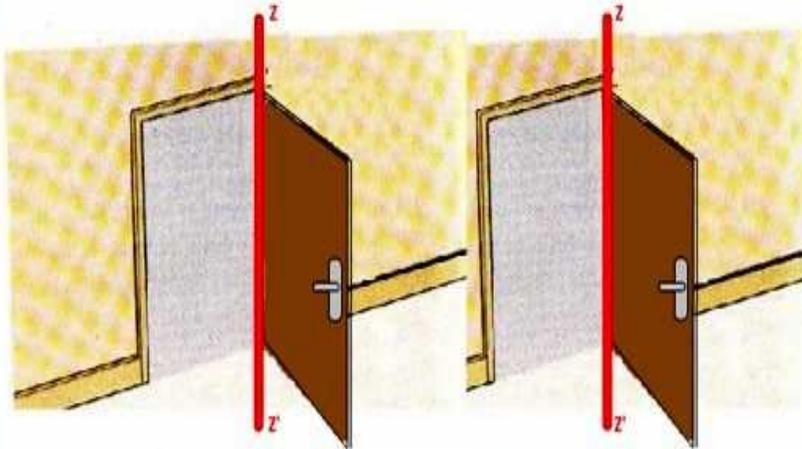
Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Tirer horizontalement la porte sur le poignet avec la même force \vec{F}_1 ou avec une force inclinée \vec{F}_2



Voir l'animation



Arrêter l'animation



Voir l'animation



Arrêter l'animation

- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sur la porte ?

Répondre

- Tirer une conclusion concernant l'importance de la direction d'une force.

Répondre

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

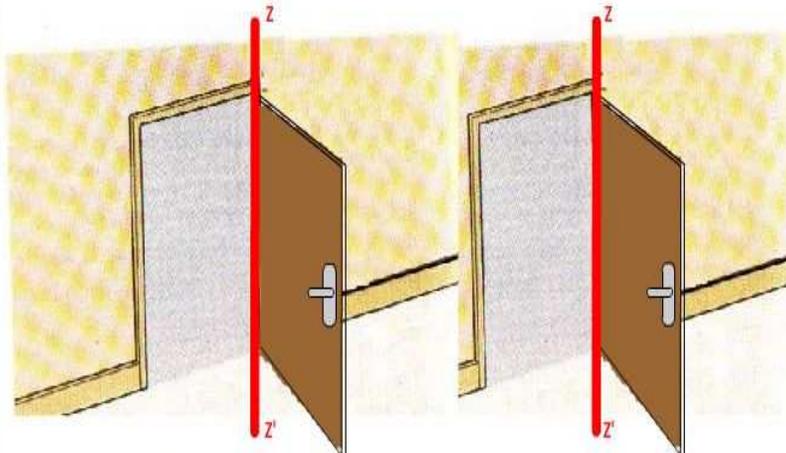
- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation



» Voir l'animation

|| Arrêter l'animation

» Voir l'animation

|| Arrêter l'animation

- Que peut-on dire concernant l'effet de la force \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sur la porte ?

.

Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 n'ont aucune effets sur la porte.

- Tirer une conclusion concernant l'importance de la direction d'une force

.

- Une force dont la droite d'action est parallèle à l'axe de rotation n'a aucun effet de rotation sur un solide.
- Une force dont la droite d'action est orthogonale à l'axe de rotation a un effet de rotation nul sur un solide.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

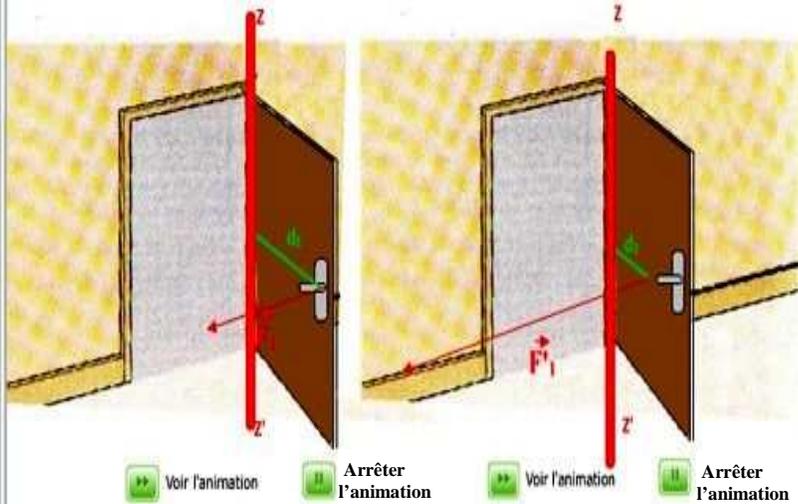
Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Au lieu d'appliquer au poignet la force \vec{F}_1 , on exerce une force \vec{F}'_1 parallèle à \vec{F}_1 , dont le point d'application est au milieu de la porte par exemple.



