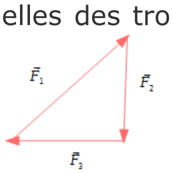
Exercices sur l'équilibre d'un solide soumis à l'action des trois forces non parallèles

Table des matières

Les conditions nécessaires et suffisantes pour avoir l'équilibre d'un solide

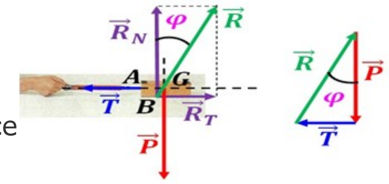
A. Les 3 conditions nécessaires à retenir

Lorsqu'un solide soumis à trois forces non parallèles est en équilibre, alors :

- la somme vectorielles des trois forces est **nulle** , autrement dit, la ligne polygonale des trois forces est **fermé** 

- les droites d'action des trois forces sont **coplanaires** et **concourantes**

B. La force nommée réaction



La force de réaction $\vec{R}$ a deux effets :

- résistance au poids $\vec{P}$ de corps (càd à la gravitation) grâce à la composante normale $\vec{R}_N$
- résistance au tension $\vec{T}$ de dynamomètre (càd au mouvement) grâce à la composante tangentielle $\vec{R}_T$ qui est appelée force de frottement $\vec{f}$

  donc on écrit : $\vec{R}=\vec{R}_N+\vec{R}_T=\vec{R}_N+\vec{f}$

Remarque

On appelle angle de frottement statique φ_0 la valeur limite de l'angle de frottement qui détruit l'équilibre du corps.

On définit le coefficient de frottement statique K_0 par : $K_0=\tan\varphi_0=\dfrac{R_T}{R_N}$

C. Exercice : Autotest1

[Solution n°1 p10]

Si dans un repère terrestre, un solide soumis à l'action de trois forces non parallèles est en équilibre, alors , leurs droites d'action sont :

- [ ] colinéaires
- [ ] coplanaires
- [ ] rectilignes

D. Exercice : Autotest2

[Solution n°2 p10]

Si dans un repère terrestre, un solide soumis à l'action de trois forces non parallèles est en équilibre, alors , leurs droites d'action sont :

- [ ] Identiques
- [ ] parallèles
- [ ] concourantes

E. Exercice : Autotest3

[Solution n°3 p10]

Ces deux conditions sont nécessaires pour obtenir l'équilibre d'un corps mais :

- [ ] suffisantes
- [ ] insuffisantes
- [ ] constantes

F. Exercice : Autotest4

[Solution n°4 p10]

La force de frottement $\vec{f}$ est :

- [ ] la réaction du plan $\vec{R}$
- [ ] la composante normale $\vec{R}_N$
- [ ] la composante tangentielle $\vec{R}_T$

G. Exercice : Autotest5

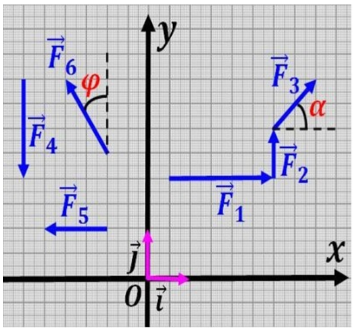
[Solution n°5 p11]

On définit le coefficient de frottement K par

- [ ] K = sinφ
- [ ] K = cosφ
- [ ] K = tanφ

H. Exercice 1

La figure ci-dessous représente un ensemble de vecteurs de force représentés dans le repère (O,i , j)



1- Déterminer les coordonnées de chaque vecteur dans le repère (O,i , j) .
2- Déterminer la norme de chaque vecteur.
3- Déterminer la valeur de l'angle α et φ .
4- Déterminer la direction, le sens et la norme de chaque vecteur.
5- Calculer la somme vectorielle de toutes les forces $\sum_{i=1}^{n=6} \vec{F}_i$

I. Réponse exercice1

1- Les coordonnées de chaque vecteur

$\|\vec{i}\|=\|\vec{j}\|=1$

$\vec{F}_1=(2{,}5\,;0)$ $\vec{F}_2=(0\,;1)$ $\vec{F}_3=(1\,;1)$ $\vec{F}_4=(0\,;-2)$ $\vec{F}_5=(-1{,}5\,;0)$ $\vec{F}_6=(-1\,;1{,}5)$

