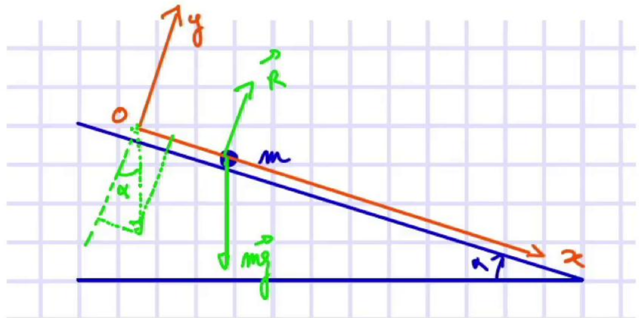
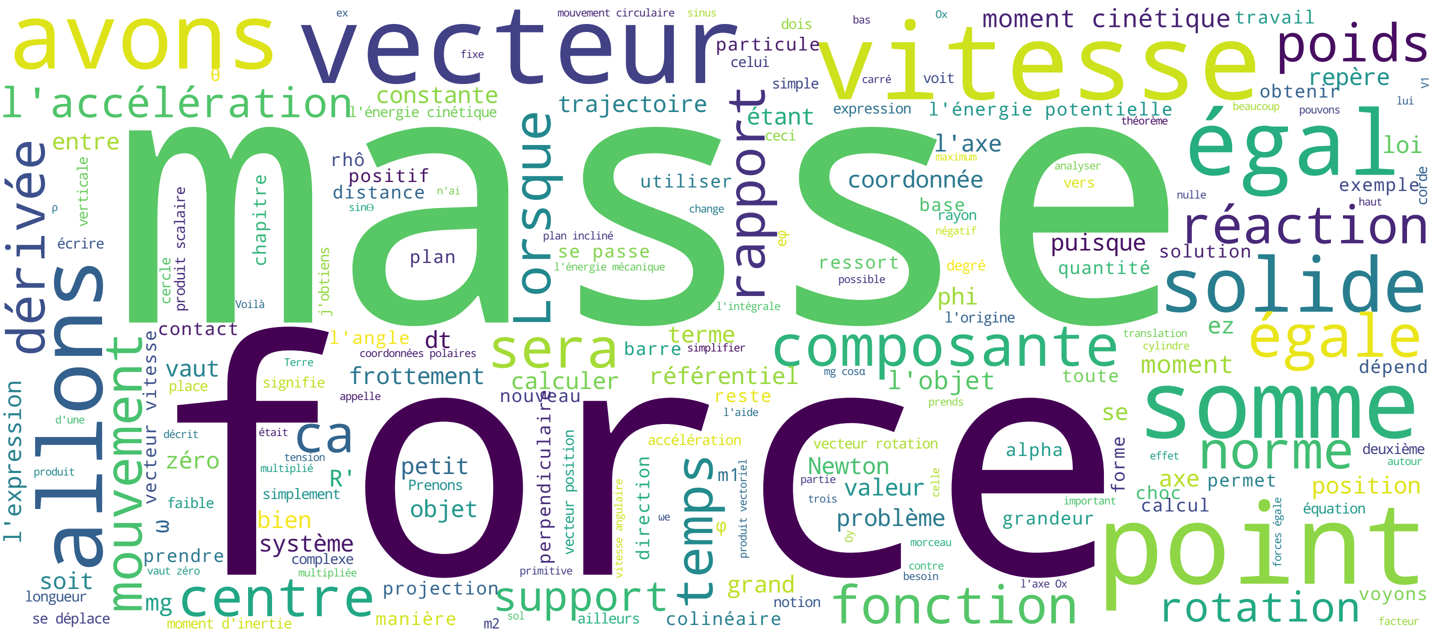
Physique générale : mécanique



Réaction d’un support

Prof. Cécile Hébert



Video

V. Forces

Plan du cours

- I - Cinématique
- II - Référentiel accélérés
- III - Lois de Newton
- IV - Balistique – effet d'une force constante et uniforme
- V - Forces ; application des lois de Newton
- VI - Travail, Energie, principes de conservation
- VII - Chocs, systèmes de masse variable
- VIII - Oscillateur harmonique
- IX - Moment cinétique ; Gravitation
- X - Solide indéformable
- XI - Application du solide indéformable

2

Pour utiliser les lois de Newton, nous avons besoin de forces. Certaines forces seront des forces fondamentales de la nature. D'autres seront des modèles phénoménologiques qui nous permettront de simplifier un problème complexe. Il faut toujours garder à l'esprit la question de savoir si c'est une force phénoménologique ou une force fondamentale. Les modèles phénoménologiques seront plus ou moins précis. Ici, nous allons voir la réaction d'un support lié à la force de contact entre deux solides indéformables. Cette force n'existe que quand les solides sont en contact et elle disparaît dès qu'ils se séparent. Nous sommes dans le chapitre 5 sur les Forces et l'application des lois de Newton.