Observation:

Pour obtenir le même effet, on constate qu'on fait plus d'effort ($F_1 > F'_1$) à mettre la porte en rotation lorsqu'on est plus proche de l'axe ($d_1 > d_2$)

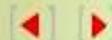
2) Moment d'une force par rapport à un axe :

Considérons une règle AB, munie de plusieurs trous permettant d'accrocher un corps (c) de masse donnée et un dynamomètre en différents points. La règle AB est mobile autour d'un axe horizontal passant par son milieu O. Vers l'extrémité B de la règle suspendons le corps (C). Entraînée par le poids du corps (c), la règle prend alors la position verticale.

ACCUEIL

OBJECTS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

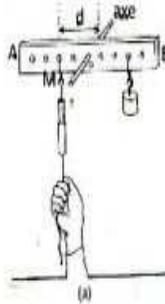
- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Pour amener la règle dans sa position horizontale, on exerce sur sa partie OA, une force \vec{F} orientée vers le bas, mais qui n'est pas nécessairement verticale. Nous pouvons mesurer l'intensité de \vec{F} au moyen d'un dynamomètre.

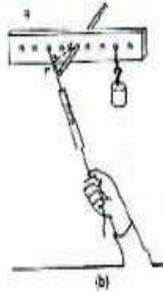
a) Cas d'une force perpendiculaire à l'axe:



On peut déterminer l'intensité F de la force nécessaire pour différentes valeurs de la distance d

Observation: Plus la distance d est grande, plus la force F a une intensité petite mais le produit $F \cdot d$ reste constant.

b) Cas d'une force à inclinaison quelconque:



Si nous inclinons la droite d'action de la force sans changer son point d'application, celle-ci doit être plus grande pour

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

produire le même effet. Soit F' sa nouvelle intensité, d' la nouvelle distance de l'axe de rotation à la droite d'action de \vec{F}

Observation: On constate que le produit $F \cdot d$ possède la même valeur que lorsque la force est perpendiculaire en M à OA.

Les résultats de l'étude précédente montrent que l'effet rotation d'une force sur un corps mobile autour d'un axe dépend du produit de l'intensité de la force par la distance de sa droite d'action à l'axe ; nous sommes ainsi amenés à définir une nouvelle grandeur, appelée le **moment d'une force par rapport à l'axe** noté $M_A(\vec{F})$

avec
$$M_A(\vec{F}) = F \cdot d$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 Nm N m

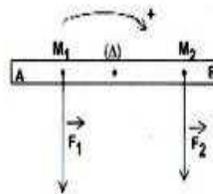
F: Intensité d'une force \vec{F}
d: Distance perpendiculaire entre la droite d'action de la force et l'axe de rotation appelée « **bras de levier** »

Remarque:

Utilisons à nouveau la règle AB, mobile autour de l'axe horizontal (Δ).

La force F_1 tend à faire tourner la règle dans un sens, tandis que la force F_2 tend à faire tourner dans l'autre sens.

Pour marquer cette différence, nous choisissons arbitrairement, un sens positif de rotation autour de l'axe, le sens des aiguilles d'une montre par exemple.



Le moment d'une force appliquée à la règle sera positif si cette force tend à la faire tourner dans le sens positif (cas de F_2) et négatif si cette force tend à la faire tourner dans l'autre sens (cas de F_1).

Le moment d'une force est une grandeur algébrique dont:

ACCUEIL

OBJECTS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

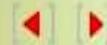
$M_A(\vec{F}) = +F.d$ lorsque \vec{F} tend à faire tourner le solide dans le sens positif choi.

