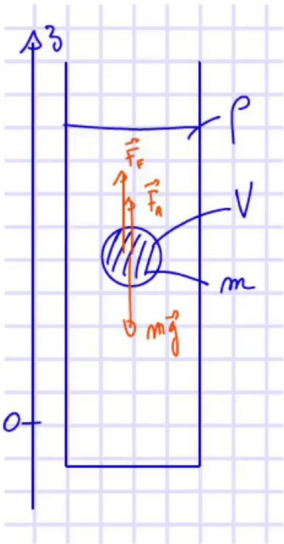
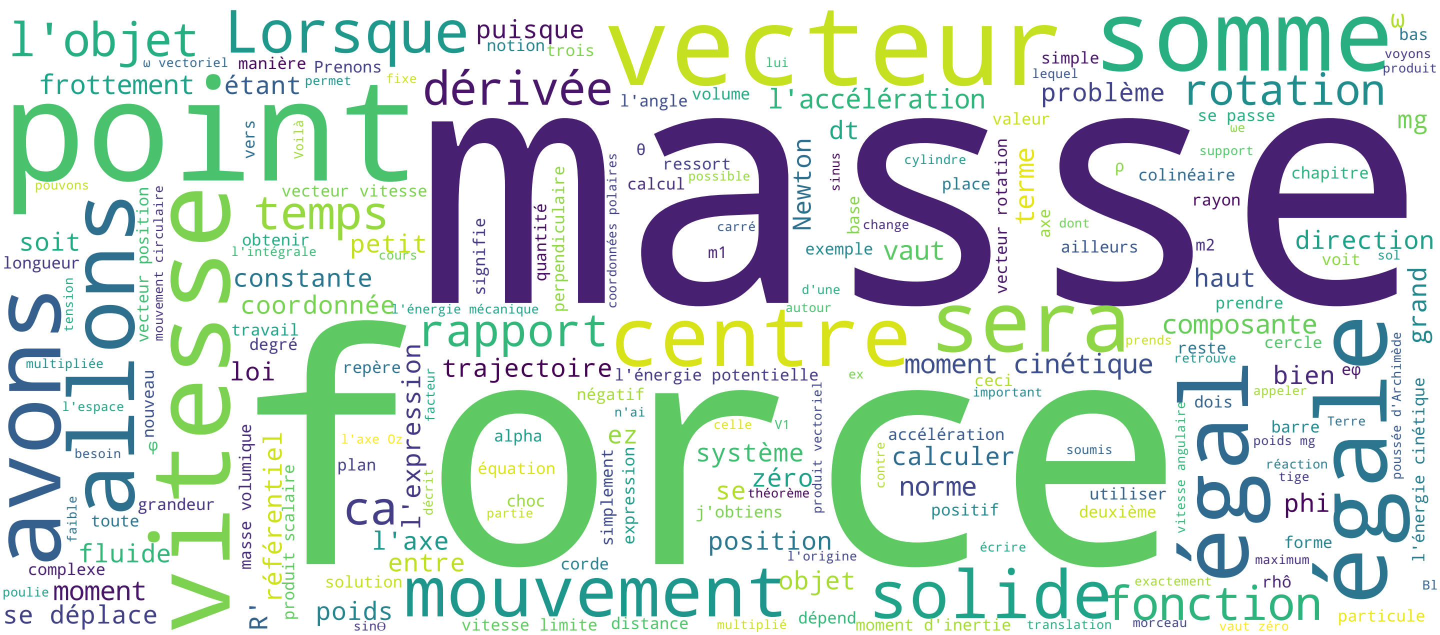
Physique générale : mécanique