Notes

Summary

0m 05s

V. Forces

Table des matières

3

Nous allons voir la réaction d'un support.

Notes

Summary

0m 49s

V. Forces V - 1 Réaction d’un support

V - 1. Réaction d’un support

Lorsqu’un corps est posé sur un support, les atomes des deux solides se rapprochent. Ils commencent à avoir une interation notable.

La forces en jeu est la force électromagnétique. La décrire exactement est trop complexe, alors on modélise son effet par des forces phénoménologiques : réaction du support et frottements.

La réaction correspond à la partie répulsive des noyaux des atomes qui ne peuvent pas trop se rapprocher.

4

Lorsqu'un corps est posé sur un support, les atomes des deux solides se rapprochent. Ils commencent à avoir une interaction qui est notable. La force en jeu, c'est la force électromagnétique. La décrire exactement pour l'interaction entre tous ces atomes est beaucoup trop complexe. On va donc modéliser son effet par des forces phénoménologiques et l'une d'entre elles est ce qu'on appelle la réaction du support. D'autres forces sont les frottements que nous verrons plus tard. La réaction correspond à la partie répulsive de cette force. C'est les noyaux des atomes qui ne peuvent pas trop se rapprocher.

Notes

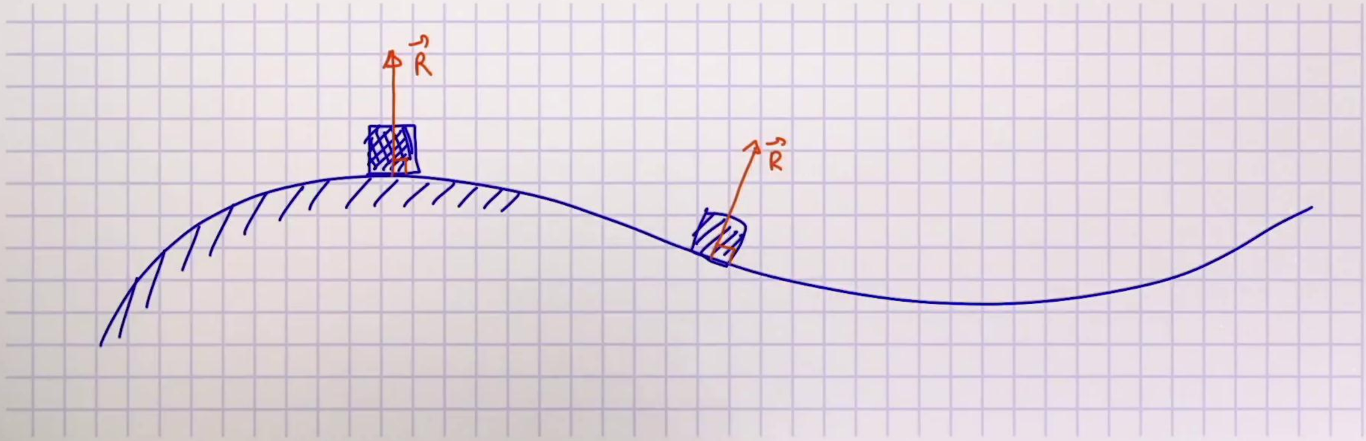
Summary

0m 52s

V. Forces **V - 1 Réaction d'un support**

La réaction est normale au support usuellement notée $\vec{R}$ ou $\vec{N}$. Elle est toujours dirigée du support vers l'objet.

On l'obtient en faisant l'hypothèse (raisonnable) que les corps étant des solides indéformables, l'objet ne va pas rentrer dans le support.



