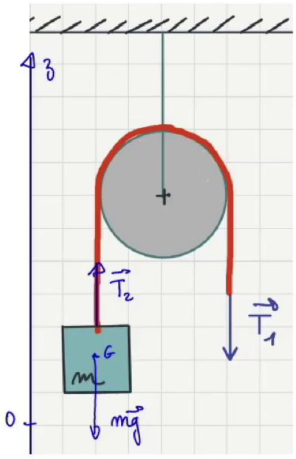
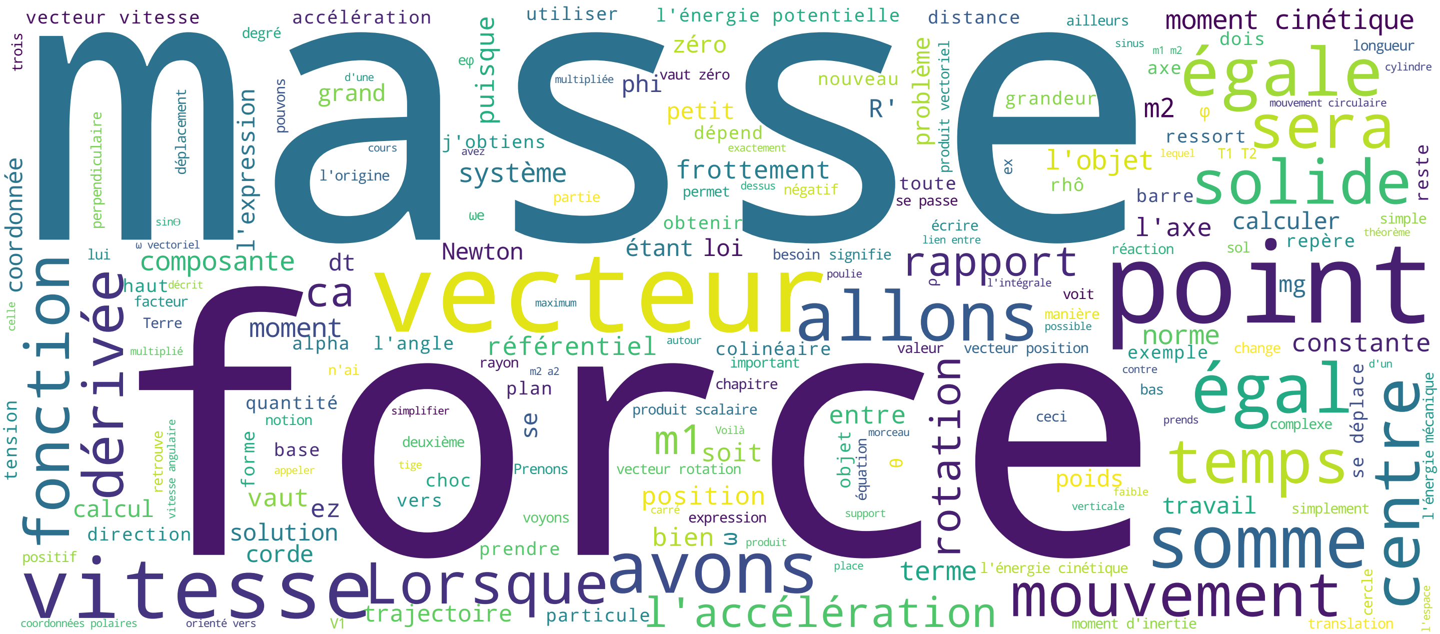
Physique générale : mécanique



