





- 3<sup>ème</sup> loi de Newton
- Forces intérieures
- Conservation de la quantité de mouvement
- Composition des forces

Mécanique | 2013 2

Bonjour! Bienvenue au cours de physique générale de l' EPFL. Dans cette leçon, je vais introduire la troisième loi de Newton et je vais distinguer des forces intérieures, des forces extérieures, ce qui me permettra d'aboutir à un principe fondamental en physique, le principe de la conservation de la quantité de mouvement. Je terminerai par une discussion sur la composition des forces. Cette loi de composition des forces nous permettra dans le deuxième module, d'analyser la balistique en présence de deux forces, la force de la pesanteur et une force de frottement.

Notes

Summary

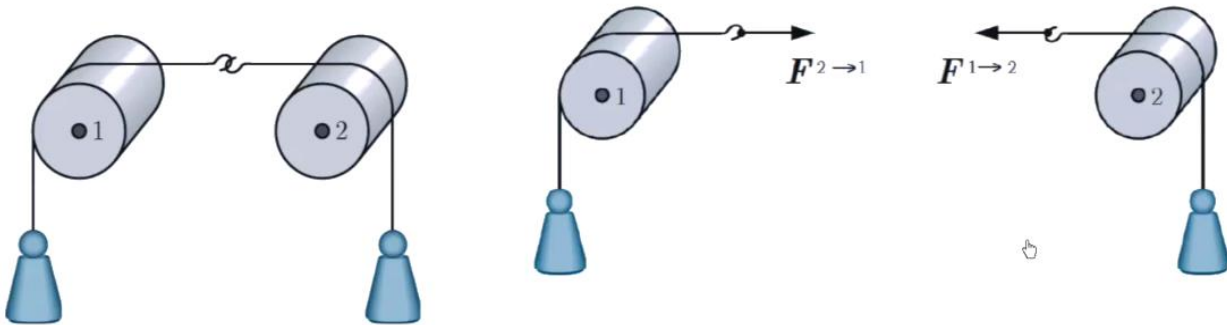


0m 03s

# Troisième loi de Newton

Selon Newton:

“A toute action, il y a toujours une réaction égale qui lui est opposée” ; autrement dit, les actions mutuelles de deux corps l’un sur l’autre sont toujours égales et opposées.



Mécanique | 2013 6

Newton disait: À toute action, il y a toujours une réaction égale qui lui est opposée. Autrement dit, les actions mutuelles de deux corps l'un sur l'autre sont toujours égales et opposées. Ce à quoi Newton pensait quand il disait cela, c'était des situations telles que un doigt qu'on presse sur une table. En même temps que nous exerçons avec notre doigt une force sur la table, la table exerce une force égale et opposée sur nous. Il pensait aussi à un cheval qui tirait une charge. Le cheval exerce une force sur la charge et la charge exerce une force sur le cheval. Pour rendre la notion claire, je propose le montage suivant: Vous avez un dispositif formé de deux sous systèmes, deux poulies, deux masses dans le champ de la pesanteur, accrochées ensemble, On parle d'interaction mutuelle entre les deux sous-systèmes en imaginant ce qu'il se passerait, ce qu'on aurait comme force plutôt, en imaginant ce qu'on aurait comme force si on enlevait ce lien et on remplace pour chaque demi sous-système, l'effet de l'autre sous-système, par la force qu'il exerce. Donc pour le système un, le système deux exerce une force sur le système un. J'utilise cette notation un peu lourde, mais extrêmement explicite, la force que deux exerce sur un. Et évidemment, réciproquement, j'ai la force que un exerce sur deux. Ce sont là des forces que je considère comme des forces d'interaction.

Notes

Summary



0m 52s

# Définition : forces intérieures



- On distingue le système qu'on étudie et le monde extérieur au système
- Quand deux sous-systèmes interagissent, l'action d'une partie sur l'autre est donnée par une force intérieure
- Exemple de force intérieure : l'attraction entre atomes d'un solide
- Exemple de force extérieure : la pesanteur

Mécanique | 2013 11

Je fais maintenant la distinction entre les forces intérieures, et les forces extérieures. En physique, et en mécanique en particulier, il est parfaitement évident, ce qu'on va définir comme étant notre système est ce qui est extérieur au système. Ça c'est une première chose. Deuxièmement, on va considérer les forces à l'intérieur du système lorsque le système est libéré de toute force extérieure, il reste des forces d'interaction, comme on a identifié sur le petit système tout à l'heure. Ces forces là, sont, on va appeler des forces intérieures. Les forces d'interaction entre les atomes d'un solide qui forme, un solide rigide indéformable, ces forces qui sont responsables de la rigidité du solide, voilà ce qu'on va appeler des forces intérieures. Bien évidemment la force la pesanteur est une force extérieure.

