



- Origine de la science moderne
- Explication scientifique
- Objectifs de formation

Mécanique | 2013 4

Bonjour, bienvenue au cours de physique générale de l'EPFL. A l'EPFL, tous les étudiants reçoivent une formation polytechnique, qu'ils soient étudiants en maths, en physique, en chimie, en sciences de la vie, ou en sciences de l'ingénieur. Cette formation comporte un cours de mécanique divisé en vingt quatre leçons, données en deux périodes chacune. Pour me conformer à cet enseignement j'ai préparé un cours de mécanique en vingt-quatre leçons, aussi. Ces vingt-quatre leçons sont composées de: un module qui se concentre sur les fondements de la mécanique, un module qui en montre les applications et j'ai rassemblé des vidéos d'expériences de physique dans un troisième module. De plus chaque leçon vous propose des questions conceptuelles avec des réponses à choix multiples, pour vous auto-évaluer, et une série de problèmes, et les problèmes sont formulés de telle manière qu'ils contiennent des réponses partielles vous permettant de vous auto-contrôler dans vos calculs. Le but de cette première leçon est de vous expliquer pourquoi la mécanique est importante pour la formation d'un scientifique ou d'un ingénieur.

Notes

Summary



0m 00s



- Origine de la science moderne
- Explication scientifique
- Objectifs de formation

Mécanique | 2013 4

Je vais le faire en vous donnant une perspective historique sur l'importance de la mécanique dans le développement des sciences modernes et j'aimerais attirer votre attention sur un aspect particulier, il s'agit de ce qu'on appelle l'explication scientifique. Je crois qu'en mécanique, mieux qu'ailleurs on voit ce qu'on peut espérer d'une explication scientifique. Et vous verrez dans la liste des objectifs de formation que je vous propose pour ce cours, pourquoi la mécanique est importante pour votre formation.

Notes

Summary



1m 40s



Galilée, *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, 1638

- Tournant historique : Galilée
- Expérimentation : interroger la Nature
- Langage : les mathématiques

Mécanique | 2013 8

Alors je commence avec le cadrage historique. À mon avis, la science moderne a des particularités qu'on peut retracer jusqu'au temps de Galilée. À partir de ce moment-là, Galilée et ses contemporains se mettent à développer une attitude d'expérimentation de la nature, une interrogation de la nature si vous voulez. Et le langage qu'ils utilisent pour interroger la nature, c'est le langage des mathématiques.

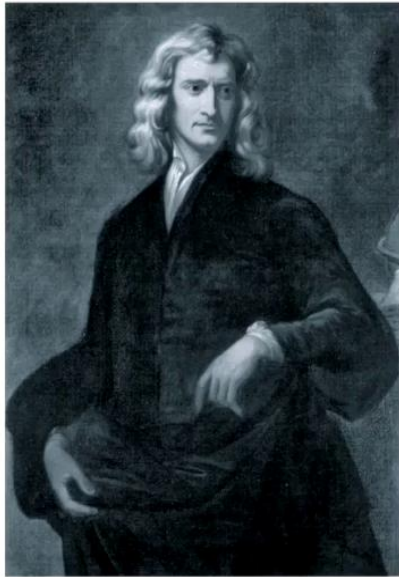
Notes

Summary



2m 18s

La mécanique, une théorie physique



Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 1687

- Une théorie physique
- Développement du calcul infinitésimal

Mécanique | 2013 11

Grâce à Newton, la mécanique devient une théorie physique et, cette théorie se fonde sur les mathématiques, c'est absolument évident chez Newton, qui avait d'ailleurs dû développer une forme de calcul différentiel pour aboutir à ses fins. Je noterai aussi que le titre lui-même du traité de Newton: "Principes mathématiques de la philosophie naturelle" nous rappelle l'importance des mathématiques en physique.

Notes

Summary



2m 50s



- Pourquoi la toupie reste debout ?
- Pourquoi la Terre orbite autour du Soleil sur une ellipse ?
- La science dit comment les choses se passent.
- Bonne explication : principes simples, valables dans de très nombreux cas.