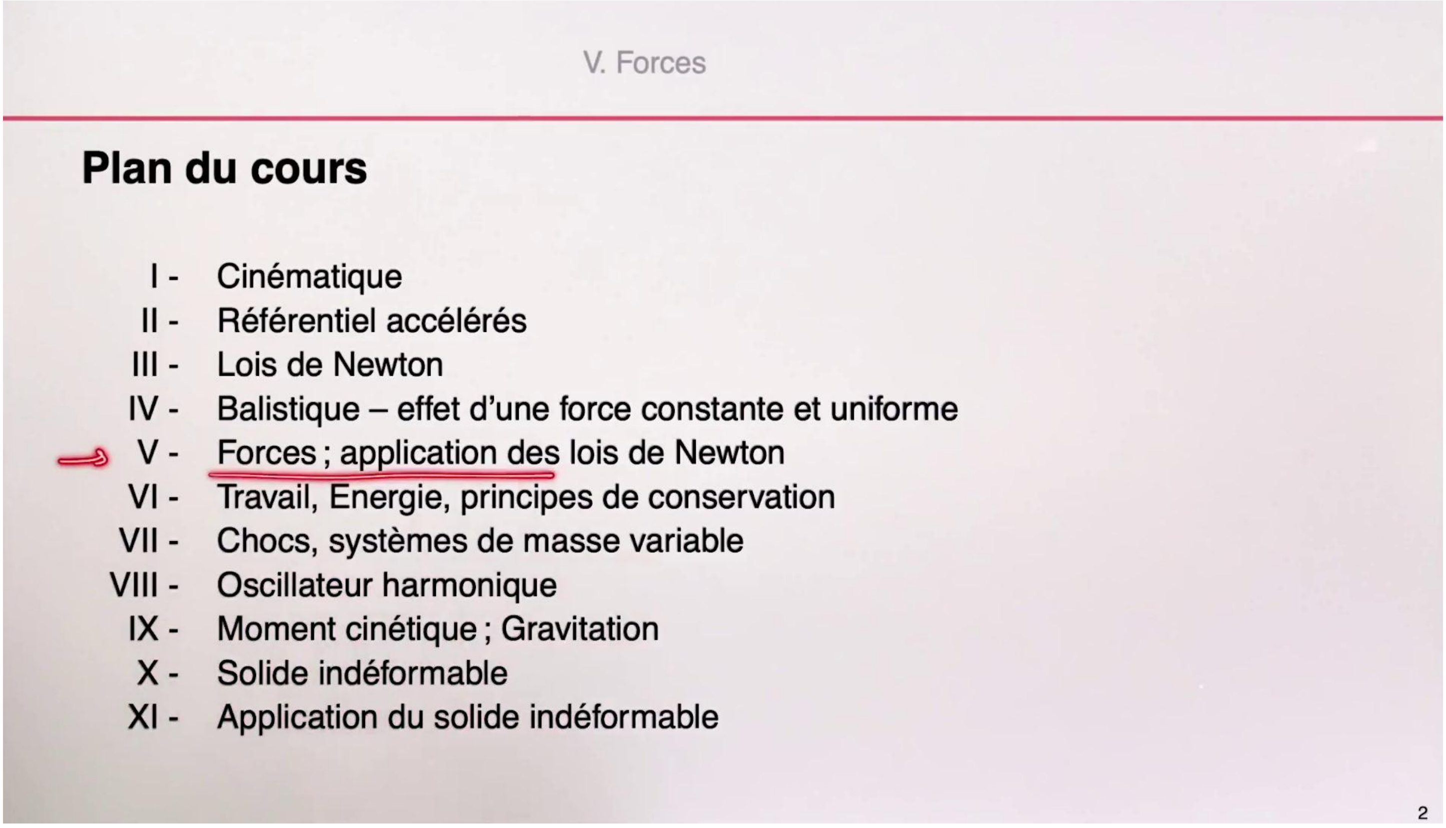


Poussée d’Archimède

Prof. Cécile Hébert



Video

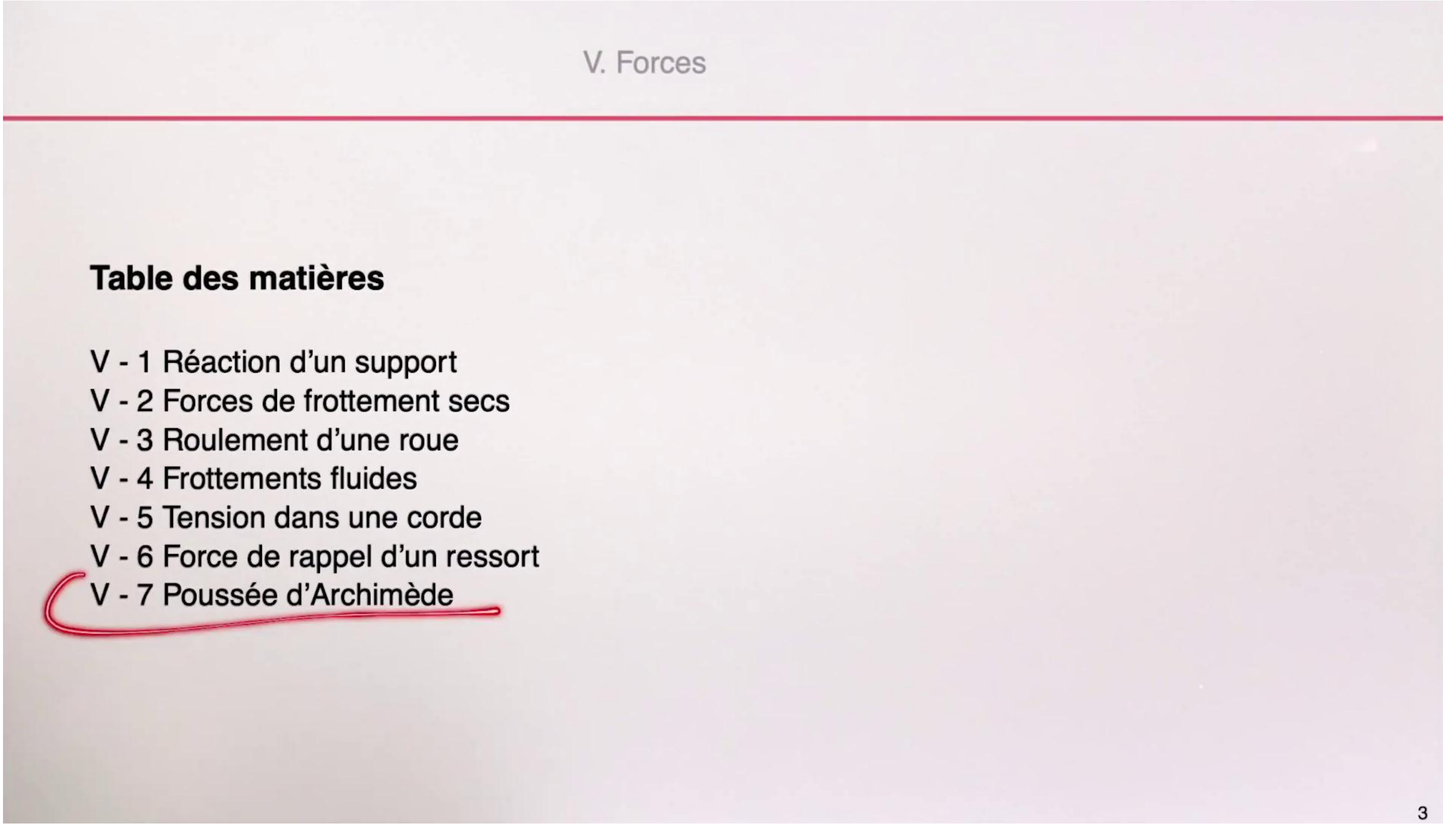


Pour utiliser les lois de Newton, il nous faut des forces. Certaines forces sont des forces fondamentales, d'autres sont des modèles phénoménologiques. Nous allons voir ici la notion de poussée d'Archimède qui est la force ressentie par un objet plongé dans un fluide lorsque ce fluide et l'objet sont dans un champ de pesanteur.

Notes

Summary

0m 05s



Nous sommes dans le chapitre 5, Forces et application des lois de Newton, et nous allons voir 7, la poussée d'Archimède.

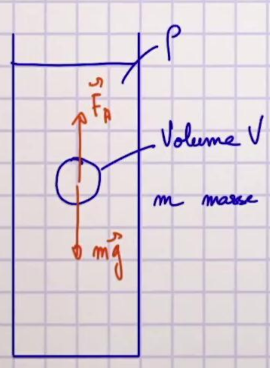
Notes

Summary

0m 28s

V - 7 Poussée d'Archimède

Un corps immergé dans un fluide reçoit une poussée vers le haut égale au poids du volume de fluide déplacé