Notes

Summary



2m 54s

# Proposition : conservation de la quantité de mvt

Si un système composé de deux sous-systèmes en interaction est isolé, alors la résultante des forces est nulle . On déduit alors de la deuxième loi de Newton la *conservation de la quantité de mouvement*.

$$\frac{dp}{dt} = F^{1 \rightarrow 2} + F^{2 \rightarrow 1} = 0$$

$$p = \text{constante}$$



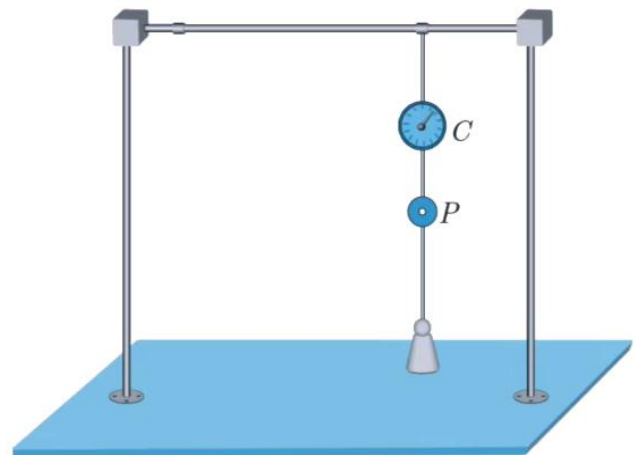
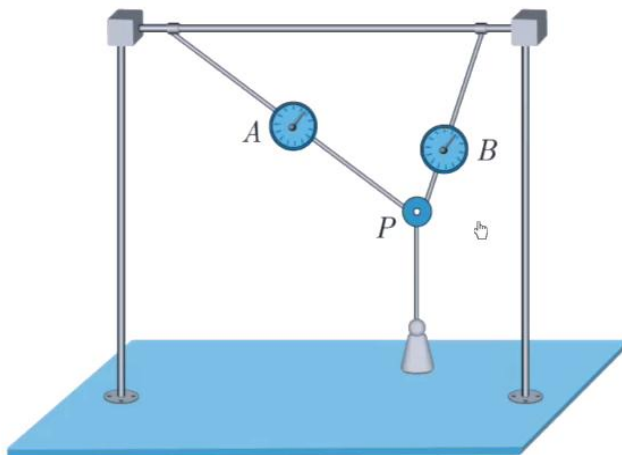
Alors maintenant, on a un résultat très important qui se généralise mais qu'on peut déjà établir pour les exemples simples que nous avons considérés jusqu'à maintenant. Si on a un système isolé, ça veut dire libre de force extérieure, il n'y a que les forces intérieures. Alors la troisième loi de Newton nous dit que la somme des forces est nulle. Et la deuxième loi de Newton nous dit que la quantité de mouvement totale du système, dérivée par rapport au temps, doit être nulle dans ce cas. Donc on a que la quantité de mouvement est une constante. On dit souvent que la quantité de mouvement est conservée.

Notes

Summary



# Propriété : composition des forces



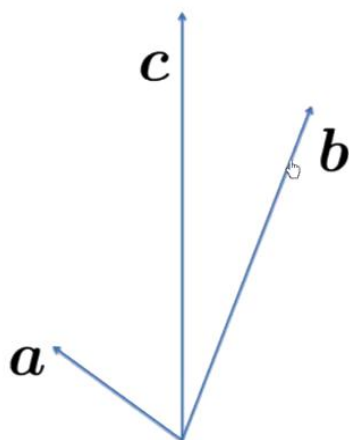
Je passe maintenant à la question de la composition des forces. J'imagine le dispositif suivant, dans mon référentiel, sur une table, j'ai un cadre rigide, un point suspendu en P, à deux tiges A et B. Chaque tige est montée avec un dynamomètre. Chaque dynamomètre mesure la force que la tige exerce, et bien sûr la tige nous donne la direction de la force. Donc, sur le système composé de cette tige et ce poids, on a deux forces, celle de la tige B et celle de la tige A, et la question qu'on se pose, c'est comment on fait la composition des forces, comment on calcule la force équivalente à ces deux forces. Alors, on examine maintenant la force qu'une seule tige exerce en P, Et on va comparer l'action, on va dire que l'action composée de ces deux forces est égale à l'action de cette force là quand on a les mêmes effets, c'est à dire que le point P ne bouge pas. Alors, chez nous dans notre auditoire, on a un tel montage avec un cadre blanc, qui permet de reporter la direction de la force. On note sur le dynamomètre la valeur, l'intensité de la force, et on pourrait faire une telle construction, comparer ces deux forces, que j'ai noté ici, voilà la force de la tige B, la force de la tige A, et la force que la tige C avait.

Notes

Summary



# Propriété : composition des forces



A la composition des forces correspond la somme des vecteurs qui les représentent.

Mécanique | 2013 17

Et ce qu'on observe, bien sûr, vous le savez sûrement déjà, c'est que la force équivalente  $C$  vaut la somme des forces  $A$  et  $B$ , la somme des vecteurs qui représente les forces  $A$  et  $B$ . Donc, pour calculer la force équivalente à une composition de force, on calcule la somme vectorielle des vecteurs qui représentent chacune des forces.

Notes

Summary



6m 38s