2- Pour un vecteur de coordonnées (x,y), la norme de ce vecteur F = $\|\vec{F}\|=\sqrt{x^2+y^2}$

alors, F_1 = 2.5N ; F_2 = 1N ; F_3 = 1.41N ; F_4 = 2N ; F_5 = 1.5N ; F_6 -=1.8N

3- Valeur de l'angle α et φ

on sait que $\tan\alpha=\frac{côté\ opposé}{côté\ adjacent}\ donc\ sur\ \vec{F}_3 : \tan\alpha=\frac{1}{1}=1\ d'où\ \alpha=\tan^{-1}(1)=45^\circ$

sur $\vec{F}_6 \Rightarrow \tan\varphi=\frac{1}{1{,}5}=0{,}67\ d'où\ \varphi=\tan^{-1}(0{,}67)=33{,}8^\circ$

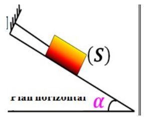
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6
Direction	horizontal	vertical	incliné de 45° à l'horizontal	vertical	horizontal	incliné de 33.8°au vertical
Sens	vers la droite	vers le haut	vers la droite	vers le bas	vers la gauche	vers la gauche
Norme	2.5N	1N	1.41N	2N	1.5N	1.8N

Tableau 1 4-les caractéristiques de chaque vecteur

5- Somme vectorielle de toutes les forces F

$$\vec{F}=\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3+\vec{F}_4+\vec{F}_5+\vec{F}_6=\binom{2{,}5}{0}+\binom{0}{1}+\binom{1}{1}+\binom{0}{-2}+\binom{-1{,}5}{0}+\binom{-1}{1{,}5}=\binom{1}{1{,}5}$$

J. Exercice 2



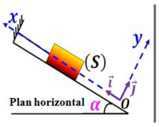
On Place un corps (S) de masse m = 2kg sur un plan inclinée d'un angle de α = 30° par rapport au plan horizontal, et on l'attache avec un fil non étirée (de masse négligeable) et l'autre extrémité fixé au support.

Lorsque le corps (S) est en équilibre, le fil est parallèle au plan. On donne :g =10N/kg $^{-1}$ et T = 15N

1- Faire l'inventaire des forces appliquées au corps (S) .

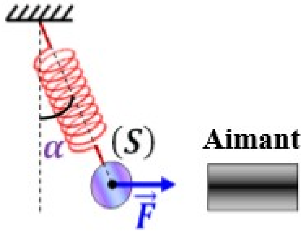
2- Tracer la ligne polygonale de ces forces puis déduire la nature du contact entre le corps (S) et le plan.

3- Calculer l'intensité de R.



4- On néglige les frottements et on considère le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$). En appliquant la condition d'équilibre et en utilisant la méthode analytique : Calculer la tension du fil et l'intensité de la réaction du plan.

K. Exercice 3



Nous attachons une bille de fer (S) de masse m = 300g à l'extrémité d'un ressort de raideur k=100Nm $^{-1}$ et appliquons une force horizontale $\vec{F}$ par un aimant. La bille de fer (S) est en équilibre lorsque l'axe du ressort constitue α= 30 ° avec le Vertical.

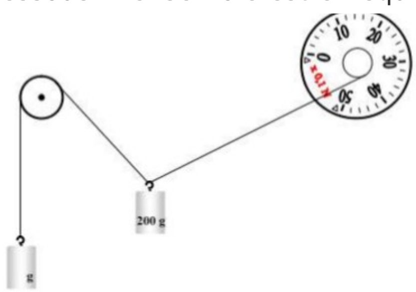
1- Faire l'inventaire des forces appliquées à la bille de fer (S) .

2- Tracer la ligne polygonale de ces forces utilisant l'échelle 1N = 1cm .

3- Trouver l'expression de T et F en fonction de m,g et α, puis calculer leurs valeurs. On donne : g = 10N/kg .

L. Exercice 4 corrigé

On réalise le réalise le dispositif ci-dessous. L'ensemble est en équilibre.



1) Faites le bilan des forces s'exerçant sur la masse de 200 g.

2) Tracer le dynamique des forces (la somme vectorielle) en tenant compte des directions du (des) vecteur(s) inconnu(s). (échelle 2 cm pour 1 N)

3) Déduisez-en l'intensité de la force exercée par le dynamomètre, et placez l'aiguille en fonction de votre résultat.

4) De la même manière, déduisez de votre tracé la valeur de la masse inconnue.

Correction

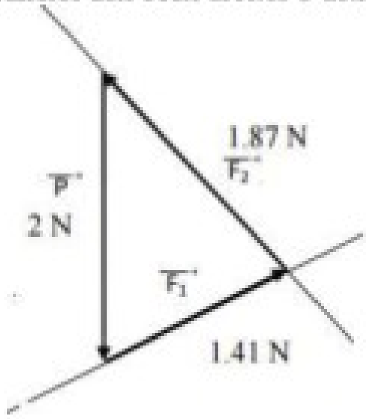
1- Bilan des forces s'exerçant sur la masse de 200 g.

