

Physique

Antonio Falcó

Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours

Mesurément et
vérification
expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

Organisation des
leçons

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Présentation et coordonnées

Professeur : Dr. Antonio Falcó, HDR
Directeur ESI CEU UCH International Chair
Bureau: Rez-de-chaussé (à côté du secretariat)
dans le bâtiment Carmelitas
Curriel: afalco@uchceu.es
Web : <http://afalco.github.io>
Research: Publons

Qu'est-ce que la physique

La physique est la science de la nature, comme l'atteste l'étymologie même du mot « physique » : en grec, « phusikê » signifie « étude de la nature ». Précisément, la physique est le mode de pensée qui permet de comprendre rationnellement les phénomènes naturels. Pour cela, elle se fonde sur un petit nombre de lois fondamentales ou principes, dont la caractéristique essentielle est d'être réfutables par les faits expérimentaux. Précisons que le mot « principe » est issu du latin « principium » qui signifie « commencement ». Aussi, la physique cherche-t-elle à décrire, interpréter et prédire les phénomènes naturels. Elle se distingue des activités subjectives comme l'art ou la religion, qui se fondent principalement sur l'émotion et la croyance. Cependant, ces dernières jouent un rôle essentiel dans les phases de création et de transmission de la physique. Les lois fondamentales de la physique sont relatives à ses différentes parties.

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Qu'est-ce que la physique

- i) La mécanique permet de comprendre le mouvement des corps en se fondant sur les lois de Newton (1687).
- ii) L'électromagnétisme, ou l'ensemble des phénomènes électriques et magnétiques, s'appuie sur les quatre équations de Maxwell (1876).
- iii) L'optique, qui regroupe les phénomènes liés à la lumière, et qui est contenue dans l'électromagnétisme, se résume à la loi fondamentale de l'optique géométrique (1657) et au principe d'Huygens-Fresnel (1678,1818) pour l'optique des ondes.
- iv) La thermodynamique est construite sur la base de trois principes : le premier (1842) est relatif au concept fondamental d'énergie et les deux autres (1824, 1906) au concept d'entropie, essentiel pour prédire l'évolution d'un système physique.

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Qu'est-ce que la physique

- v) La relativité restreinte d'Albert Einstein (1905) permet d'étudier le mouvement des corps aux grandes vitesses. Cette théorie étend le principe d'invariance des lois de la mécanique par changement de référentiel galiléen à toutes les lois de la physique. Sa généralisation à tous les référentiels, dite relativité générale, fut proposée par Einstein (PNP 1921) en 1916 : elle s'accompagne d'une nouvelle interprétation de la loi de gravitation de Newton.
- vi) La physique quantique, qui englobe la physique classique et dont le père est le physicien allemand Max Planck (PNP 1918), rend compte des phénomènes comme le rayonnement des corps, inexpliqué par la physique classique malgré son vaste champ d'application.

PNP \equiv Prix Nobel Physique

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

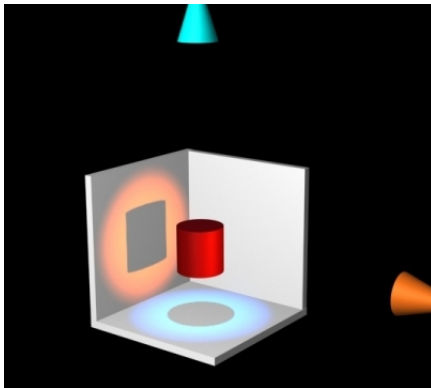
Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

- ▶ La personne qui observe n'est pas celle qui crée la réalité.
- ▶ Nous pouvons nous approcher à la réalité parmi des variables physiques que nous pouvons prédire avec certitude, c'est-à-dire nous pouvons les mesurer de manière presque sûre et répétable, en trouvant toujours le même résultat à chaque fois que nous répétons l'expérience.
- ▶ En physique classique, cela est évident. En effet, les propriétés que nous mesurons sont directement attribuées au système, le système étant simplement l'objet que nous étudions: une particule, un ensemble de particules, etc.
- ▶ En physique quantique, le point fondamental est que le contexte de la mesure ne peut être oublié, c'est-à-dire l'appareil extérieur à l'observateur qui permet d'obtenir ces Propriétés.
- ▶ En physique classique, la prise d'une mesure peut également altérer les résultats, mais cette perturbation peut être corrigée. Ce n'est pas le cas en physique quantique.

