

Mécanique

Frédéric Mila

Automne 2023

Notes de cours

Avent propos:

La mécanique étudie le mouvement d'objets massifs soumis à des forces. L'énoncé par Newton en 1666 des lois fondamentales de la mécanique marque à la fois le début de la physique moderne et le début des mathématiques modernes. En effet, Newton a dû développer le calcul différentiel pour formuler correctement le principe fondamental.

Il est donc très naturellement à l'occasion d'un premier cours de mécanique que l'on rencontre un certain nombre de concepts mathématiques. Ces concepts sont développés dans les cours d'algèbre et d'analyse, mais on en a tout de suite besoin. Comment faire ? Commencer par un bref cours de maths ?

Dans ces notes de cours, j'ai décidé d'opter pour une autre approche. On va étudier des problèmes de plus en plus complexes, et on introduira au fur et à mesure les notions mathé-

matiques nécessaires. Elles seront regroupées dans des appendices auxquels on pourra se référer tout au long du semestre.

Le domaine d'application de la mécanique newtonienne est vaste, mais pas infini. Il est limité aux phénomènes qui impliquent des vitesses beaucoup plus petites que la vitesse de la lumière $c \approx 300\,000 \text{ km/s}$. Lorsque on approche de ces vitesses, la théorie de Newton doit être modifiée : c'est la théorie de la relativité (Einstein, 1905 et 1917). Par ailleurs, si l'on s'intéresse à des objets très petits (atomes, particules, ...), la théorie doit également être modifiée par un postulat de quantification des trajectoires possibles qui a débouché sur la Mécanique quantique (Heisenberg, 1926).

Pendant ses deux siècles et demi de règne sans partage, la mécanique a été utilisée pour comprendre des phénomènes de plus en plus complexes : la balistique (le mouvement des corps dans le champ de gravitation de la

terre), le mouvement d'objets soumis à des forces supplémentaires (ressort, frottement, ...) le mouvement des planètes autour du soleil, le mouvement d'objets en interaction, le mouvement des corps solides, etc. Dans ce cours, nous allons étudier un certain nombre de ces phénomènes par complexité croissante, en partant comme il se doit des lois de Newton et de la balistique.