

La force centrifuge

Objectif général:

Montrer les effets de la force centrifuge exercée sur des objets en mouvement, en réponse à un questionnaire sur l'équilibre des systèmes planétaires et du système solaire en particulier, dans lequel ce sont d'une manière simple, les forces de gravitation et les forces centrifuges qui tiennent le système en équilibre.

Objectif spécifique:

Montrer quelques manifestations de la force centrifuge et la corrélation très étroite entre mouvement de rotation, gravité et force centrifuge.

Matériel nécessaire

1^{ère} expérience:

-  un morceau de bois servant d'axe moteur
-  deux morceaux de bois de masse identique
-  deux morceaux de bois de masse différente
-  de la ficelle souple

2^{ème} expérience:

-  une masse (poids de 1kg par exemple)
-  une corde élastique (corde pour saut en hauteur à l'école)

Protocole expérimental: 1^{ère} expérience

1 - Schéma du système au repos:

Le moteur du mouvement:

A l'aide de la ficelle de maintien du bloc A, le mouvement de rotation est donné de la manière suivante:

Enrouler le bloc A autour d'un point d'encrage supérieur (doigt de la main), laissant un écartement nécessaire à l'accélération ultérieure du mouvement.

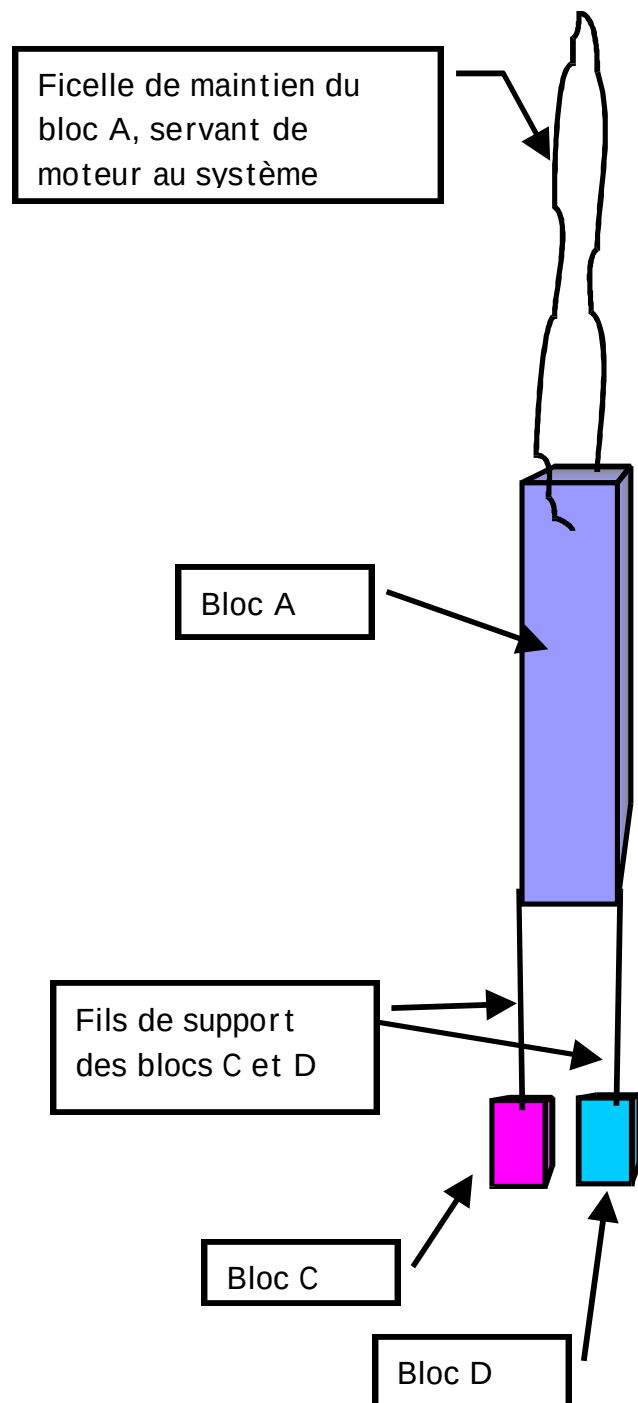
2- Déroulement de la manipulation:

une fois la ficelle supérieure enroulée sur elle-même d'une manière suffisante mais non excessive, s'assurer que les blocs C et D sont en position de repos, les ficelles les soutenant démêlées, tout en empêchant avec la main le mouvement de rotation du bloc A.