Réalité et mesurément



Auffèves, A., & Grangier, P. (2015). Contexts, Systems and Modalities: A New Ontology for Quantum Mechanics. *Foundations of Physics*, 46(2), 121–137. doi:10.1007/s10701-015-9952-z

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Biomécanique

- La biomécanique est l'exploration des propriétés mécaniques des organismes vivants ainsi que l'analyse des principes de l'ingénierie faisant fonctionner les systèmes biologiques. Elle traite des relations existantes entre les structures et les fonctions à tous les niveaux d'organisation du vivant à partir des molécules, comme le collagène ou l'élastine, aux tissus et organes. La biomécanique caractérise les réponses spatio-temporelles des matériaux biologiques, qu'ils soient solides, fluides ou viscoélastiques, à un système imposé de forces et de contraintes internes et externes.

Physique

Antonio Falcó

Physique

**Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours**

Mesurément et
vérification
expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

Organisation des
leçons

Biomécanique

- ▶ Outre la mécanique classique, la biomécanique fait appel à diverses disciplines et techniques comme la rhéologie, pour étudier le comportement des fluides biologiques comme le sang, la résistance des matériaux, pour modéliser les contraintes subies par les tissus comme le cartilage des articulations ou encore les os, la mécanique du solide pour analyser la motricité et la locomotion, depuis les cellules individuelles aux organismes entiers, ce qui constitue une partie intégrante de la kinésiologie.

Physique

Antonio Falcó

Physique

**Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours**

Mesurément et
vérification
expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

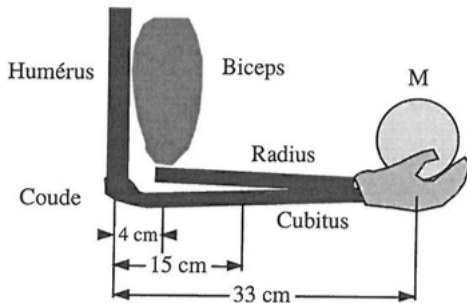
Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

Organisation des
leçons

Questions cherchant des réponses dans ce cours

Un quilleur tient une balle de 7,2 kg dans sa main avec son bras vertical par rapport au sol et son avant-bras et sa main horizontaux par rapport au sol (a) quelle force doit-il développer le biceps? et (b) comment mesurer la réaction de l'humérus sur le coude pendant cet exercice? L'avant-bras et la main pèsent 1,8 kg. Les dimensions à utiliser sont reflétés dans la figure.



Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

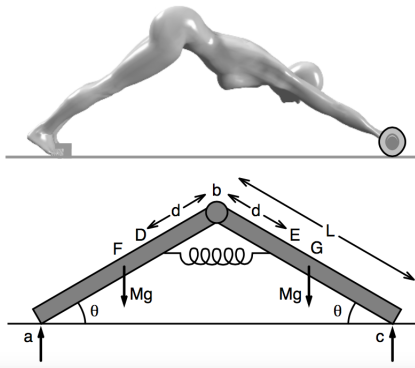
Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Questions cherchant des réponses dans ce cours

Un athlète effectue un exercice avec une roue abdominale comme on peut le voir sur la figure. Caractériser la contraction du muscle abdominal en fonction de l'angle que le bras forme avec le sol.



Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Questions cherchant des réponses dans ce cours

Quelle est la mesure de la contrainte de cisaillement maximale que la partie centrale du fémur peut supporter avant d'une fracture?



Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

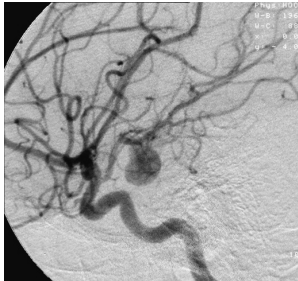
Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Questions cherchant des réponses dans ce cours

Quel est l'effet physique d'un anévrisme dans un vaisseau sanguin par rapport la variation de la pression artérielle? Comme on peut quantifier cet effet?



Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

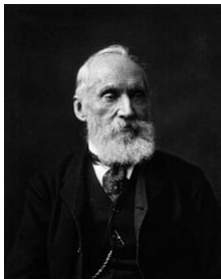
Organisation des leçons

Mesurément

- Ce que vous pouvez connaître sur quelque objet physique est souvent lié à la façon dont vous pouvez le mesurer.

La vérification expérimentale

- La conception d'une expérience associée à un modèle physique permet sa vérification ou réfutation.



Willian Thomson-Lord Kelvin (26 Juin 1824-17 Décembre 1907)

“...lorsque vous pouvez mesurer quelque chose et l'exprimer avec des nombres, cela signifie que vous en savez quelque chose, lorsque vous ne pouvez pas l'exprimer avec des nombres, vos connaissances sont insuffisantes et insatisfaisantes... ”.

Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours

**Mesurément et
vérification
expérimentales**

Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

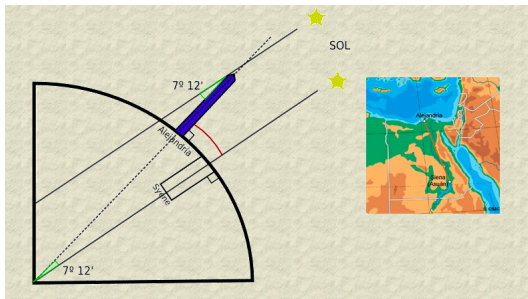
Organisation des
leçons

Ératosthène et la mesure de la taille de la terre

- ▶ Dans ses études sur les papyrus à la bibliothèque de Alexandrie, a trouvé un rapport d'observations à Siene, environ 800 Km au sud-est d'Alexandrie, où l'on disait que les rayons du soleil tombant sur une verge à midi du solstice d'été (le courant 21 juin) ne jette aucune ombre.
- ▶ Ératosthène a ensuite fait les mêmes observations à Alexandrie le même jour à la même heure, découvrant que la lumière du soleil tombait verticalement sur un puits d'eau le même jour à la même heure.
- ▶ Il a supposé que si le soleil était au top distance, ses rayons en atteignant la terre devraient arriver dans le parallèle, si elle était plate comme on le croyait à l'époque, et devrait trouver des différences entre les ombres projetées par le objets à la même heure le même jour, quel que soit l'endroit où ils ont été trouvés.

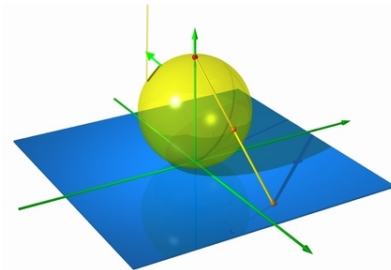
Conclusion

Cependant, quand il a été montré que s'ils le faisaient (l'ombre laissée par La tour de Sienne était à 7 degrés et 12 minutes de la verticale), en a déduit que la terre n'était pas plate et, en utilisant la distance connue entre les deux villes et l'angle mesuré des ombres, a calculé la circonférence de la terre à environ 250000 stades. (environ 40000 kilomètres, assez précis pour l'époque et ses ressources).



L'argument d'Ératosthène

Si la terre était plate, à la même heure, le même jour, l'ombre projetée par un bâton devrait être la même partout sur la terre. Au contraire, si nous supposons qu'il s'agit d'une surface avec courbure (comme une sphère), l'ombre serait différente prise en deux points distants.



Les rayons du soleil sont des supposés verticaux pour rapport à la surface de la terre.

Le calcul d'Eratosthène

$$\begin{aligned} &\text{La circonférence de la terre} = \\ &2 \times \pi \times \text{rayon de la circonférence de la terre,} \end{aligned}$$

Pour calculer la circonférence, nous devons connaître le rayon de la circonférence de la terre, maintenant Ératosthène savait que

$$0.1253332 = \sin(7^\circ 12') = \sin(7.2^\circ) \quad (1)$$

$$= \frac{\text{distance entre Alexandrie et Sienné}}{\text{rayon de la circonférence de la terre}}. \quad (2)$$

On a utilisé que

$$12 \text{ minutes} = \frac{12}{60} \text{ degrés} = 0.2 \text{ degrés.}$$

Méthode scientifique

La méthode scientifique désigne l'ensemble des canons guidant ou devant guider le processus de production des connaissances scientifiques, qu'il s'agisse d'observations, d'expériences, de raisonnements, ou de calculs théoriques.

Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours

Mesurément et
vérification
expérimentales

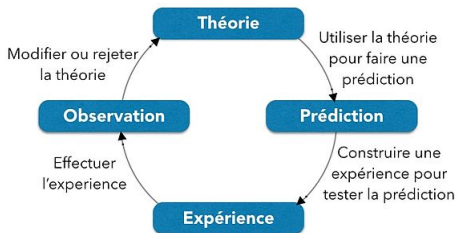
Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

Organisation des
leçons

Méthode scientifique



Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

La mathématique c'est le langage de la science

- ▶ Les équations sont l'outil le plus puissant dont disposent les scientifiques dans leur tentative de comprendre la nature
- ▶ Pour les nuls: Au niveau le plus élémentaire, une équation nous permet de prédire les résultats d'une expérience sans qu'il soit nécessaire de la réaliser.
- ▶ La théorème de Pythagore nous permet de connaître la longueur d'une rampe, connaissant simplement la hauteur à laquelle nous voulons l'installer et la distance que nous avons l'intention de franchir. Parce que?

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{théorème de Pythagore}$$

Si $a = 3$ y $b = 4$, est-ce qu'on peut prédire c ? Pourquoi
 $c = 5$?