Tension dans une corde

Partie 2

Prof. Cécile Hébert



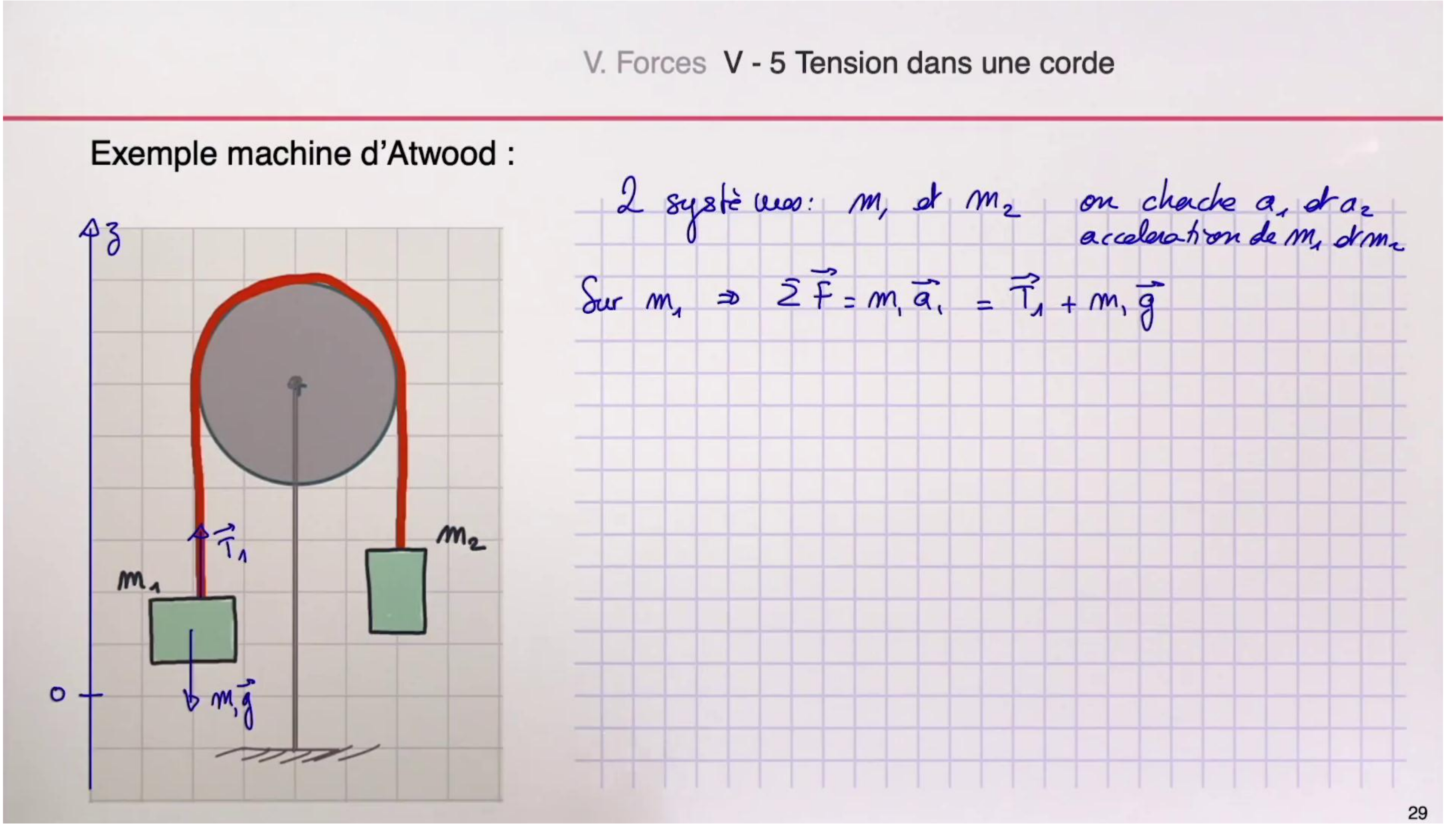
Video

Nous avons vu la notion de tension dans une corde. Maintenant, nous allons voir un exemple d'application pratique avec ce que l'on appelle la machine machine d'Atwood.