Mécanique | 2013 16

La mécanique nous donne une occasion unique de bien réfléchir sur ce qu'on peut espérer d'une explication scientifique, lorsque vous dites pourquoi quelque chose se passe, en général, dans une conversation, avec, disons un scientifique, ou bien avec un collègue, par exemple pourquoi une toupie qui tourne rapidement sur elle-même ne tombe pas, ou bien pourquoi la Terre tourne autour du Soleil sur une orbite elliptique ? Et bien la science, et la mécanique en particulier, ne répondent pas à la question pourquoi, mais plutôt décrivent comment les choses se passent. Ce qui fait que, une telle explication nous donne l'impression de comprendre quelque chose, c'est le fait que l'explication est basée sur un petit nombre de principes qui s'appliquent à un grand nombre de situations. Si on repense à la toupie, voilà une expérience qu'on fait sur un coin de table, l'orbite des planètes c'est à une échelle complètement différente et pourtant il suffit de deux ou trois lois pour rendre compte de ces deux phénomènes.

Notes

Summary



3m 26s



- Modéliser un phénomène physique
- Représenter mathématiquement ce modèle
- Appliquer des lois et aboutir à des équations différentielles
- Apprendre à connaître les limites des modèles et des théories

Mécanique | 2013 21

Je passe maintenant à mes objectifs de formation. À mon avis, étudier la mécanique, c'est apprendre à décrire un phénomène physique dans le langage des mathématiques. Quand on fait de la mécanique, on apprend à modéliser une situation physique, on apprend à se donner une représentation mathématique de ce modèle, on peut alors invoquer des lois physiques et déduire une équation différentielle qui régit l'évolution dans le temps du système étudié. Il me semble important au niveau d'une formation universitaire, de reconnaître les limites des schémas théoriques qu'on se donne. Ainsi dans le cadre de ce cours, on va commencer avec le modèle du point matériel et on va se poser la question de savoir dans quelle mesure on peut représenter un objet comme un point. Cette réflexion va nous conduire à l'étude de la dynamique des solides indéformables. Dans la même optique, je vais préciser très clairement dans quel cadre conceptuel on doit introduire une force de coriolis ou une force centrifuge. Et enfin, on verra ce qui a poussé les scientifiques de la fin du 19ème siècle vers des problèmes conceptuels qui ont nécessité l'avènement de la théorie de la relativité.

Notes

Summary



4m 45s



- Modéliser un phénomène physique
- Représenter mathématiquement ce modèle
- Appliquer des lois et aboutir à des équations différentielles
- Apprendre à connaître les limites des modèles et des théories
- Développer un savoir-faire par la résolution de problèmes
- Adopter une démarche systématique
- Maîtriser les outils mathématiques dans le contexte de la physique
- Découvrir les mathématiques par la physique !

Mécanique | 2013 25

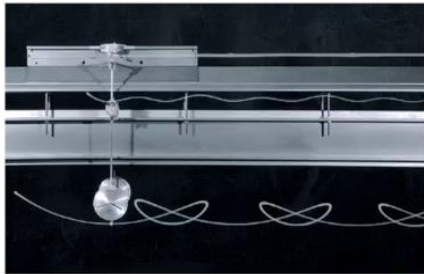
Un cours de mécanique n'est pas un cours où on doit apprendre beaucoup de choses par cœur. Il y a peu de termes, peu de faits et peu de lois à mémoriser, en revanche, ce qu'on fait en mécanique, c'est qu'on développe un savoir-faire, et ce savoir-faire est basé sur l'appréhension de quelques problèmes, de quelques systèmes et de quelques phénomènes, l'enseignant choisit ses thèmes selon ses affinités. Dans le cours de mécanique mieux qu'ailleurs, on apprend à adopter une démarche systématique, on verra en mécanique, ce que je vais appeler une marche à suivre et je vais beaucoup insister pour que vous appreniez à résoudre des problèmes en suivant cette démarche. Une difficulté qu'on rencontre en mécanique, c'est qu'on utilise des mathématiques et on les utilise en dehors du contexte dans lequel ces outils sont généralement introduits, dans le cadre d'un cours de maths. Cela représente une difficulté supplémentaire, mais y arriver dénote une maîtrise des outils mathématiques. Il arrive qu'on soit confronté dans le cadre du cours de mécanique à l'usage d'un outil mathématique qui n'est pas encore connu. Lorsque cela m'arrive, je dis à mes étudiants que c'est une opportunité. C'est l'occasion de réaliser l'importance de cet outil mathématique et ce qui fera que les étudiants seront d'autant plus motivés à être attentifs au sujet lorsqu'il sera abordé dans le cours de maths.