$M_A(\vec{F}) = -F.d$ lorsque \vec{F} tend à faire tourner le solide dans le sens contraire du sens positif choisi

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

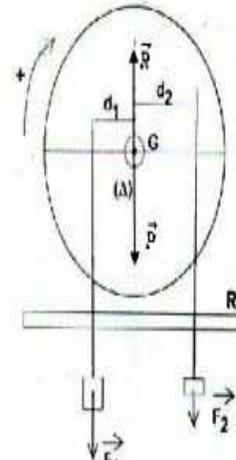
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

II) Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe : Théorème des moments.

Expérience :

Le dispositif expérimental est un disque percé de plusieurs trous auxquels on peut suspendre des masses par des fils. Le disque de rayon $R = 20$ cm, est mobile sans frottement autour d'un axe (Δ) horizontal passant par G , centre de gravité du disque.



Nous appliquons au disque deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 à l'aide de deux fils tendus par des masses marquées M_1 et M_2 . Les intensités de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont connues $F_1 = M_1g$ et $F_2 = M_2g$

Valeurs expérimentales:

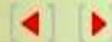
Faisons varier F_1 et F_2 par l'intermédiaire de M_1 et de M_2 et mesurons les longueurs des bras de levier d_1 et d_2 correspondant, à l'aide de la règle graduée R .

Compléter le tableau ci-dessous:

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Compléter le tableau ci-dessous:

Mesure :	Mesure n°1	Mesure n°2	Mesure n°3
F_1 (N)	1	2	3
d_1 (m)	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$
$F_1 \cdot d_1$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F_2 (N)	2	8	2,5
d_2 (m)	$1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$
$F_2 \cdot d_2$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Comparer pour chaque série de mesure le produit $F_1 \cdot d_1$ et $F_2 \cdot d_2$

Réponses

Interprétation:

Les forces extérieures appliquées au solide sont:

- son poids \vec{P}
- la réaction R exercée par l'axe (Δ)
- la force \vec{F}_1
- la force \vec{F}_2

Evaluons les moments des forces appliquées. Compte tenu du sens positif choisi nous avons:

- $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{P}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{R}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot d_1$
- $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2$

Calculons la somme des moments des forces appliquées: $\sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{P}) + \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{R}) + \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_2) = 0$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Nobons d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Compléter le tableau ci-dessous:

Mesure :	Mesure n°1	Mesure n°2	Mesure n°3
F_1 (N)	1	2	3
d_1 (m)	$2 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$
$F_1 \cdot d_1$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F_2 (N)	2	8	15
d_2 (m)	$1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-1}$
$F_2 \cdot d_2$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- Comparer pour chaque série de mesure le produit $F_1 \cdot d_1$ et $F_2 \cdot d_2$

On constate que pour les différentes forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , on a toujours $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$, lorsque le disque ne tourne pas autour de l'axe (Δ).

Interprétation:

Les forces extérieures appliquées au solide sont:

- son poids \vec{P}
- la réaction \vec{R} exercée par l'axe (Δ)
- la force \vec{F}_1
- la force \vec{F}_2

Evaluons les moments des forces appliquées. Compte tenu du sens positif choisi nous avons:

- $\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) = 0$ car sa droite d'action coupe l'axe (Δ)
- $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) = -F_1 \cdot d_1$
- $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2$

Calculons la somme des moments des forces appliquées: $\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) = 0$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \rightarrow
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Enoncé du théorème des moments:
" Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe, est en équilibre, la somme algébrique des moments, par rapport à cet axe de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide est nulle."

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

IV) Les conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ) :

L'essentiel à retenir :

Un solide mobile autour d'un axe est en équilibre dans le référentiel terrestre si on a simultanément:

- immobilité du centre d'inertie $G \iff$ la somme vectorielle des forces extérieures est nulle $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$
- absence de rotation \iff la somme algébrique des moments des forces extérieures par rapport à l'axe est nulle : $\sum \mathcal{M}_A(\vec{F}_{ext}) = 0$

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



Evaluation formative

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

- Notions d'une force
- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

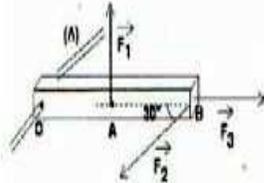
- Equilibre d'un solide soumis à des forces
- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

V) Evaluation

1- Une tige homogène de longueur $OB = 40$ cm, est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) passant par O et perpendiculaire à la tige.