Notes

Summary

0m 05s

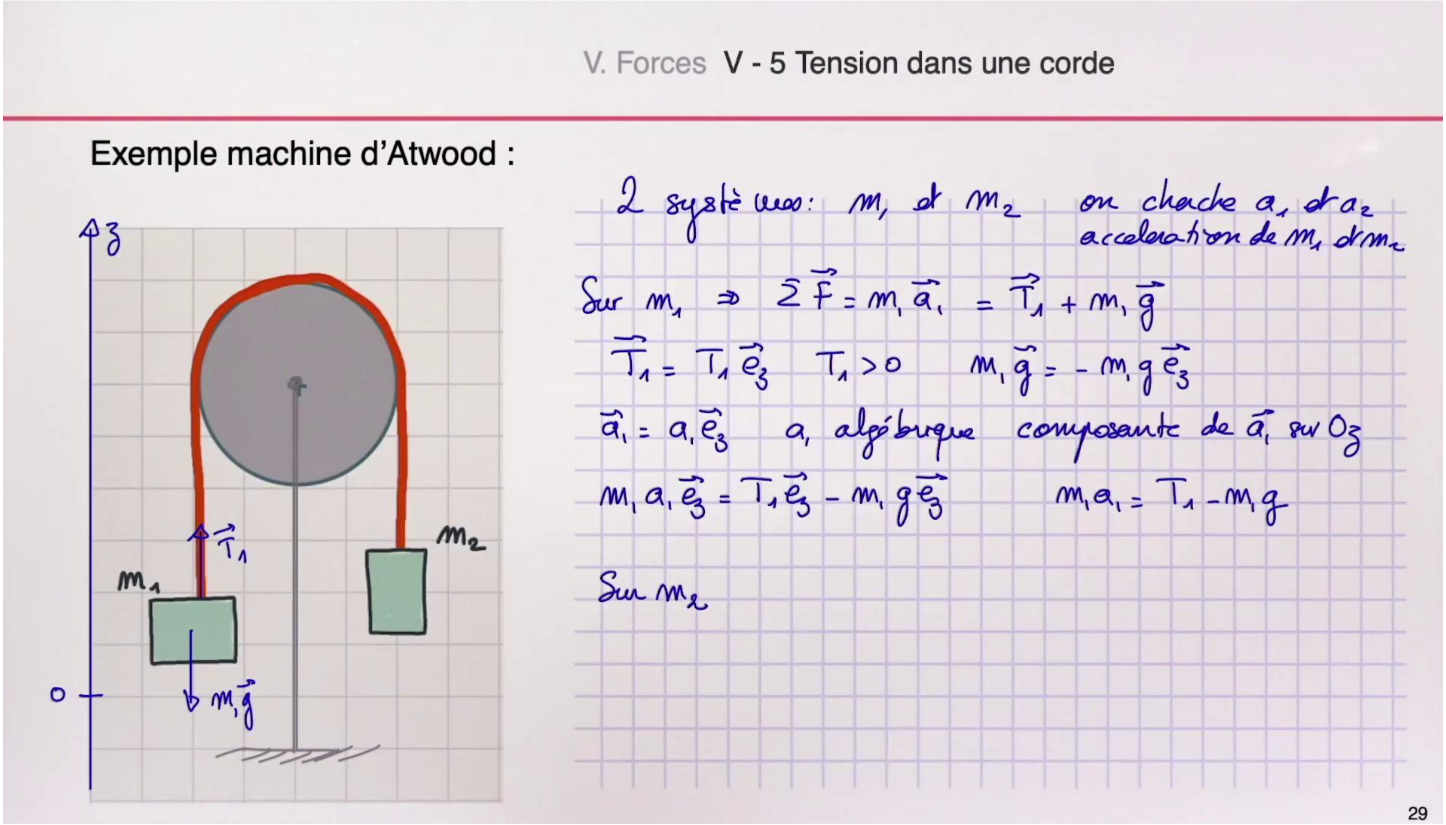


Je vous propose maintenant un exemple d'exercice résolu complètement. Il s'agit de ce qu'on appelle ici la machine d'Atwood. C'est une poulie fixe, par exemple, fixée sur un support posé au sol. Par-dessus laquelle on fait passer une corde inextensible et sans masse, et de chaque côté, on accroche une masse m1 et une masse m2. Nous nous intéressons aux mouvements de m1 et m2, si on lâche le système sans vitesse initiale. Je ne peux pas considérer tout le système comme un solide indéformable. En effet, si m2 descend, m1 monte et le système se déforme. Je vais donc devoir individuellement considérer la masse m1 et la masse m2. J'aurai donc deux systèmes. m1 et m2. Je vais donc chercher à calculer a1 et a2, accélération de m1 et m2, respectivement. Je vais prendre comme référentiel le laboratoire et un repère aux aides orienté vers le haut. Je dois donc faire séparément les lois de Newton sur m1 et sur m2. Sur m1. Somme des forces = m1 a1 accélération de m1. Les forces sur m1 sont la tension T1 et le poids m1 g. La tension est forcément dirigée vers les z positifs car la corde ne peut pas travailler en compression. Je peux donc écrire que T1 = T1 ez avec T1 strictement positif.