Lacher le bloc A et le laisser prendre une légère vitesse de rotation.

Accélérer la vitesse de rotation de l'ensemble en intercalant l'index de l'autre main dans la boucle supérieure de la ficelle torsadée. Exercer une pression vers le bas pour augmenter cette vitesse de rotation.

Recommencer l'expérience si les deux fils tenant les blocs C et D venaient à s'enmêler.



Observations et questionnements

L'ensemble des trois blocs tournent dans le même sens.

Le bloc A tourne sur lui-même.

Les deux blocs C et D tournent à la même vitesse.

Ils s'écartent de la position initiale.

Ils s'élèvent au-dessus de leur position initiale.

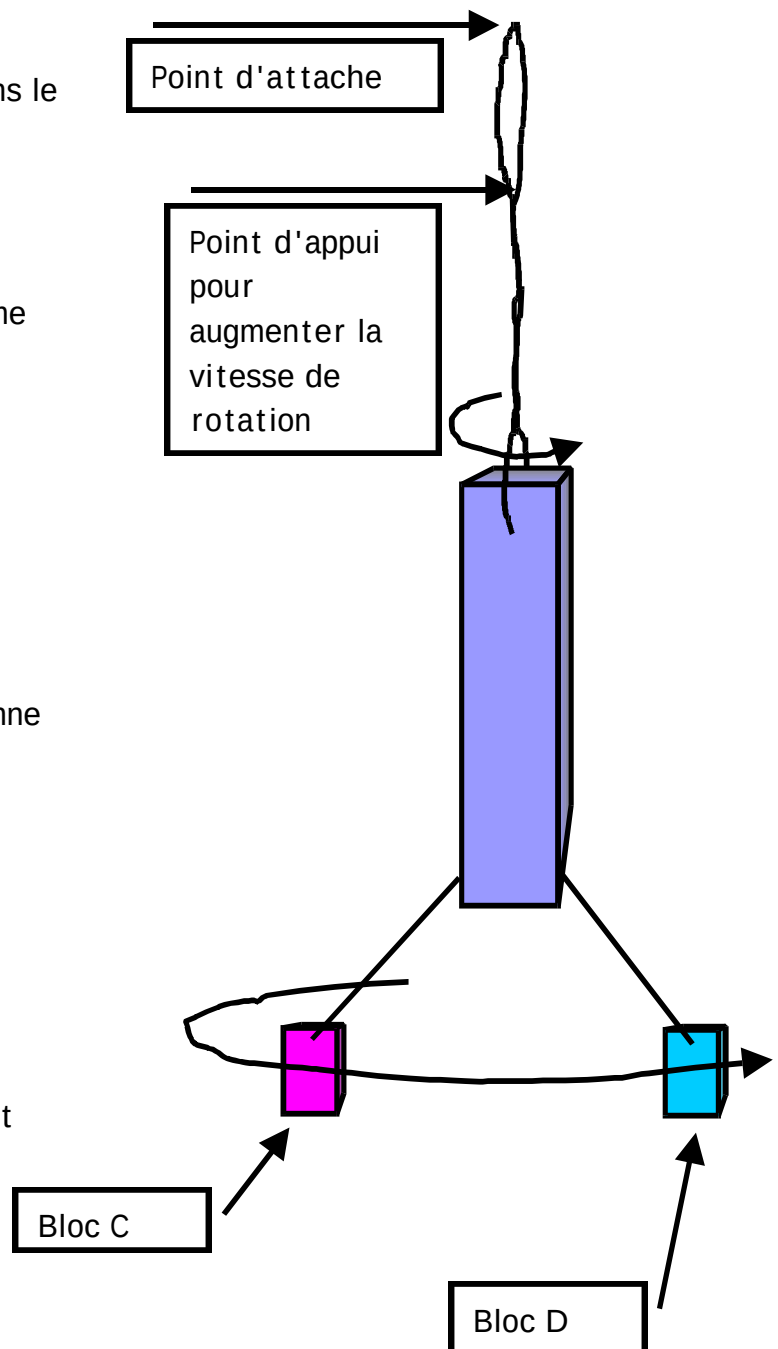
Au repos, quelle est la force qui positionne les deux blocs C et D?