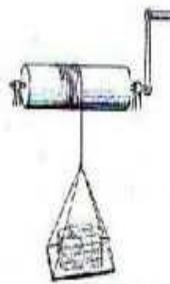
On donne : $F_1 = F_2 = F_3 = 30$ N
 $OA = AB = 20$ cm



Réponses

2- Pour faire monter un fardeau, on peut le suspendre à l'extrémité d'une corde dont l'autre extrémité est fixée sur un cylindre d'axe horizontal que l'on fait tourner autour de cet axe en agissant sur une manivelle.

Cette machine que représente schématiquement la figure est appelée un treuil simple.



Le cylindre du treuil d'un puits a un poids $P = 150$ N et de rayon $r = 10$ cm. La manivelle a un poids négligeable et une longueur $L = 40$ cm.

Quelle force F faut-il exercer normalement à la manivelle pour maintenir en équilibre un seau d'eau de masse 20 Kg ?
On prendra l'intensité du champ de pesanteur $g = 10$ N.Kg⁻¹.

Réponses

ACCUEIL
OBJECTIFS
SOMMAIRE
▶

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

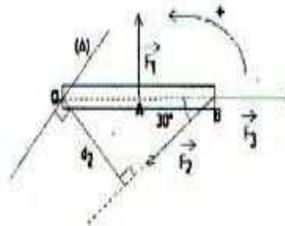
Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Réponse pour l'exercice 1

1- Calcul du moment de chaque force par rapport à l'axe:

Avant tout calcul, il faut toujours choisir arbitrairement un sens positif de rotation. Soit le sens inverse des aiguilles d'une montre.



- Calculons d'abord le moment de \vec{F}_1

\vec{F}_1 fait tourner la tige dans le sens positif choisi donc $M_{\Delta}(\vec{F}_1) = F_1 \cdot d_1$ avec $d_1 = OA$

d'où $M_{\Delta}(\vec{F}_1) = F_1 \cdot OA$

AN:

$M_{\Delta}(\vec{F}_1) = 6 \text{ N.m}$

- Calcul du moment de \vec{F}_2

\vec{F}_2 fait tourner la tige dans le sens contraire du sens positif choisi donc $M_{\Delta}(\vec{F}_2) = -F_2 \cdot d_2$ avec $d_2 = OB \cdot \sin 30^\circ$

d'où $M_{\Delta}(\vec{F}_2) = -F_2 \cdot OB \cdot \sin 30^\circ$

AN:

$M_{\Delta}(\vec{F}_2) = -6 \text{ N.m}$

- Calcul du moment de \vec{F}_3

Le moment de \vec{F}_3 est nul car la droite d'action de \vec{F}_3 rencontre l'axe de rotation (Δ)

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question :



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Réponse pour l'exercice 2

2- Détermination de l'intensité de la force F qu'il faut appliquée à la manivelle pour maintenir l'équilibre :

Système étudié: le treuil

- Bilan des forces:
- le poids \vec{P} du cylindre
 - la réaction \vec{R} de l'axe
 - la tension \vec{T} du fil
 - la force \vec{F} appliquée à la manivelle

Le treuil est en équilibre donc :

$$\begin{aligned} - \sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} &\implies \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0} \\ - \sum \mathcal{M}_A(\vec{F}_{ext}) = 0 &\implies \mathcal{M}_A(\vec{P}) + \mathcal{M}_A(\vec{R}) + \mathcal{M}_A(\vec{T}) + \mathcal{M}_A(\vec{F}) = 0 \end{aligned}$$

Calcul du moment de chaque force:

- Moment du poids \vec{P} est nul car sa droite d'action passe par l'axe de rotation
- Moment de la réaction \vec{R} est nul car sa droite d'action passe par l'axe de rotation
- Moment de la force \vec{F} : $\mathcal{M}_A(\vec{F}) = F.L$ avec L est la longueur de la manivelle
- Moment de la tension du fil \vec{T} : $\mathcal{M}_A(\vec{T}) = -T'.r$

Exploitation de l'équilibre:

$$\begin{aligned} 0 + 0 - T'.r + F.L &= 0 \\ F.L = T'.r &\quad F = \frac{T'.r}{L} \end{aligned}$$