Notes

Summary

0m 13s

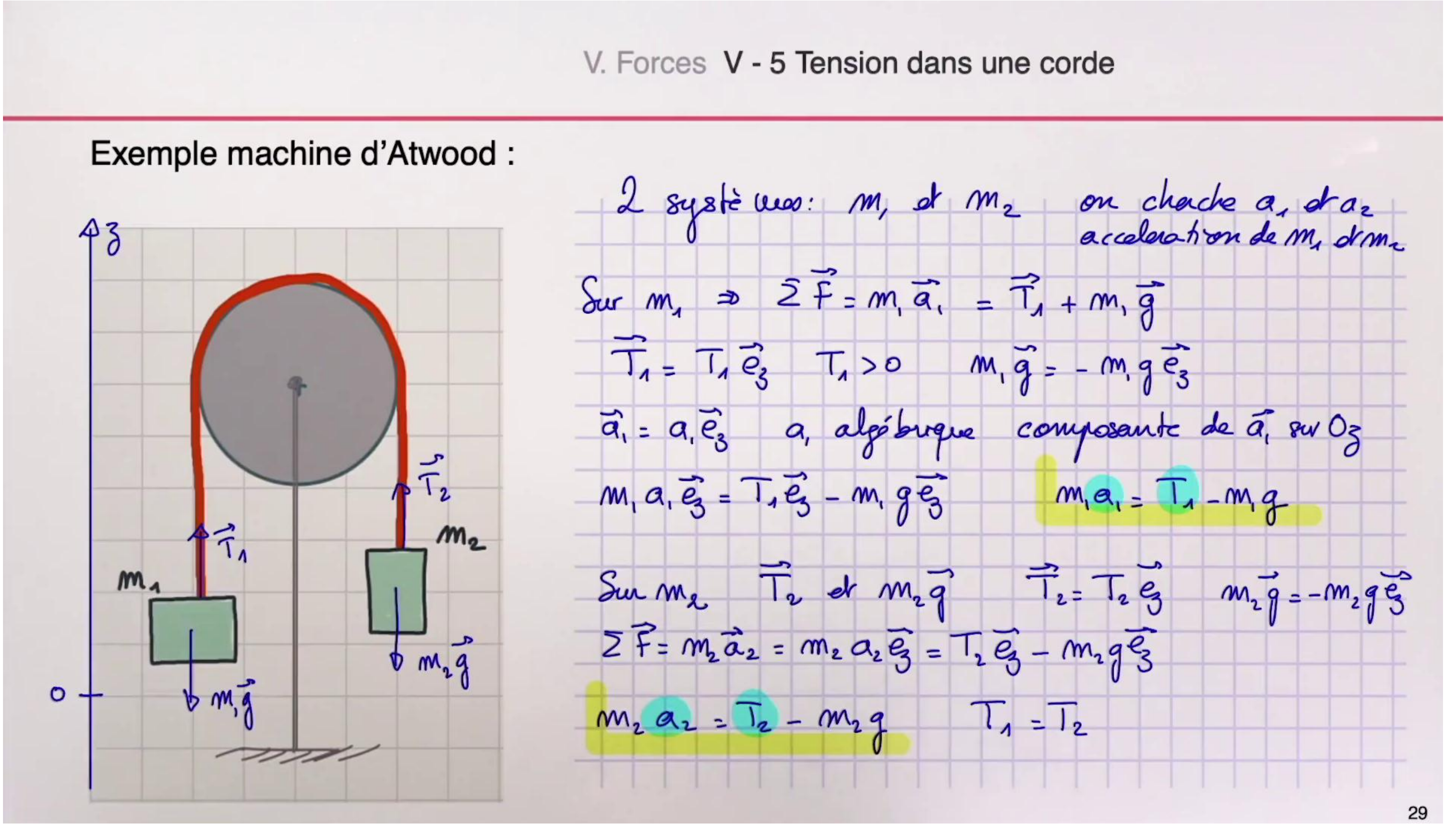


g dirigé vers le bas. m1 g = - m1 g ez. L'accélération de a1 est algébrique. J'ai donc a1 = a1 ez avec a1 algébrique. C'est la composante de a1 sur Oz. Cela me donne donc m1 a1 ez = T1 ez - m1 g ez. Projeté sur ez. m1 a1 = T1 - m1 g. Nous allons faire le même travail sur m2. Je vous propose de faire une pause et d'essayer de le faire vous-même.