m_f = masse de fluide déplacé $\quad m_f = \rho V$

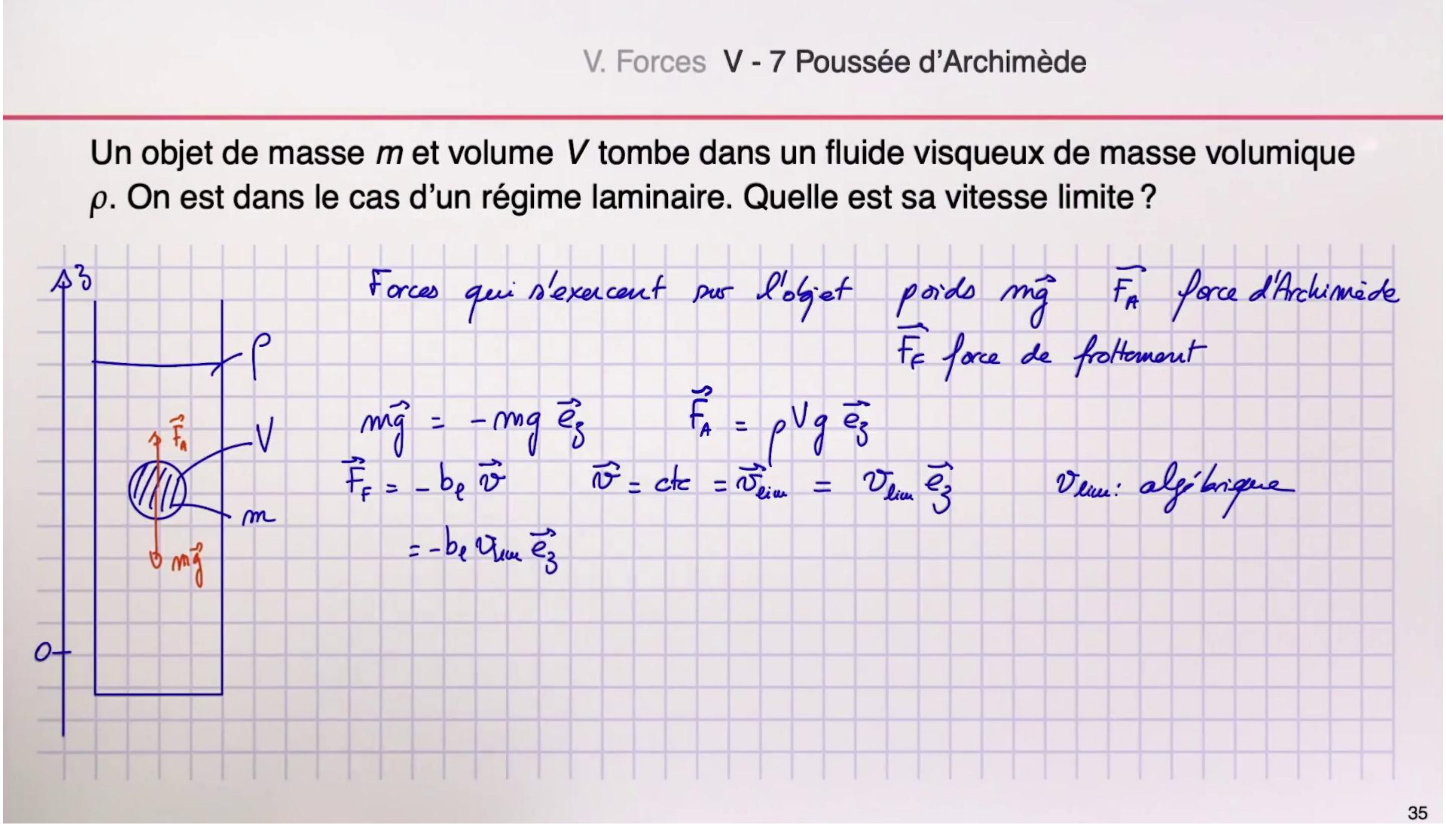
poids du fluide déplacé $= \rho V g = F_A$

Nous considérons un fluide de masse volumique ρ, dans lequel je place un objet de masse m. Cet objet est soumis à son poids mg, mais il ressent aussi de la part du fluide une poussée verticale vers le haut. Cette poussée vient du fait que la pression hydrostatique n'est pas la même à la base de l'objet et au sommet de l'objet. Vous verrez ça plus en détail en thermodynamique. On résume la poussée d'Archimède en disant que le corps immergé complètement dans le fluide reçoit une poussée vers le haut égale au poids du volume de fluide déplacé. Mon objet de masse m a aussi un volume V. Ce volume a pris la place du fluide qu'il a éjecté. Ce volume V de fluide déplacé a une masse mf qui est égale à ρ fois V. Le poids du fluide déplacé est donc ρVg. Ceci est donc égal à la norme de la poussée d'Archimède F1. La poussée d'Archimède est verticale de bas en haut. L'objet de masse m est par ailleurs aussi soumis à son poids mg. On sait bien que si l'objet est moins dense que le fluide, il va remonter, alors que si l'objet est plus dense que le fluide, il va couler. Voyons comment on arrive à ce résultat.