Cherchons la tension T' en considérant comme système le seau d'eau:

Le système est soumis à deux forces \vec{T} et \vec{P} . Et comme il est en équilibre aussi, alors $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

En intensité $P = T$ et comme le corde est tendue alors $T = T' = P$

Finalement: $F = \frac{P.r}{L}$

AN: F = 50N

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question :



MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force \vec{F}
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

V) Evaluation

3- La charge à soulever est le rocher (fig 2),

On suppose que \vec{R} est perpendiculaire à la barre et a pour intensité $R = 1000 \text{ N}$.
 $OA = 15 \text{ cm}$ et $OB = 1 \text{ m}$.

Le poids du levier est négligeable.

1) Calculer l'intensité de la force motrice

\vec{F}_M , qu'il faut appliquer perpendiculairement au levier pour maintenir l'équilibre.

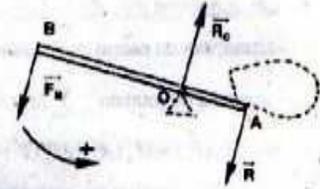
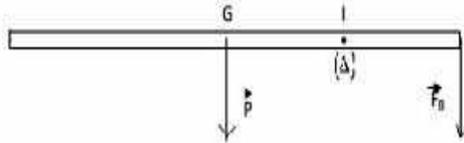


Fig 2

Reponses

4-



Données : AB est une tige horizontale et de longueur $AB = 10\text{m}$

$F_B = 20\text{N}$, $P = 1\text{N}$

- 1) Définir le moment d'une force par rapport à un axe (Δ)
- 2) Calculer le moment de chaque force par rapport à (Δ) .
- 3) La tige AB reste-t-elle horizontale ? Justifier.

Reponses

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

MODULES D'APPRENTISSAGE : EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE

SOMMAIRE

Notions d'une force

- Définition
- Représentation et caractéristique
- Transmission des forces
- Classification des forces
- Somme de deux forces
- Décomposition d'une force
- Evaluation

Equilibre d'un solide soumis à des forces

- Etude préliminaire
- Solide soumis à deux forces
- Solide soumis à trois forces
- Solide soumis à n forces
- Evaluation

Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

- Moment d'une force par rapport à un axe
- Equilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
- Conditions générales d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe
- Evaluation

Réponse de l'exercice 3

- Calcul de l'intensité de la force motrice:

Système: Levier

Bilan des forces: - La force motrice \vec{F}_M
 - La réaction \vec{R}_0
 - La réaction \vec{R}

Le système est en équilibre donc : $\mathcal{M}_A(\vec{F}_M) + \mathcal{M}_A(\vec{R}_0) + \mathcal{M}_A(\vec{R}) = 0$

$$F_M \times OB + 0 - R \times OA = 0$$

$$F_M = \frac{R \times OA}{OB}$$

$$F_M = \frac{1000 \times 0,15}{1} = 150 \text{ N}$$

Réponse de l'exercice 4

- 1- Définition du moment d'une force par rapport à un axe:
C'est l'effet de rotation d'une force sur un solide mobile autour d'un axe fixe

- 2- Calcul du moment de chaque force par rapport à (Δ)

$$\mathcal{M}_A(\vec{P}) = P \times d = P \times GI = 1 \times (10/4) = 2,4 \text{ Nm}$$

$$\mathcal{M}_A(\vec{F}_A) = F_A \times d' = F_A \times IB = 20 \times (10/4) = 48 \text{ Nm}$$

- 3- La tige AB ne reste plus horizontale car la somme des moments des forces appliquées à cette tige n'est pas nulle.

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

Revenir à la question : ◀

III.4) Approfondissement

- En appuyant sur le bouton « Approfondissement » une nouvelle fenêtre s'ouvre.

The screenshot shows a software interface with a blue background. At the top, there is a navigation bar with three buttons: "Tests des prérequis", "Modules d'apprentissage", and "Approfondissement". The "Approfondissement" button is highlighted. Below the navigation bar, the word "SOMMAIRE:" is displayed in large white letters. Underneath, there are two main sections: "Avant propos" and "Conseils". The "Avant propos" section contains a paragraph of text. The "Conseils" section contains a list of three bullet points. A modal dialog box is overlaid on the "Conseils" section, asking the user if they have already consulted the learning module. The dialog box has a red title and two buttons: "Non" and "Oui". At the bottom of the interface, there are two buttons: "ACCUEIL" and "OBJECTIFS".