Notes

Summary

2m 09s

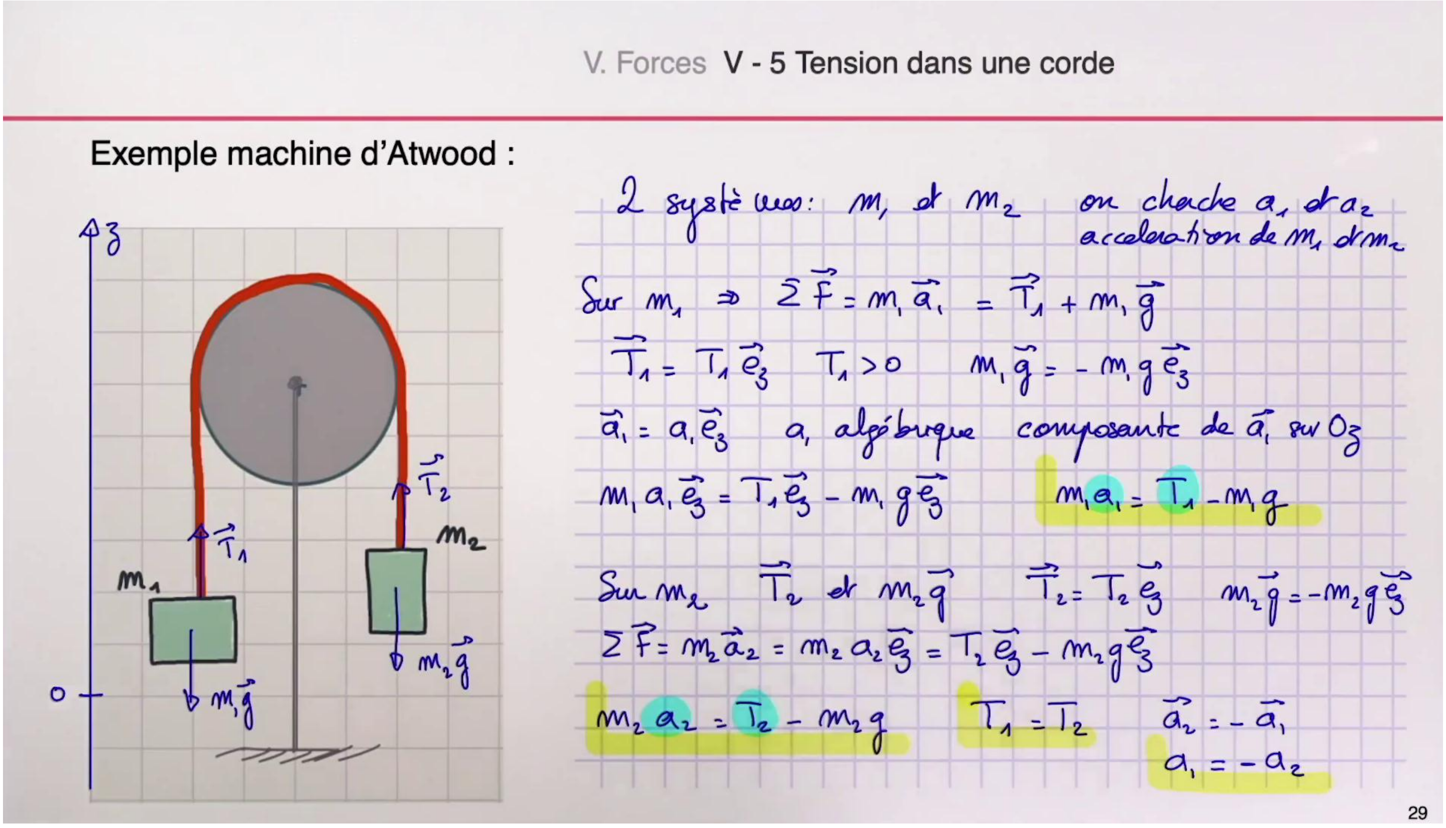


Sur m2, les forces sont T2 et m2 g. T2 forcément dirigé vers le haut. Et m2 g vers le bas exercée au centre de masse. Donc T2 en vecteur = T2 ez et m2 G = - m2 g ez. Sommes des forces = m2 a2. a2 étant l'accélération de m2, c'est aussi = m2 a2 ez. Donc T2 ez - m2 g ez. Projeté sur eZ, j'obtiens m2 a2 = T2 - m2 g. J'ai donc pour l'instant deux équations. La première équation qui lie a1 et T1. Et ma deuxième équation qui lie a2 et T2. Or j'ai quatre inconnues : l'accélération, la tension T1, l'accélération a2 et la tension T2. Il me faudrait donc quatre équations. Les deux équations suivantes sont une donnée par la contrainte que la corde transmet les tensions donc en norme T1 = T2, soit ici T1 = T2. La deuxième équation est liée par la contrainte géométrique du fait que la corde est tendue. Le fait que la corde soit tendue impose un lien entre le déplacement de la masse m2 et le déplacement de la masse m1. Lorsque m2 descend, m1 monte, donc lorsque m2 se déplace d'un déplacement D, M1 a un déplacement -D. La vitesse de m2 sera égale à l'opposé de la vitesse de m1 et l'accélération de m2 sera - l'accélération de m1. Donc vectoriellement a2 = - a1.