Quel est l'élément qui a changé entre l'ensemble au repos et l'observation pendant l'expérience?

Pourquoi les Blocs C et D s'élèvent-ils?

Dans quel sens "tire" la force qui permet aux deux blocs C et D de s'élever?

Schéma à un instant t du mouvement:



3 - Nouvelle hypothèse expérimentale:

Faire en sorte que les blocs C et D soient de masse différente.

Expérience et protocole expérimental identiques:

Schéma expérimental à un instant t :

Observations et questionnements

Les deux blocs C et D tournent dans le même sens que le bloc A.

Les deux blocs C et D s'écartent mais le plus lourd s'élève moins que le plus léger.

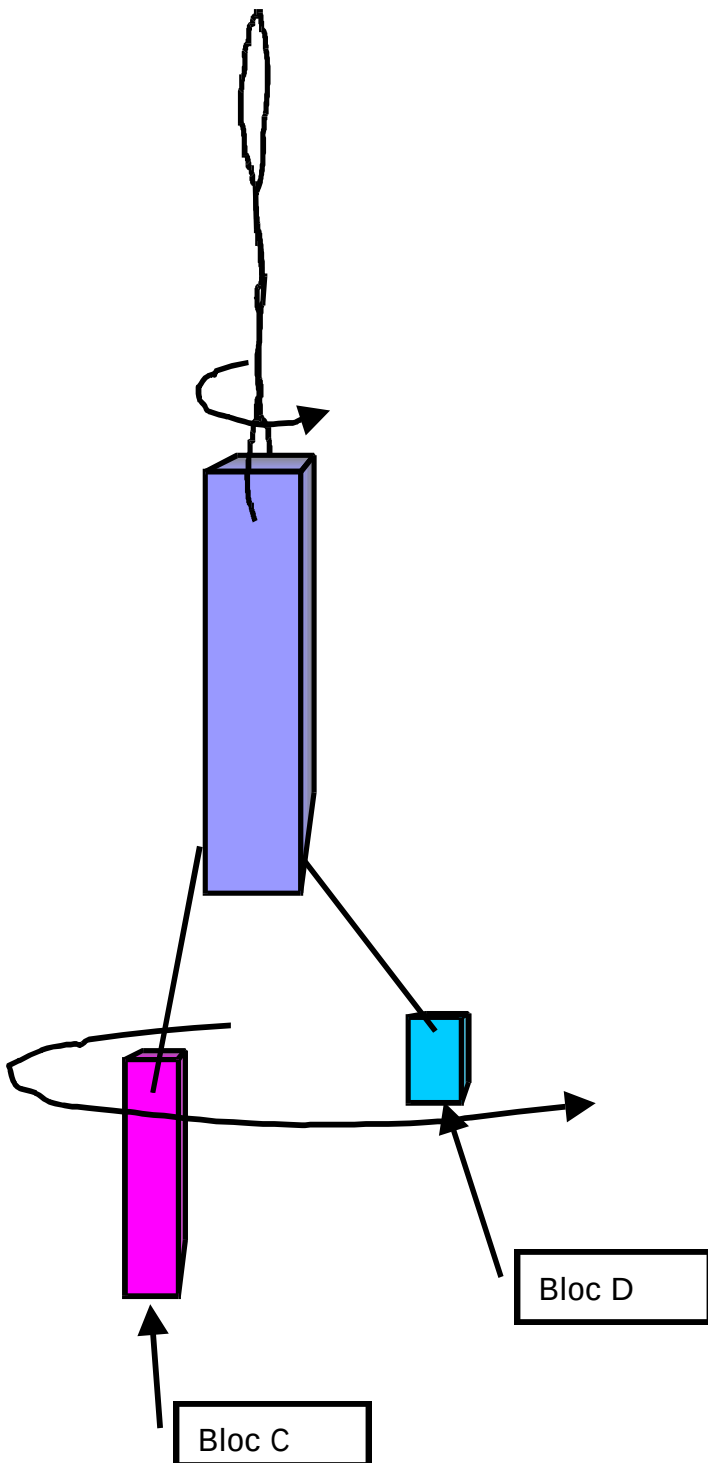
Ils ont l'air de tourner sur eux-même moins vite également que lorsque les deux blocs C et D étaient de même masse.