SOMMAIRE: Tests des prérequis Modules d'apprentissage Approfondissement

Avant propos

Ce logiciel est conforme au programme en vigueur. Il s'adresse à des élèves qui ont déjà été initiés aux Sciences Physiques dans les collèges d'Enseignement Général (C.E.G), mais qui n'ont pas encore choisi leur orientation

Conseils

Des questions sont proposées dans ces modules. Vous devez faire des efforts pour répondre à ces questions:

- Lisez les consignes attentivement
- Observez et analysez les animations / expériences qui décrivent les phénomènes physiques à étudier
- Essayez de chercher la solution avant de consulter celle proposée par le logiciel

Avez-vous déjà consulté le module d'apprentissage?

Non Oui

ACCUEIL OBJECTIFS

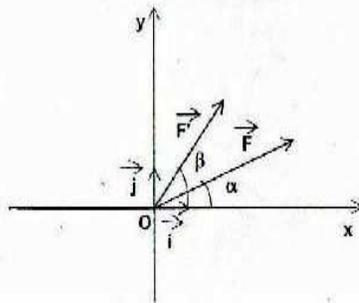
MODULES D'APPRENTISSAGE : APPROFONDISSEMENT

Exercices d'approfondissement concernant la notion d'une force.

EXERCICE 1 :

La figure ci-dessous représente deux forces \vec{F} et \vec{F}' dans un repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

- 1) Représenter leur projection respective sur chacun des axes.
- 2) Calculer les valeurs numériques des coordonnées F_x et F_y de \vec{F} puis F'_x et F'_y de \vec{F}' , sachant que l'intensité de \vec{F} vaut 4 N et l'angle $(\vec{i}, \vec{F}) = \alpha = 30^\circ$ et l'intensité \vec{F}' vaut 3 N et l'angle $\beta = (\vec{i}, \vec{F}') = 60^\circ$.
- 3) Calculer les coordonnées du vecteur force somme de \vec{F} et \vec{F}' puis tracer ce vecteur.



EXERCICE 2 :

Deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 d'intensités respectives 4 N et 3 N sont appliquées en O. La force \vec{F}_1 est horizontale orientée vers la droite et \vec{F}_2 est verticale orientée vers le haut.

- 1) Représenter ces 2 forces à l'échelle 1 cm pour 1 N.
- 2) Soit une force \vec{F}_3 telle que $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$. Donner les caractéristiques de \vec{F}_3 graphiquement puis par calcul.
- 3) Considérons maintenant un repère orthonormé (O, \vec{i}, \vec{j}) tel que \vec{i} a même direction et même sens que \vec{F}_1 et \vec{j} a même direction et même sens que \vec{F}_2 .
 - a) Dans ce repère, représenter \vec{F}_1 et \vec{F}_2 .
 - b) Déterminer les coordonnées de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 puis en déduire celle de la force \vec{F}_3 telle que $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$.
 - c) Déterminer la norme de la force \vec{F}_3 .

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE

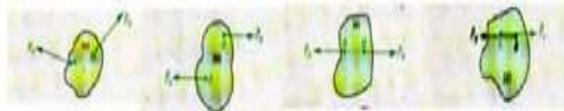


MODULES D'APPRENTISSAGE : APPROFONDISSEMENT

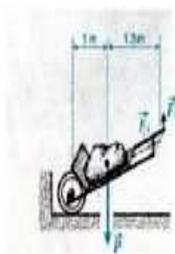
Exercices d'approfondissement concernant l'équilibre d'un solide en translation.

EXERCICE 1 :

La figure ci-dessous représente différents cas d'un solide soumis à deux forces de même intensité.
Dans quels cas y-a-t-il l'équilibre?