Notes

Summary

3m 04s

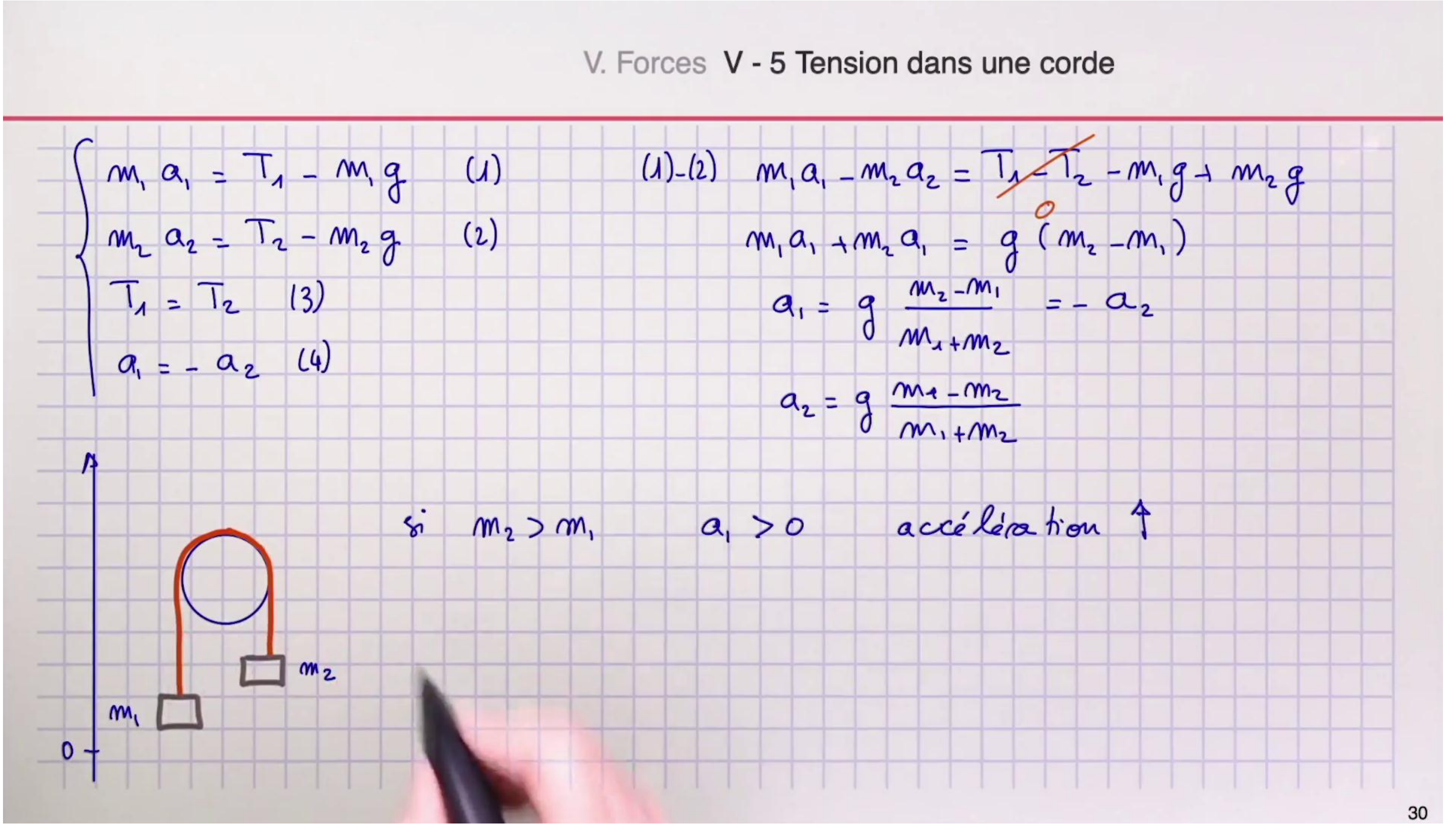


Comme a1 et a2, mes deux inconnus ici sont les composantes des accélérations sur l'axe et qu'elles sont algébriques. Cela signifie que j'aurai également a1 = - a2. J'ai donc mes deux équations manquantes, une sur les tensions et une sur l'accélération.

