

1 Mécanique

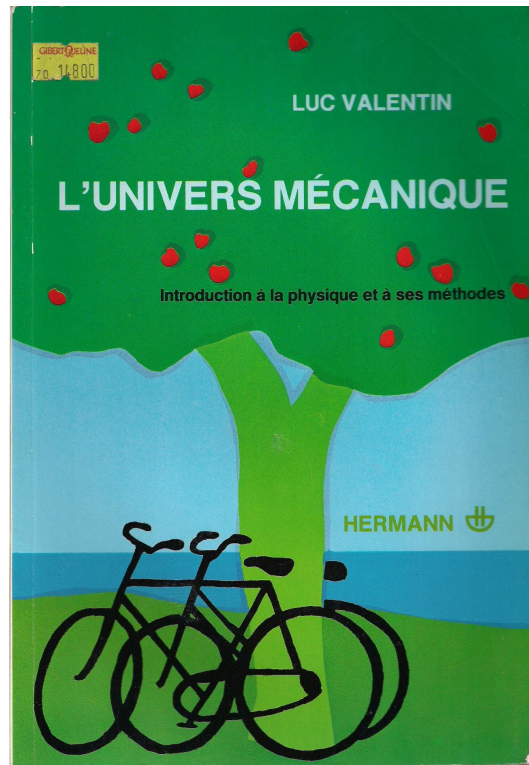


FIGURE 1 – Les bases de la mécanique classique

On note \mathcal{C} les constantes (indépendantes du temps et de l'espace).

1.1 Mécanique du point

SVF

- ✗ Établir les expressions des énergies potentielles élastique, gravitationnelle et coulombienne.
- ✗ Soit un point M matériel de masse m se déplaçant sur la droite (Ox) et soumis à l'énergie potentielle $E_p(x)$ représentée figure 2. Dans le cas de petites oscillations autour de la position d'équilibre, déterminer l'équation différentielle vérifiée par x par deux méthodes :
 - En développant la force exercée sur M autour de x_0 .
 - En développant l'énergie potentielle de M autour de x_0 .

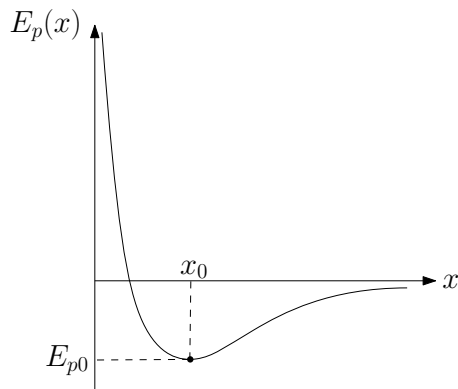


FIGURE 2 – Parabolisation d'un puits de potentiel

- ✗ Établir avec trois méthodes différentes l'équation différentielle du pendule.
- ✗ Construire le portrait de phase d'un pendule (conditions initiales $\theta(0) = 0$ et $\dot{\theta}(0) \neq 0$). Montrer que suivant la valeur de l'accélération angulaire initiale, on obtient une trajectoire ouverte ou fermée.
- ✗ Démontrer la formule de Borda.
- ✗ Dans le cas d'un mouvement à force centrale, montrer que le mouvement est plan et établir l'expression de la constante des aires.
- ✗ Démontrer la troisième loi de Kepler en considérant un mouvement circulaire.

SVF

- ✗ Dans le cas d'un mouvement à force centrale newtonienne et d'une trajectoire circulaire, montrer que l'énergie mécanique du système vaut :

$$E_m = -\frac{|k|}{2a}$$

- ✗ Établir l'expression de la première vitesse cosmique ou vitesse de satellisation.
- ✗ Établir l'expression de la seconde vitesse cosmique ou vitesse de libération.
- ✗ Montrer que la trajectoire d'une charge q dans un champ électrostatique uniforme est une parabole.
- ✗ Montrer que la trajectoire d'une charge q dans un champ magnétostatique uniforme est soit un cercle, soit une hélice, soit une droite. Proposer une méthode simple pour retrouver le rayon du cercle rapidement.
- ✗ Justifier qu'il est impossible de piéger une particule chargée à l'aide d'un champ électrostatique seul.
- ✗ Démontrer les formules de Binet.
- ✗ Retrouver les grandeurs cinétiques relatives au mobile réduit dans la réduction du système à deux corps.