Existe-t-il aussi une force qui permet aux deux blocs C et D de s'élever?

Pourquoi les deux blocs s'élèvent-ils de façon différente, alors qu'ils tournent tous les deux à la même vitesse?

Quel est l'élément qui semble créer cette force?

Dans quel sens "tire" cette force?



Protocole expérimental: 2ème expérience

Première partie de l'expérience:

Prendre une masse et la lacher.

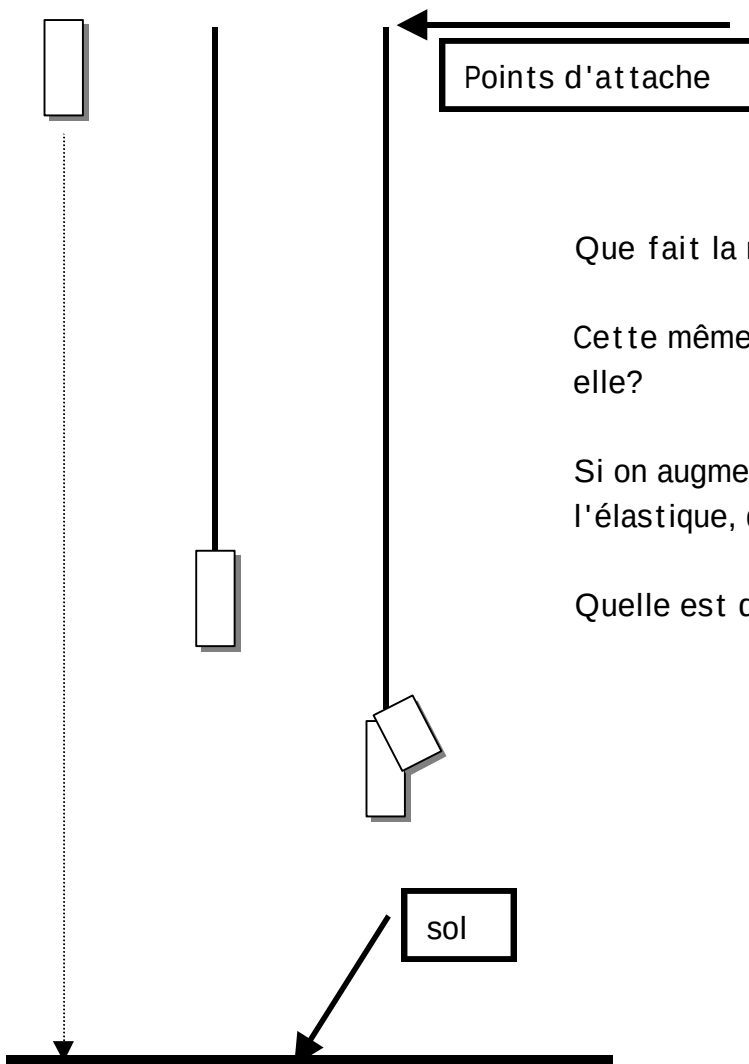
Attacher une masse à une corde élastique (exemple: corde de sautoir en hauteur)

Laisser cette masse pendre par gravité.

Ajouter une deuxième masse au bout de la corde élastique

Laisser ces deux masses pendre au bout de l'élastique:

Schéma:



Que fait la masse lorsqu'on la lache?