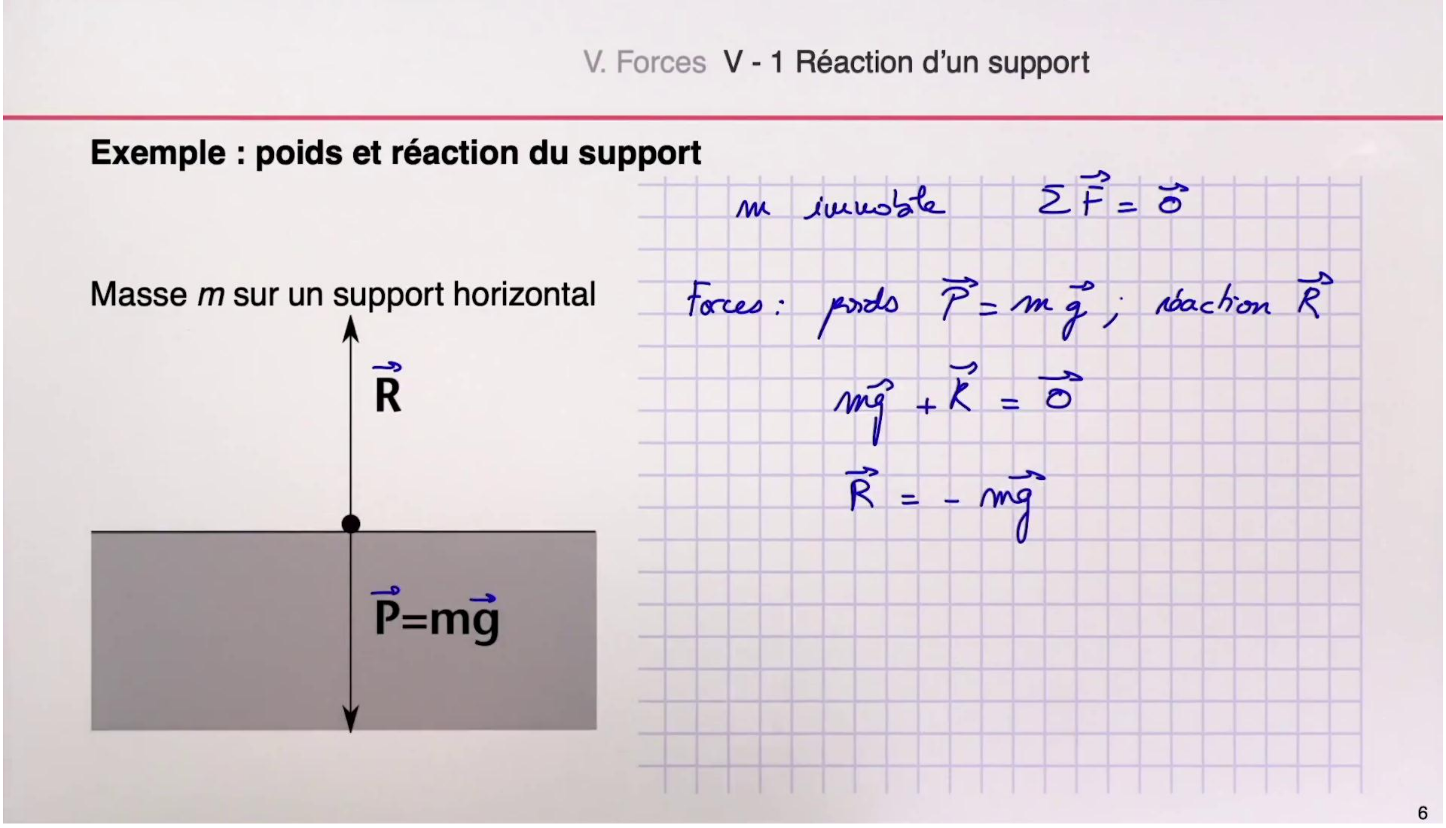
5

La réaction est toujours normale au support. On la note généralement R ou N, R pour réaction, N pour normal. Elle est toujours dirigée du support vers l'objet. On obtiendra sa norme en faisant l'hypothèse raisonnable que comme les corps sont des solides indéformables, l'objet ne va pas rentrer dans le support. Supposons que j'ai un support pas forcément horizontal. Ce support est donc solide. Si je pose un objet dessus, il ne pourra pas rentrer à l'intérieur. J'ai donc une contrainte liée au fait que j'ai placé un solide en contact avec un autre solide. Le support exerce sur le solide que j'ai posé dessus une réaction R qui est toujours normale au support, et dont la norme dépendra du poids de mon solide, mais aussi de l'inclinaison de la pente sur laquelle il est posé. Si je place le solide un petit peu plus loin, la réaction que j'obtiendrai sera de nouveau perpendiculaire au support.