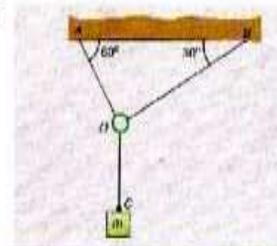
EXERCICE 2 :



- 1) Quelle est l'intensité F commune aux deux forces verticale F_1 et F_2 qu'il faut appliquer aux brancards d'une brouette portant une charge égale à 75 Kg, quand cette charge a la position indiquée par la figure ci-dessus ?
- 2) La roue de la brouette étant posée sur le plateau d'une bascule, quel est le poids indiqué par celle-ci ?

EXERCICE 3 :

On considère le dispositif ci-après où OA, OB, OC sont des fils inextensibles et de masse négligeables
Déterminer graphiquement, puis calculer les tensions du fils.



ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



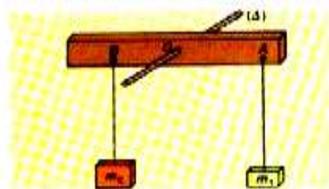
MODULES D'APPRENTISSAGE : APPROFONDISSEMENT

Exercices d'approfondissement concernant l'équilibre d'un solide en rotation.

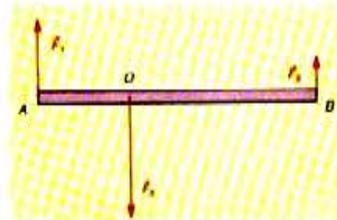
EXERCICE 1 :

Une règle est mobile autour d'un axe Δ horizontal passant par son centre de gravité G. Par l'intermédiaire de fils, des masses marquées m_1 et m_2 sont accrochées en A et B tels que $GA = 15\text{cm}$ et $GB = 12\text{cm}$.

- 1) La barre est horizontale. Calculer le moment par rapport à l'axe Δ de la force exercée en A. On donne : $m_2 = 150\text{g}$ et $g = 9.8\text{ N/Kg}$.
- 2) La barre est en équilibre. En déduire la valeur de la masse marquée m_1 .
- 3) On incline la règle d'un angle $\alpha < \pi/2$ est-elle encore en équilibre ?



EXERCICE 2 :



On exerce sur une règle horizontale de poids négligeable trois forces situées dans un plan vertical, de directions parallèles et d'intensité : $F_1 = 20\text{ N}$; $F_2 = 10\text{ N}$ et $F_3 = 30\text{ N}$

- 1) Calculer la résultante \vec{F} de ces trois forces.
- 2) Calculer le moment résultant de ces forces par rapport à un axe horizontal perpendiculaire au plan contenant ces trois forces et passant par O, puis par A, puis par B. On choisira un sens positif arbitraire.

Données : $OA = 2\text{cm}$; $OB = 6\text{cm}$

- 3) Que peut-on dire de l'équilibre de la barre AB ? du mouvement de la barre AB ?

ACCUEIL

OBJECTIFS

SOMMAIRE



CONCLUSION

Dans ce travail de recherche nous avons élaboré et conçu un didacticiel sur la force et la statique des solides. Il est divisé en deux grandes parties :

- La première partie traite un repère théorique sur le thème étudié.
- Dans la seconde partie, on propose trois modules d'apprentissage concernant la notion d'une force, l'équilibre d'un solide soumis à des forces et l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.

Pour bien structurer le travail, chaque module commence par des objectifs, des contrôle des pré-requis et se termine par des évaluations formatives.

Nous avons pu voir aussi la contribution de la TICE dans l'apprentissage des sciences physiques. La TICE aide grandement dans l'enseignement des sciences physiques. En effet, les élèves ont beaucoup plus d'autonomie et l'insuffisance des matériels didactiques est quasiment résolue.

L'outil que nous avons élaboré est loin d'être parfait, car il existe toujours des versions améliorées de logiciels. Nous encourageons nos cadets dans la maîtrise et l'exploitation des logiciels récents dans le but d'améliorer et même de rénover les outils déjà élaborés dans le cadre de la préparation des mémoires de fin d'études à l'ENS.