Cette même masse attachée à l'élastique, que fait-elle?

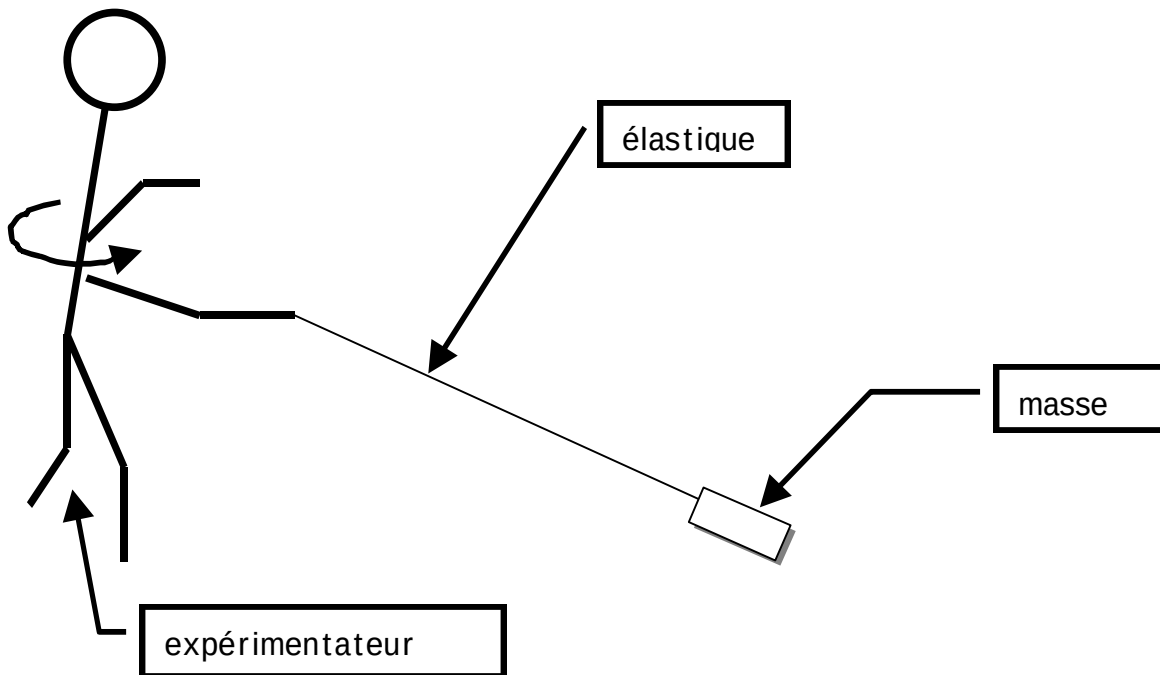
Si on augmente la masse attachée, au bout de l'élastique, que se passe-t-il?

Quelle est donc la propriété visible de l'élastique?

2^{ème} partie de l'expérience:

Reprendre l'élastique avec une masse choisie attachée à l'extrémité et faire tourner l'ensemble, avec la rotation d'un expérimentateur sur lui-même, tenant la seconde extrémité de l'élastique. (éloigner les observateurs pour éviter les incidents)

Schéma:



Observations et questionnements:

La masse s'élève lorsque l'on tourne. L'élastique est tendu.

Quel est l'élément de l'expérience qui permet à la masse de s'élever alors qu'elle reste verticale au repos?