Notes

Summary

1m 31s

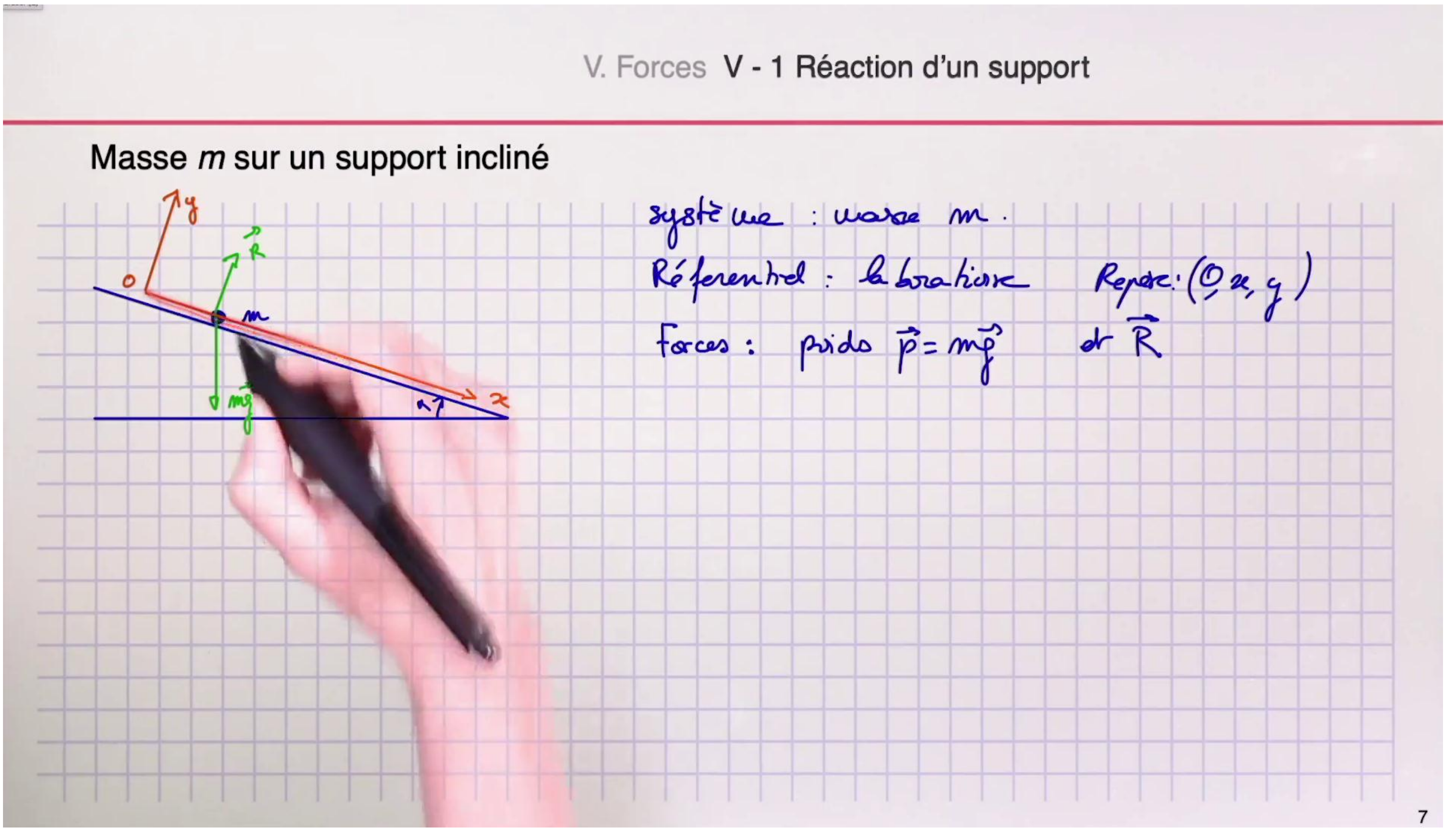


Regardons ce qui se passe lorsque j'ai l'effet du poids et de la réaction du support pour une masse m sur un support horizontal. La masse m est donc posée ici sur une table horizontale. On suppose que m est immobile. Dans ce cas-là, la somme des forces sur m sera égale à zéro. Il me faut faire le bilan des forces. Les forces qui s'exercent sur m sont ici le poids et la réaction du support, P=mg et R. Avec somme des forces égale zéro et ces deux forces. Je peux donc écrire mg plus R égale zéro. Dans ce cas-là, la réaction R est égale à moins mg.