Qu'est-ce qu'une formule?

Considérez la loi de la gravitation universelle de Newton:

$$F = G \frac{m_{\text{terre}} m_{\text{personne}}}{r^2} = \underbrace{G \frac{m_{\text{terre}}}{r^2}}_{g=9.81} m_{\text{personne}}$$

ou F est la force d'attraction entre la masse terrestre m_{terre} une personne de masse m_{personne} dont les centres de masse sont séparés par une distance r . G est la constante de gravitation universelle qui nous supposons connu.

que nous dit la formule

On connaît G , alors si on peut mesurer la la masse terrestre m_{terre} et la masse de la personne m_{personne} en kg, et si on fait l'hypothèse: $r \approx r_{\text{terre}}$ et la distance que sépare les deux centres de masse (en m.) nous pouvons calculer explicitement la force d'attraction F entre les deux masses.

Physique

Biomécanique ou vers la recherche de réponses qui motivent le cours

Mesurément et vérification expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276 a. C. – Alexandrie, 194 a. C.) et la mesure de la taille de la terre

Méthode scientifique

Physique et modélisation mathématique

Organisation des leçons

Degrés de liberté

On dit que le nombre de degrés de liberté d'un modèle est le nombre de variables qu'il faut mesurer pour connaître le reste. Il est calculé comme suit:

$$\text{degrés de liberté} = \text{nombre de variables} - \text{nombre de formules (équations)}$$

Exemple

Dans la loi de la gravitation universelle de Newton
 nombre de variables = 4, $\{F, m_{\text{terre}}, m_{\text{personne}}, r\}$ y
 nombre de formules (équations) = 1, alors
 degrés de liberté = $4 - 1 = 3$.

Exemple

On considère le modèle suivant

$$F = m a \quad (3)$$

$$a = \frac{v}{t} \quad (4)$$

ou F est la force induite par la masse m d'un objet en mouvement avec accélération a , v est la vitesse de l'objet et t c'est le temps.

On a l'ensemble des grandeurs

$$\{F, m, a, v, t\} \text{ 5 variables}$$

et deux formules (équations). En conséquence, le nombre des degrés de liberté est $5 - 2 = 3$. **En conclusion, nous devons mesurer ou connaître 3 des variables afin de déterminer ou calculer la valeur tout les autres.**

Physique: 15 master classes (mc), 5 séminaires (s) - 2 heures et 6 pratiques (p) - 2,5 heures

Leçons

1. Introduction - 2 mc.
2. Les grandeurs physiques: vecteurs et scalaires - 1 mc + 1 s.
3. Forces translationnelles (linéaires) - 2 mc + 1 s.
4. Forces rotationnelles (angulaires) - 2 mc + 1 s.
5. Cinématique - 2 mc + 1 s.
6. Énergie et travail - 2 mc + 1 s.
7. Solides et fluides - 4 mc + 2 s

Matériaux

- ▶ Mon répertoire à Dropbox
- ▶ <https://github.com/afalco/Physique>

Bibliographie

1. Harris Benson: *Physique 1: Mécanique*. Adaptation de Mathieu Lachance, Marc Séguin, Benoît Villeneuve, Bernat Marcheterre. Éditions de Boeck (2015). **Niveau basique**
2. Ulysse Delabre: *Smartphonique : Expériences de physique avec un smartphone*. Dunod (2019). **Niveau basique**
3. John R. Taylor: *Mécanique classique*. Éditions de Boeck supérieure (2017). **Niveau avancé**

Critères d'évaluation

1. Pratiques 1 à 5 (en groupe): (2 points)
2. Pratique 6 (individuelle): (0.5 point) Essai autour le livre (à choisir)
 - 2.1 Brian Cox et Jeff Forshaw. *Pourquoi $E = mc^2$?- et comment ça marche?* Dunod 2012 (autour de 18 euros).
 - 2.2 Carlo Rovelli. *L'ordre du temps (Science populaire)*. Flammarion 2018 (autour 21 euros).
3. Exercices (individuelle) demandés dans les master classes et les séminaires (1.5 points)
4. Examen final (individuelle) QCM (6 points).

Remarque finale

A mon avis la science en général et la physique/mathématique en particulier est:

1. Curiosité,
2. Créativité,
3. Apprentissage et surtout
4. Humilité

Physique

Antonio Falcó

Physique

Biomécanique ou vers
la recherche de
réponses qui motivent
le cours

Mesurément et
vérification
expérimentales

Ératosthène (Cirene, 276
a. C. – Alexandrie, 194 a.
C.) et la mesure de la taille
de la terre

Méthode scientifique

Physique et
modélisation
mathématique

Organisation des
leçons