Notes

Summary

5m 44s

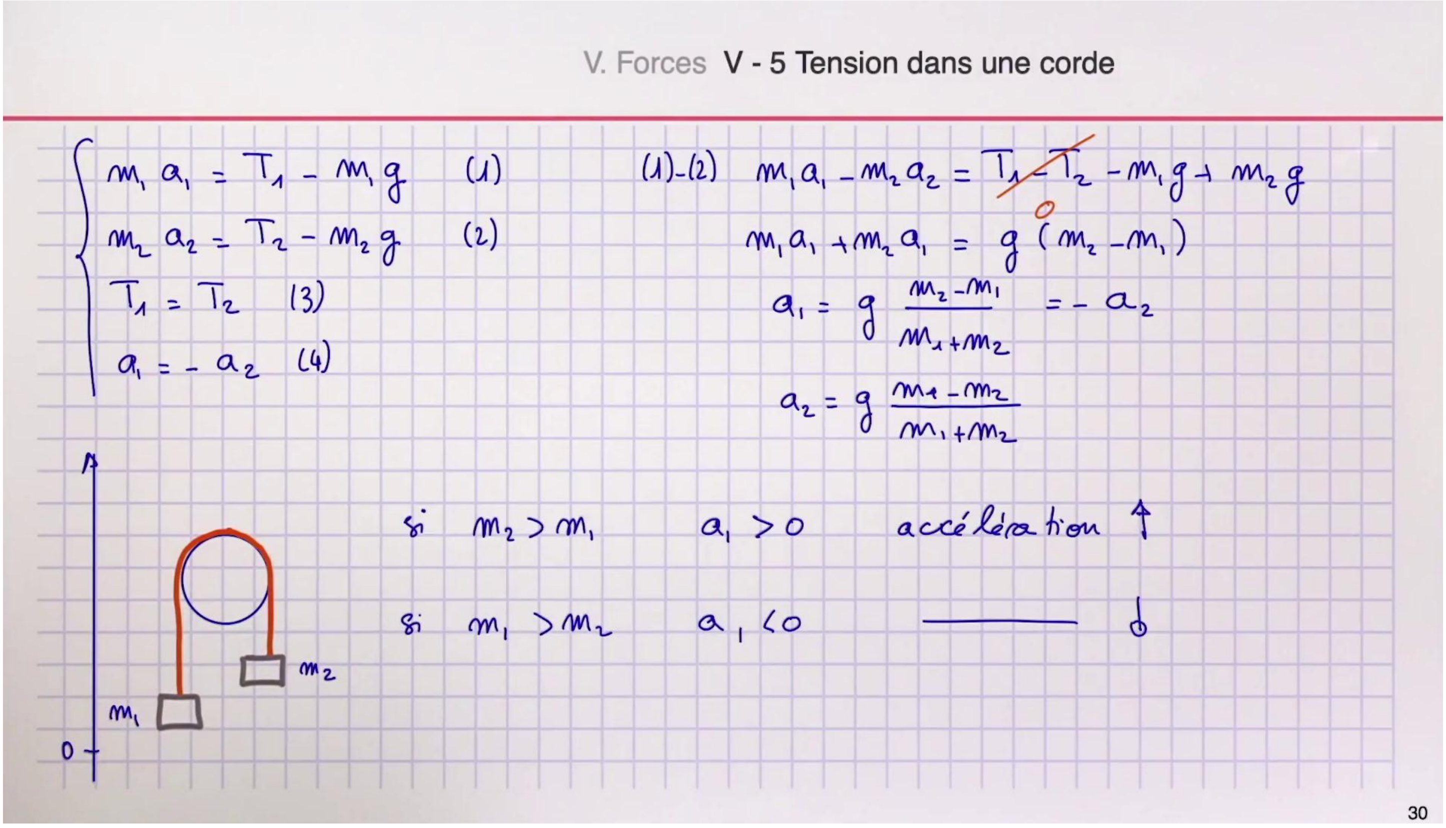


Reprenons nos quatre équations. Je vais les numéroter un, deux, trois et quatre. J'ai maintenant un système linéaire de quatre équations à quatre inconnues, a1, T1, a2, T2 que je retrouve ici. J'ai donc toutes les chances d'avoir une solution. Pour le résoudre comme T1 = T2, je vais me simplifier la vie en commençant par faire l'équation 1 - l'équation 2. m1 a1 - m2 a2 = T1 - T2 - m1 g + m2 g. T1 = T2 donc T1 - T2 vaut zéro. a1 = -a2, donc ici - m2 a2 va valoir m2 a1. Je mets g en facteur et j'obtiens au final, a1 = g m2 - m1 sur m1 + m2. Comme a1 = - a2 je n'ai pas besoin de refaire le travail pour a2. a2 = g m1 - m2 sur m1 + m2. Analysons la solution. Nous avions un axe Oz orienté vers le haut. Important. Notre poulie fixe. La corde passant par-dessus. Les masses m1 et m2. Si m2 est supérieur à m1, alors a1 qui est g m2 - m1 est strictement positif. a1 strictement positif signifie une accélération vers le haut, donc une accélération vers le haut. Voyons si c'est logique. Si m2 est plus grand que m1. Effectivement c'est la masse 2 qui gagne et la masse 1 monte, la masse 2 descend donc c'est parfaitement logique. Si m1 est plus grand que m2 à ce moment-là a1 est négatif.

Notes

Summary

6m 12s



J'ai une accélération vers le bas. À nouveau, c'est logique. m1 plus grand que m2, c'est la masse un qui gagne l'accélération de m1 est vers le bas. On remarque que plus la différence entre m1 et m2 est faible, plus l'accélération sera faible. Pour m1 et m2 donné, on a une accélération qui est proportionnelle à l'accélération de la pesanteur. Le résultat c'est qu'avec un m1 et m2 différents mais très proches, je pourrais avoir un système qui se comporte avec une accélération uniforme comme l'accélération de la pesanteur, mais très faible. J'aurai donc le temps de l'observer. Je vous suggère comme exercice de refaire le même calcul avec un axe orienté vers le bas.

Notes

Summary

8m 40s

Voilà, vous avez vu en détail la méthodologie à appliquer pour résoudre un exercice dans lequel on a une poulie sans masse, une corde sans masse et deux masses. Comme toujours, ce qui est important dans ce genre de résolution, c'est de bien poser le système, le référentiel et le repère que l'on utilise, de l'expliciter pour qu'un lecteur sache ce que vous utilisez et bien sûr de s'y tenir pour la résolution des calculs.

Notes

Summary

9m 34s