Notes

Summary

2m 46s

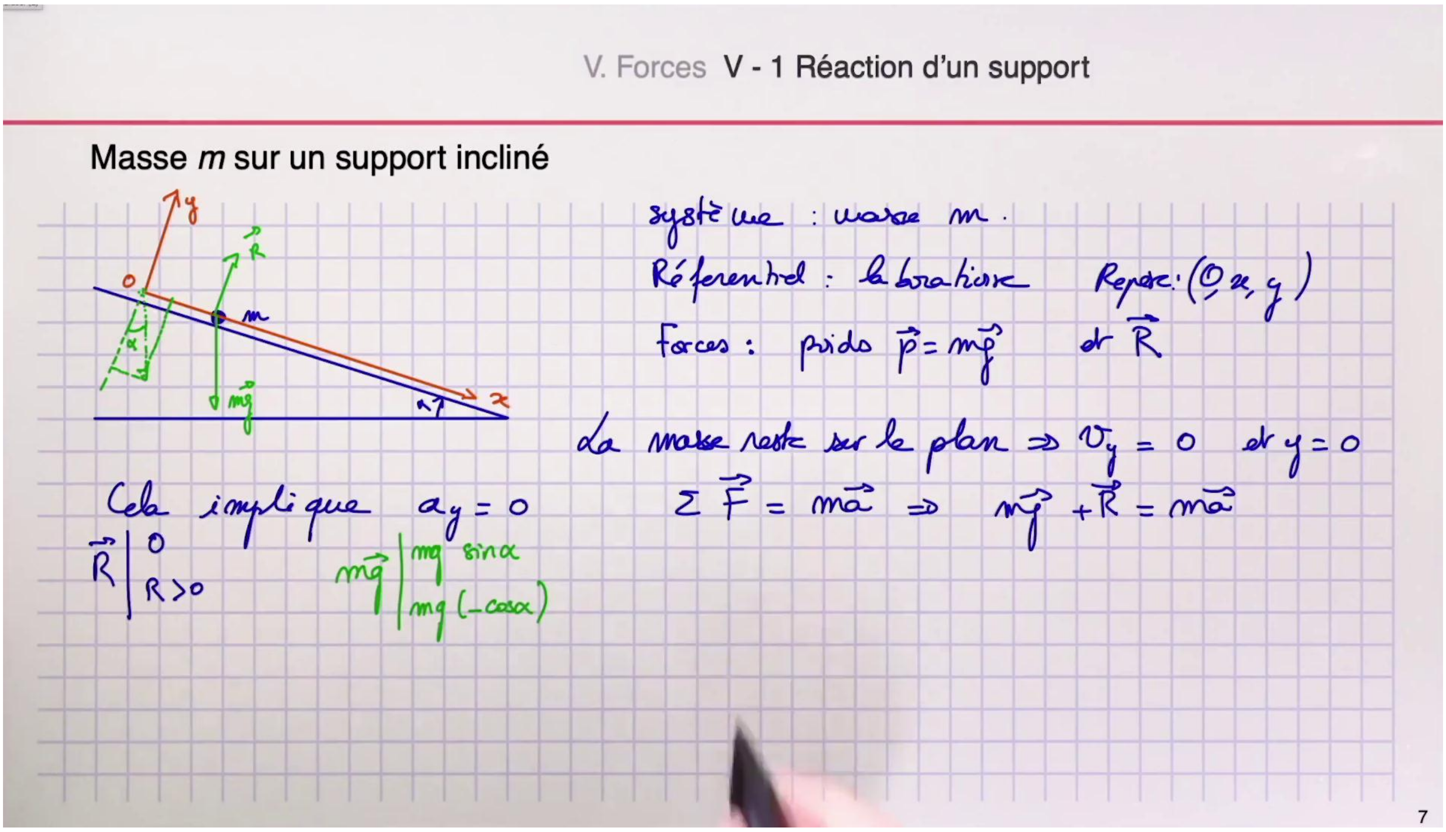


Nous allons voir ce qui se passe si la masse est maintenant sur un support incliné. Je prends un support incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Sur ce support, je place ma masse m. Je vais choisir comme référentiel le référentiel du laboratoire dans lequel se trouve ce dispositif. Pour analyser le problème, je vais prendre un repère en coordonnées cartésiennes et je vais aligner l'axe x avec le support. L'axe y sera donc perpendiculaire à l'axe x. Le système étudié est la masse m. Le référentiel est celui du laboratoire et le repère (O, x y). Les seules forces qui s'exercent sur la masse sont le poids P et la réaction du support. Le poids est vertical, dirigé vers le bas. La réaction du support R est toujours perpendiculaire au support. Le fait que j'ai posé ma masse sur le support, que la masse aussi bien que le support soit solide, induit ce qu'on appelle une contrainte de liaison. La masse ne pourra pas rentrer dans le support. Par ailleurs, aucune force ne va la propulser à l'extérieur du support. Elle va donc rester en contact avec le support et il va s'ensuivre qu'elle va rester sur l'axe Ox. Sa vitesse selon Oy sera donc nulle et sa coordonnée en y restera aussi constamment nulle.