Notes

Summary



6m 34s



- Importance historique : Galilée démontre les effets qu'il enseigne
- Importance symbolique : rester dans l'interrogation de la Nature
- Importance méthodologique : repérer le passage du réel au modèle

Mécanique | 2013 29

Je vais compléter les modules théoriques avec des vidéos d'expériences. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles j'estime que c'est très important de montrer des expériences. Il y a d'abord une raison historique. Depuis Galilée, on s'attache à démontrer, dans un auditoire, les phénomènes qu'on aimerait décrire et pour lesquels on veut développer des lois physiques. D'autre part, il y a quelque chose de l'ordre du symbolique, on est tous séduits par une approche hypothético-déductive, on aime bien cela, mais il ne faut pas oublier que la physique se construit et se valide par la confrontation à des expériences, alors montrer systématiquement des expériences nous rappelle la base véritable de la physique. Il y a une importance méthodologique, c'est que quand on regarde une image comme celle que je vous propose ici, vous avez un montage dont on va tirer, abstraire si on veut bien, un modèle mathématique pour rendre compte de la trajectoire superbe de la diode attachée au bout de ce pendule, mais il faut voir que on a fait ce travail de modélisation à partir d'une réalité matérielle.

Notes

Summary



8m 26s



- Importance historique : Galilée démontre les effets qu'il enseigne
- Importance symbolique : rester dans l'interrogation de la Nature
- Importance méthodologique : repérer le passage du réel au modèle
- Importance didactique : lien entre enseignement et vie quotidienne, curiosité scientifique
- Vidéos : groupées pour chaque leçon

Mécanique | 2013 31

On peut aussi remarquer que la confrontation, l'observation de la façon de capter un signal, la façon de mettre en évidence un effet, est souvent, éveille la curiosité des étudiants et probablement que, une fois qu'ils quittent l'auditoire, ils voient dans la vie commune, des effets similaires et c'est une façon d'éveiller la curiosité scientifique et c'est une très bonne chose. Enfin j'aimerais signaler que, par souci de commodité, j'ai rassemblé les vidéos d'expériences dans un module séparé des modules qui contiennent les développements théoriques.

Notes

Summary



9m 55s



Poincaré (1854–1912)

- Réussite déterministe
- Laplace (XVIII^{ème}) : l'équation du monde, de l'atome à l'univers ?
- Poincaré (fin XIX^{ème}) : comportement complexe des solutions
- XX^{ème} : la théorie du chaos
- XX^{ème} : relativité et physique quantique
- Mécanique et recherche actuelle

Apprendre la mécanique c'est s'inscrire dans une longue tradition scientifique. Au 18^{ème} siècle, forts du succès de la théorie de Newton, les gens se sont imaginés qu'on allait pouvoir un jour atteindre un déterminisme sans limites. Laplace par exemple, imaginait qu'un jour, on puisse écrire l'équation qui régit l'évolution du grand Out, de l'univers, de l'atome jusqu'aux échelles interstellaires. Il faut attendre la fin du 19^{ème} siècle et le travail d'un physicien mathématicien, Poincaré, qui lui avait réalisé que les équations différentielles que nous allons apprendre à dériver, prédisent des comportements qui peuvent être très complexes. Il faudra attendre le milieu du 20^{ème} siècle pour que ces idées se répandent, dans ce qu'on appelle de nos jours la théorie du chaos. Le 20^{ème} siècle a aussi vu l'avènement de la théorie de la relativité et de la physique quantique, et j'aimerais vous rappeler ici que, ces deux théories considérées comme des révolutions conceptuelles, sont des théories mécaniques. Enfin, j'aimerais vous dire que, j'aimerais que vous gardiez à l'esprit que ce que vous apprenez dans le cours de mécanique, a une réalité dans les laboratoires actuels, alors j'ai invité des collègues à parler d'un aspect spécifique de leurs recherches en rapport direct avec les concepts que nous introduisons dans les leçons de mécanique.

Notes

Summary





Poincaré (1854–1912)

- Réussite déterministe
- Laplace (XVIII^{ème}) : l'équation du monde, de l'atome à l'univers ?
- Poincaré (fin XIX^{ème}) : comportement complexe des solutions
- XX^{ème} : la théorie du chaos
- XX^{ème} : relativité et physique quantique
- Mécanique et recherche actuelle

Plusieurs ont répondu à mon appel et vous ferez leur connaissance en regardant leurs vidéos.

Notes

Summary



12m 30s