Notes

Summary

0m 37s



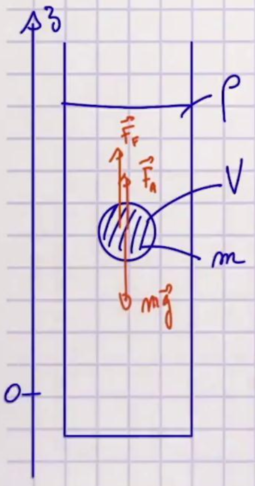
Nous avons un objet de masse m et de volume V dont on suppose qu'il tombe dans un fluide visqueux de masse volumique ρ. Nous nous plaçons dans le cas d'un régime laminaire et nous cherchons la vitesse limite. Nous allons donc prendre en compte les frottements fluides en régime laminaire. Nous allons choisir un axe vertical orienté vers le haut pour traiter le problème. L'objet a une masse m. Les forces qui s'exercent sur l'objet sont le poids mg, la force d'Archimède FA et la force de frottement FF. Le poids est dirigé vers le bas, la force d'Archimède est dirigée vers le haut. Projeté sur l'axe Oz, cela me donne mg égale moins mg ez et FA est égal... La norme, c'est ρVg, le poids du volume de fluide déplacé ez. La force de frottement en régime laminaire FF est égale à moins Bl fois V. Nous cherchons la vitesse limite. Nous sommes dans le cas où V égale constante égale à la vitesse limite. Cette vitesse limite va être égale à V_{lim} ez. Je ne connais pas la direction dans laquelle se déplace l'objet, donc je ne sais pas la direction de V_{lim}. Je vais donc prendre un V_{lim} algébrique, soit positif ou négatif. J'ai donc FF égale moins Bl V_{lim} ez. Si V_{lim} est positif, cela signifie que l'objet se déplace vers le haut.

Notes

Summary

2m 13s

Un objet de masse m et volume V tombe dans un fluide visqueux de masse volumique ρ. On est dans le cas d'un régime laminaire. Quelle est sa vitesse limite ?



Forces qui s'exercent sur l'objet : poids $m\vec g$; $\vec F_A$ force d'Archimède ; $\vec F_F$ force de frottement

$m\vec g = -mg\,\vec e_z$ $\quad \vec F_A = \rho V g\,\vec e_z$

$\vec F_F = -b_\ell\,\vec v$ $\quad \vec v = cte = \vec v_{lim} = v_{lim}\,\vec e_z$ $\quad v_{lim}$: algébrique

$= -b_\ell\, v_{lim}\,\vec e_z$

$\vec v = \vec v_{lim} = \vec{cte} \Rightarrow \sum \vec F = \vec 0$ $\quad m\vec g + \vec F_F + \vec F_A = \vec 0$

$-mg\,\vec e_z - b_\ell\, v_{lim}\,\vec e_z + \rho V g\,\vec e_z = \vec 0$ $\quad -mg - b_\ell\, v_{lim} + \rho V g = 0$

$$v_{lim} = \frac{\rho V g - mg}{b_\ell}$$

35

À ce moment-là, la force de frottement est vers le bas. Si V_{lim} est négatif, cela signifie que l'objet se déplace vers le bas et dans ce cas, la force de frottement sera vers le haut. Je vais faire donc une représentation symbolique de la force de frottement sur le schéma, tout en sachant que son signe dépendra des conditions. Je suis dans le cas où V est égal à V_{lim}. C'est donc une constante. Cela me permet d'écrire que somme des forces doit être égale à 0. Donc mg plus FF plus FA égale 0. En utilisant l'axe ez, j'obtiens moins mg ez, pour la force de frottement, moins Bl V_{lim} ez, et pour la force d'Archimède, plus ρVg ez égale zéro. J'ai donc moins mg moins Bl V_{lim} plus ρVg égale 0. Pour obtenir la vitesse limite, je vais la passer de l'autre côté et cela va me donner V_{lim} égale ρVg moins mg sur Bl. Si mg est plus petit que ρVg, donc si la masse de l'objet est plus petite que la masse de fluide déplacée, ce qui revient à dire que la masse volumique de l'objet est plus petite que la masse volumique du fluide, V_{lim} va être positif, l'objet va partir vers le haut. C'est le cas si je place une boule de polystyrène au fond d'un bécher d'eau. Si la masse volumique de l'objet est plus grande que la masse volumique du fluide, V_{lim} va être négatif, vers les z négatifs, et l'objet plonge. C'est ce qui se passe si je place une bille d'acier en haut d'un bécher d'eau.

Notes

Summary

4m 11s

Voilà, nous avons vu la poussée d'Archimède, la force ressentie par un objet plongé dans un fluide.

Notes

Summary

6m 24s