Notes

Summary

3m 38s

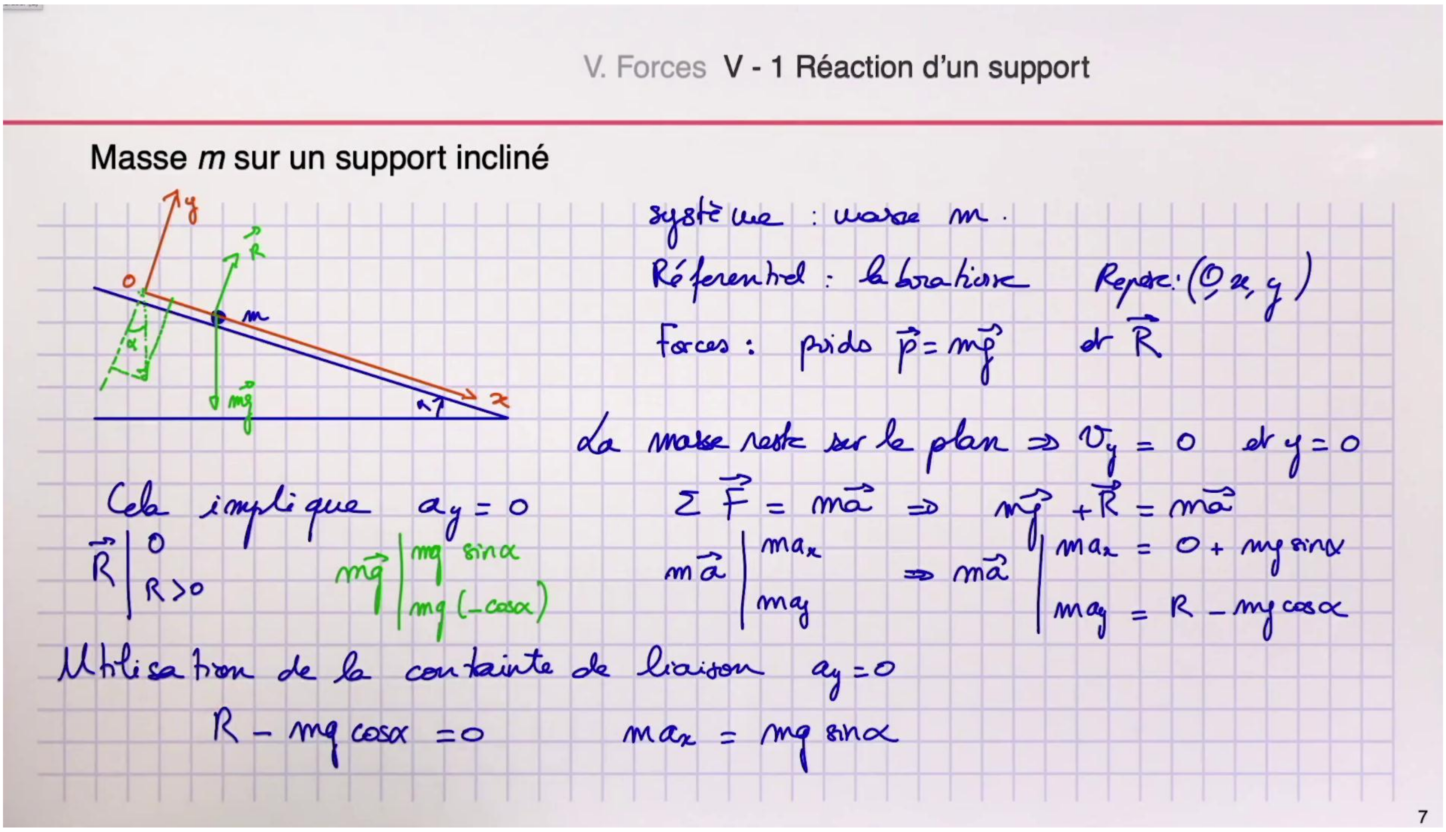


Cela ne peut être obtenu que si l'accélération selon y est également nulle. En effet, si l'accélération sur y était non nulle, j'aurais une variation de la vitesse qui ne resterait pas constante égale à zéro. Cela va donc m'appliquer une contrainte sur les forces projetées sur y. Lorsque je vais écrire la deuxième loi de Newton, somme des forces égale ma. Je vais donc pouvoir écrire mg plus R égale ma. Je dois décomposer ces vecteurs avec leurs composantes dans le repère (O, x, y). La réaction n'a une composante que sur Oy. Comme la réaction est forcément dirigée vers l'extérieur du support, elle est forcément vers les y positifs. La composante de la réaction sur X est nulle et sa composante sur Oy est R qui est positif. Du fait du choix de mes axes, il sera un petit peu plus difficile d'obtenir les composantes du poids. Pour bien le voir, je vais représenter à nouveau le poids depuis l'origine. On voit ici que l'angle α se retrouve entre mg et l'axe Oy. La projection du poids sur Oy sera donc cosα et la projection du poids sur Ox en sinα. Le poids mg aura donc comme composante la norme mg sur les deux axes, sur Ox sinα et sur Oy -cosα. Les composantes de l'accélération sont ce que je recherche.