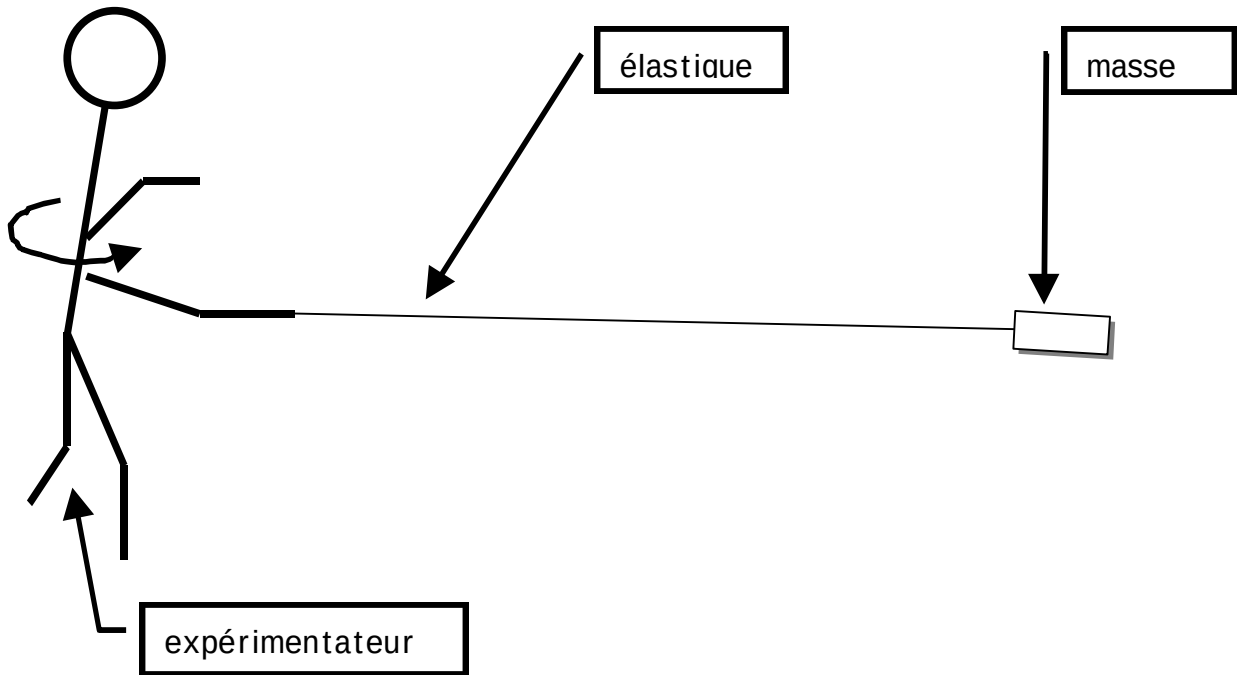
Quelle force ressent l'expérimentateur dans son bras lorsque qu'il tourne et qu'il tient la masse?

Quel facteur peut-on faire varier dans cette expérience si l'on ne change ni l'élastique, ni la masse, ni l'expérimentateur?

Réponse:

Facteur ayant changé: la vitesse de rotation de l'ensemble, expérimentateur, élastique, masse:

Schéma:



Que fait la masse quand on augmente la vitesse de rotation?

Que fait l'élastique?

Quelle est la cause de ce changement?

Conclusions:

Dans la première expérience, que les objets attachés sous le bloc A soient de masses identiques ou non, il est évident que l'élément permettant l'écartement de ces dits objets est leur rotation autour d'un axe central.

La force qui les "tire" vers l'extérieur est liée à ce mouvement de rotation autour d'un axe distant de leur propre axe.

Dans la seconde expérience, cette force dirigée vers l'extérieur du mouvement augmente avec la vitesse de rotation, puisque l'élastique se tend encore plus.

Cette force est dénommée force centrifuge.

Les expériences relatées plus haut et mises en place ont amené un questionnement supplémentaire; surtout la seconde avec les trois blocs A, C et D, C étant plus lourd que D. La force centrifuge appliquée sur l'objet D, plus léger est-elle plus forte que celle appliquée sur l'objet C?

La réponse des enfants a été oui, puisque l'objet D s'élève plus haut que l'objet C.

Nouvelle problématique expérimentale:

Comment montrer après expérience quelle est la force centrifuge la plus forte, si il en existe une plus forte qu'une autre?

Ce thème de recherche sera développé dans un autre déroulement expérimental qui cherchera à montrer plus précisément les quantifications relatives des forces centrifuges, et les éléments engendrant, les facteurs jouant sur cette force centrifuge.