REFERENCES

- [1] <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=1661>
- [2] [http://fr.wikipedia.org/wiki/Force_\(physique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Force_(physique))
- [3] <http://www.bing.com/search?srch=106&FORM=AS6&q=stage-force-1-doc-prof>
- [4] Cessac J., Tréherne G., *Physique classe de seconde C*, 18,rue Monsieur-le-Paris-VI^e
- [5] RATSIMANDRESY O. , ANDRIAMANALINA H. ,RAMANOELINA R. , PHYSIQUE SECONDE
- [6] BAUTRANT R., BRAMAND P.,FAYE Ph. , JAUBERT A. , THOMASSINNO G. *Physique Chimie*, HACHETTE Paris 364p
- [7] BRAMAND P., FAYE P., THOMASSIER G. (1983) *Physique terminale D*, collection eurin-gié HACHETTE Paris 230p.
- [8] LECOEUICHE M., CARTIGNY C., LEFEBVRE C., RICHER J. (2001) *Sciences Physiques et Chimiques*, HACHETTE Paris 221p.
- [9] MATHIEU, J. Recueil d'expériences de physique, Dunod, Paris 1964.
- [10] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Force>
- [11] <http://www.culturecours.com/exosgratos/document/CultureCours/342.pdf>
- [12] http://clg-arche-du-lude-joue-les-tours.tice.ac-orleans-tours.fr/php5/arche/IMG/pdf/Notion_de_force.pdf
- [13] http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9canique_statique#Principe_fondamental_de_la_statique
- e
- [14] <http://web.univ-pau.fr/~maron/mecanique/ch2.htm>
- [15] <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=1821>
- [16] <http://lphe.epfl.ch/bay/cours/p-3.pdf>
- [17] http://chronos.activeweb.fr/QuickPlace/accesmad/PageLibrary85256EA100359C41.nsf/h_Index/CE6FA54E6785641885256ECC005D54FA/
- [18] http://chronos.activeweb.fr/QuickPlace/accesmad/PageLibrary85256EA100359C41.nsf/h_Index/390776279C7302FDC125773E00358777/%3fOpenDocument&Form=h_PageUI

[19] [http://www.google.mg/search?q=force+et+statique&hl=mg&client=firefox-a&hs=2j5&rls=org.mozilla:en-](http://www.google.mg/search?q=force+et+statique&hl=mg&client=firefox-a&hs=2j5&rls=org.mozilla:en-US:official&channel=s&ei=scO6TO6oAon14AaM0u3yDg&start=10&sa=N)

[US:official&channel=s&ei=scO6TO6oAon14AaM0u3yDg&start=10&sa=N](http://www.google.mg/search?q=force+et+statique&hl=mg&client=firefox-a&hs=2j5&rls=org.mozilla:en-US:official&channel=s&ei=scO6TO6oAon14AaM0u3yDg&start=10&sa=N)

[20] [http://www.google.mg/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aen-](http://www.google.mg/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aen-US%3Aofficial&channel=s&hl=mg&source=hp&q=equilibre+d%27un+solide+en+rotation&btnG=Fikarohana+Google)

[US%3Aofficial&channel=s&hl=mg&source=hp&q=equilibre+d%27un+solide+en+rotation&btnG=Fikarohana+Google](http://www.google.mg/search?client=firefox-a&rls=org.mozilla%3Aen-US%3Aofficial&channel=s&hl=mg&source=hp&q=equilibre+d%27un+solide+en+rotation&btnG=Fikarohana+Google)

[21] Encyclopédie Microsoft R Encarta R 2006. C 1993-2005 Microsoft corporation.

ANDRIANJAFINDRAZANANY Parisolomalalarintsoa
Adresse: Lot IVG 15 Behoririka

CONCEPTION ET ELABORATION D'UN DIDACTICIEL POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA FORCE ET STATIQUE DE LA CLASSE DE SECONDE

RESUME

Les sciences physiques sont des sciences expérimentales. Apprendre et enseigner les sciences physiques font appel à des travaux pratiques.

Ce mémoire de fin d'étude se propose de développer un didacticiel interactif pour l'enseignement –apprentissage de la force et statique des solides. Ce logiciel est fondé sur les travaux pratiques virtuels à base d'animation.

Ce travail comporte deux étapes. La première étape concerne les repères théoriques sur la force et statique des solides. La deuxième étape est axée sur la proposition des modules d'apprentissage à savoir la notion d'une force, l'équilibre d'un solide soumis à des forces et l'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.

Mots clés : Solide, force, vecteur, équilibre, moment

Nombre de pages : 112

Nombre de figures : 30

Nombre de tableau : 1

Nombre d'organigramme : 3

Rapporteur : Mr ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer
Professeur