Notes

Summary

5m 18s

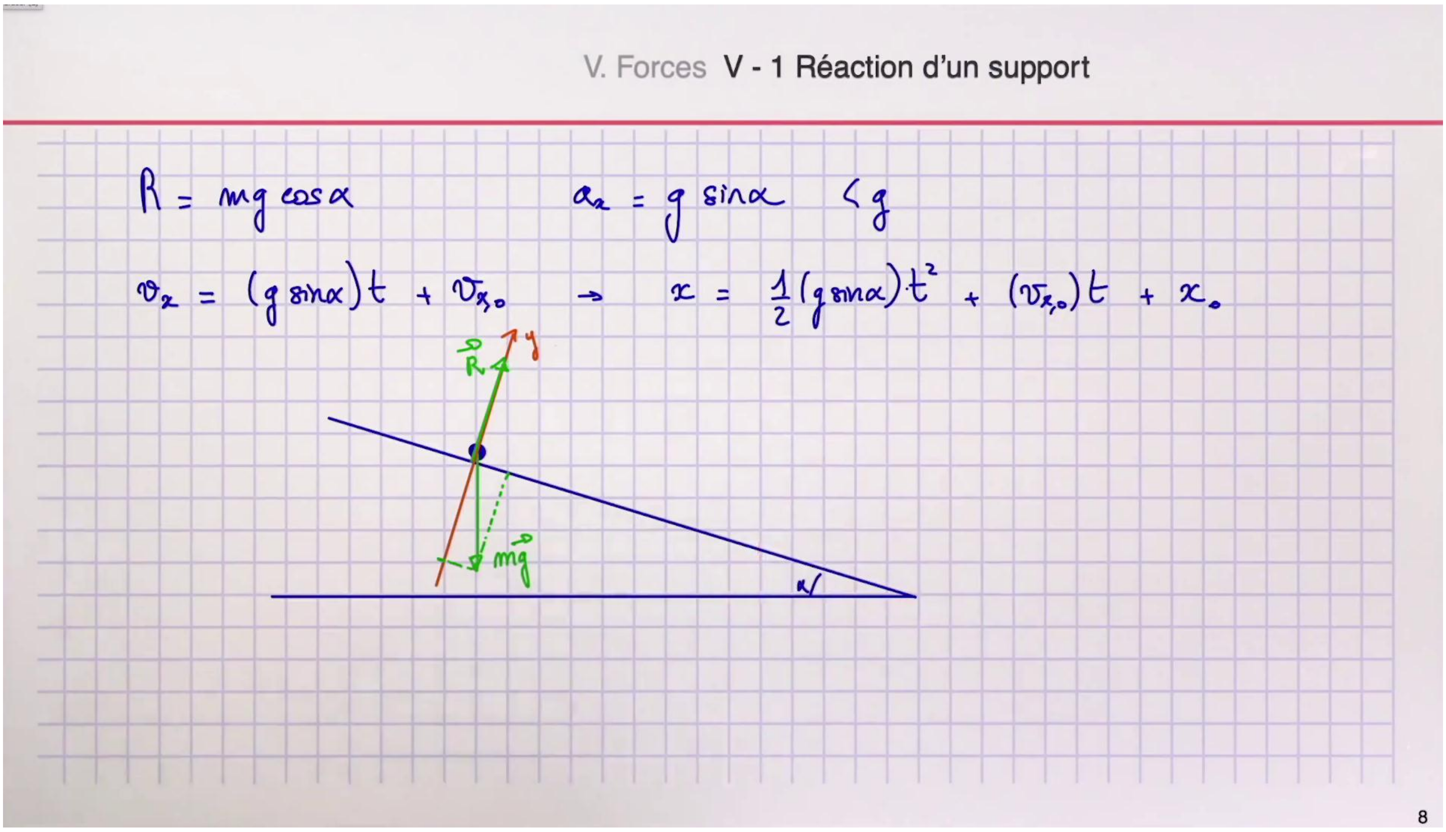


Je vais donc écrire ma a comme composante ma x et ma y. Lorsque j'écris cette équation vectorielle à l'aide de ces trois vecteurs composante par composante, cela va donc me donner ma, qui a comme composantes ma x, ma y, doit être égal à 0 plus mg sinα et R moins mg cosα. Je vais maintenant utiliser la contrainte de liaison, ay égale 0. ay égale 0 me dit que R moins mg cosα doit donc être égal à zéro. Et la deuxième équation me permet de trouver l'accélération selon x avec m ax égale mg sinα. Nous voyons donc que l'utilisation de la deuxième loi de Newton nous permet d'accéder à la valeur de la norme de la réaction qui vaut mg cosα, ainsi qu'à une équation qui nous permettra de trouver ax. Il était donc judicieux de placer les axes de cette manière-là. L'accélération sera uniquement selon un axe. Je n'aurais qu'un mouvement rectiligne selon cette direction et j'ai directement la valeur de la réaction.