Poids de la masse ($\vec{P}$)

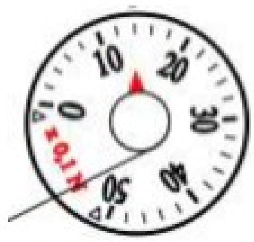
Action exercée par la ficelle 1 sur la masse ($\vec{F}_1$)

Action exercée par la ficelle 2 sur la masse ($\vec{F}_2$)

2-comme on connaît les droites d'actions, le dynamique des forces peut se construire à partir du vecteur P en traçant des parallèles aux deux droites d'action de $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$



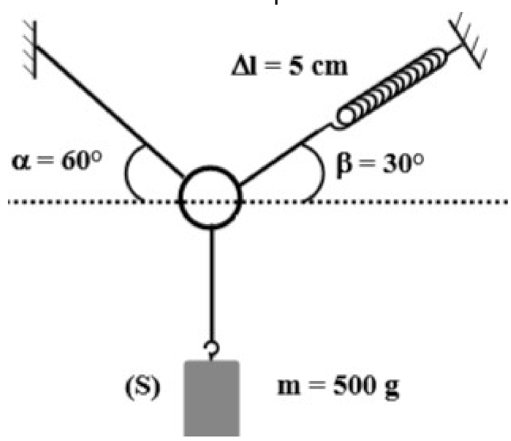
3-L'échelle utilisée permet de calculer les intensités manquantes F_1=1,41N



4-d'après la longueur mesurée des vecteurs La masse inconnue se calcule à l'aide de F_2=P = mg, d'où m = P/ g = 1,87/10 = 0,187 kg = 187 g

M. Exercice 5

un câble (f_1) et un ressort (R) sont fixés au plafond, et attachées à un anneau (de masse négligeable) qui support une charge de 0,5kg . L'anneau est en équilibre.



1- Faire l'inventaire des forces appliquées à l'anneau. On donne : g= 10N/kg .

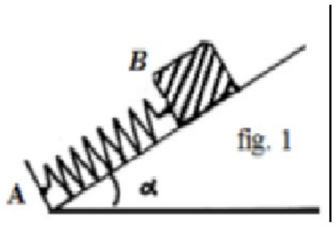
2- Représenter ces forces .

3- Calculer k la raideur du ressort.

4- Calculer T l'intensité de la force exercée par le fil.

N. Exercice 6

On considère le dispositif (voir fig1). Un ressort de constante de raideur k = 50N/m est fixé en A . Un corps solide (S) de masse m =1kg est accroché à l'extrémité B . Le corps solide (S) est maintenu en équilibre lorsque l'axe du ressort suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné forme l'angle

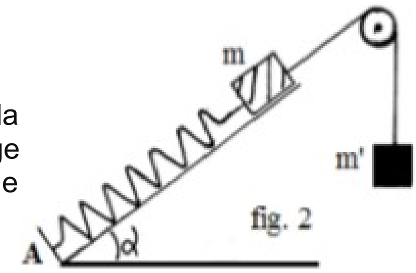


α =45 ° par rapport au plan horizontal.

1- Faire l'inventaire des forces appliquées au solide (S) . On donne : g =10N/kg

2- Représenter ces forces (les frottements sont supposés nuls).

3- Déterminer les intensités de ces forces.



4- Calculer x la déformation du ressort.

5- On reprend le dispositif précédent en le modifiant comme le montre la figure 2. Le fil est inextensible de masse négligeable et passe sur la gorge d'une poulie (C). Quelle doit être la valeur de m′ pour que le ressort ne soit pas déformé ?

Solution des exercices

> Solution n°1 *(exercice p.4)*

- [ ] colinéaires
- [x] coplanaires
- [ ] rectilignes

> Solution n°2 *(exercice p.4)*

- [ ] Identiques
- [ ] parallèles
- [x] concourantes

> Solution n°3 *(exercice p. 5)*

- [ ] suffisantes
- [x] insuffisantes
- [ ] constantes

> Solution n°4 *(exercice p. 5)*

- [ ] la réaction du plan $\vec{R}$
- [ ] la composante normale $\vec{R}_N$
- [x] la composante tangentielle $\vec{R}_T$

> Solution n°5 *(exercice p. 5)*

☐	K = sinφ
☐	K = cosφ
☑	K = tanφ