Notes

Summary

7m 18s

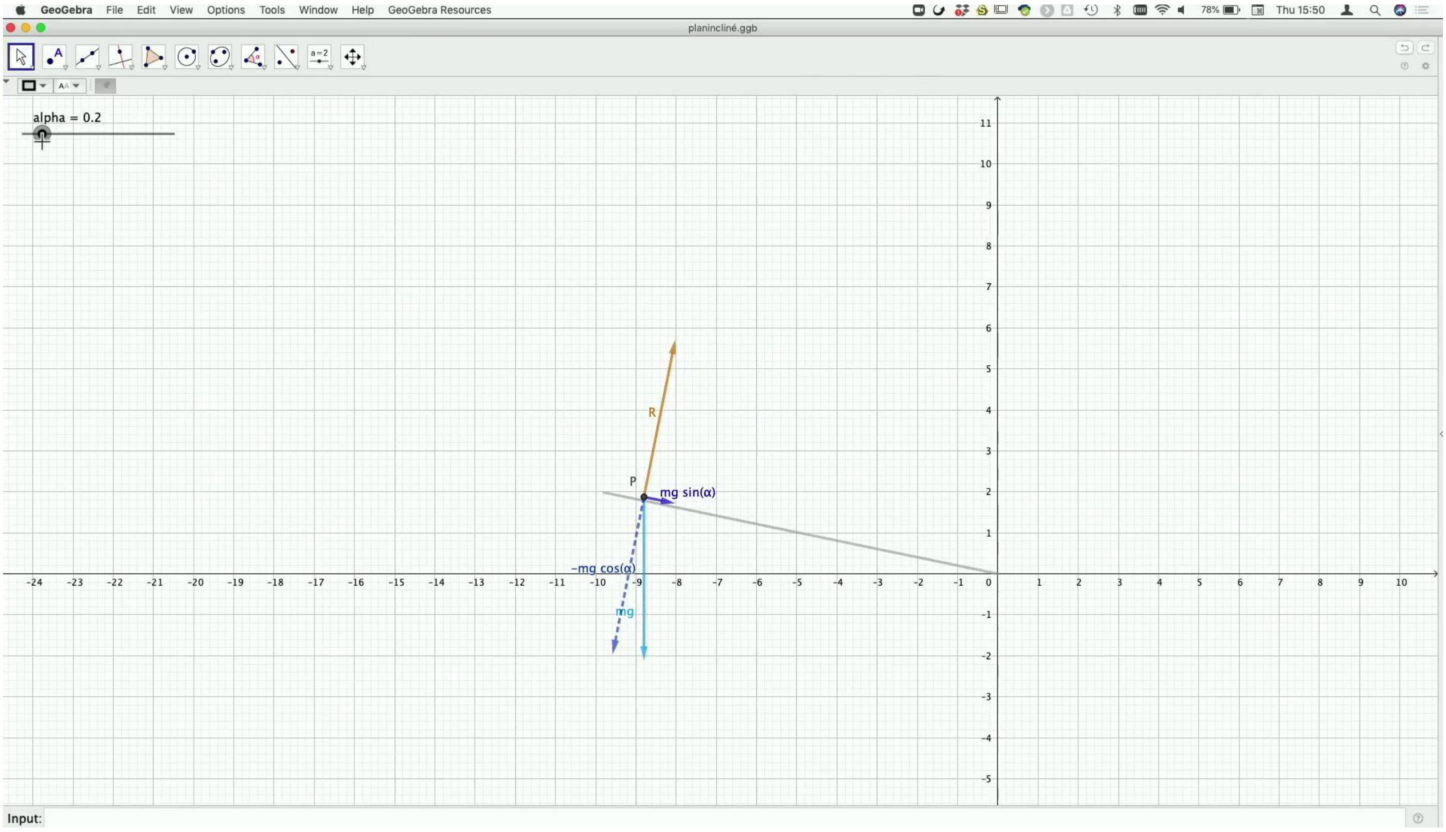


J'obtiens donc au final R égale mg cosα, et ax égale g sinα. L'accélération selon x est donc constante égale à g sinα, sinα étant plus petit que 1, ax est inférieur à g. Je vais pouvoir obtenir la vitesse selon x, Vx, en cherchant la primitive de l'accélération. Cela sera donc (g sinα) t plus la vitesse initiale Vx0. J'aurais donc la position en x qui sera à nouveau la primitive de la vitesse en x, soit ½(g sinα) t² plus Vx à t égale 0 fois t plus la position initiale x0. On a donc un mouvement uniformément accéléré, similaire à celui de la chute libre, mais dans lequel on a remplacé g par g sinα. Or, comme sinα est inférieur à 1, g sinα est plus petit que g. Cela revient à dire que je vais avoir un mouvement similaire à celui de la chute libre, comme si j'avais un g plus faible. Donc si j'ai un angle α qui est faible, je vais avoir un phénomène similaire à une gravité réduite. Si je reprends le schéma de mon plan incliné, je connais le poids, et je vois qu'à tout instant, quelle que soit la position de la masse sur le plan incliné, la projection du poids sur Oy plus la réaction doit être égale à 0. J'ai donc la composante de mg sur Oy qui vaut mg cosα qui doit être égale à -R. Cela me permet de dessiner la réaction R à l'échelle. La composante de mg sur l'axe Ox est celle qui correspond à l'accélération selon x. Voyons ce qui se passe lorsque l'on change α.

Notes

Summary

8m 53s



C'est ce que je peux faire avec cette petite applet. J'ai donc le poids, mg. Sa projection sur Oy et la réaction qui a comme norme la composante du poids sur Oy. Lorsque j'augmente α, le poids ne change pas. Par contre, la valeur de sa composante sur Oy diminue, donc la norme de la réaction diminue. Lorsque je me rapproche de la verticale, je vois la réaction qui disparaît. Dès que l'objet est à la verticale, la réaction est nulle. À ce moment-là, l'objet n'est plus réellement en contact avec le support. Plus j'incline le support, plus la composante du poids sur Ox est importante, donc plus l'accélération sur Ox sera importante. À la verticale, je retrouve la chute libre.

Notes

Summary

11m 21s

Voilà, nous avons vu la réaction du support. C'est un modèle phénoménologique qui décrit le contact entre deux objets, mais il marche bien pour les solides indéformables.

Notes

Summary

12m 33s