1.2 Référentiels non-galiléens

SVF

- ✗ Démontrer la composition des vitesses et accélérations et notamment établir l'expression de l'accélération de Coriolis.
- ✗ Établir les expressions des théorèmes de la mécanique classique dans les référentiels non galiléens.
- ✗ Définir le poids apparent dans un référentiel non galiléen.

1.3 Dynamique terrestre

SVF

- ✘ Établir l'expression du poids apparent d'un objet à la surface de la Terre.
- ✘ Montrer que les mouvements horizontaux dans le référentiel terrestre, dans l'hémisphère nord, sont systématiquement déviés vers la droite.
- ✘ En raisonnant de manière qualitative, prévoir que lorsque on lâche une bille dans le référentiel terrestre, d'une hauteur h , celle-ci est déviée vers l'est.
- ✘ Établir l'expression de la déviation des billes dans l'expérience de déviation vers l'est en utilisant la méthode des perturbations.
- ✘ En utilisant le modèle statique des marées, montrer que les marées ont lieu toutes les 12 heures. En réalité la durée entre deux marées est inférieur à 12h, expliquer pourquoi et déterminer le décalage temporel correspondant.
- ✘ Montrer que le terme de marées de la Lune vaut quasiment le double du terme de marées du Soleil lorsque les 3 astres sont alignés.
- ✘ Comparer la période sidérale lunaire et la période synodique.
- ✘ Comparer la période sidérale terrestre et le jour solaire.
- ✘ Expliquer qualitativement pourquoi un pendule de Foucault tourne en 24h au pôles.

1.4 Mécanique du solide

SVF

- ✘ Établir l'équation différentielle d'un pendule pesant.
- ✘ Déterminer le moment d'inertie du pendule pesant suivant par rapport à l'axe de rotation.

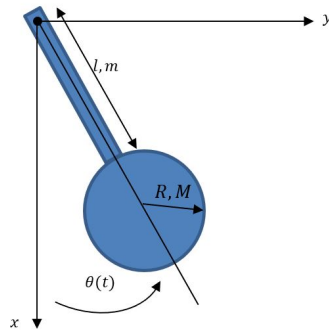


FIGURE 3 – Modélisation pendule pesant

- ✘ Démontrer la formule de Varignon.
- ✘ Écrire la condition d'équilibre d'un bloc solide représenté figure 4 sur un plan incliné ainsi que la condition de basculement (on notera f le coefficient de frottement).

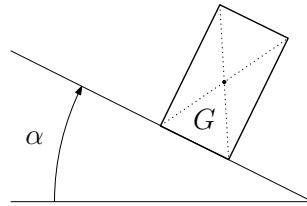


FIGURE 4 – Glissement ou pivotement d'un bloc

- ✘ Un bloc de masse m repose sur un tapis roulant avançant à la vitesse \vec{V}_0 . Les coefficients de frottement statique et dynamique sont respectivement f_s et f_d . Déterminer la condition de collage du bloc.

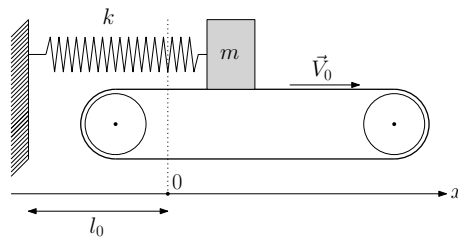


FIGURE 5 – Modélisation du Slip-Stick

- ✘ Quelle est la relation entre les tensions si l'on tient compte de l'inertie de la poulie dans le schéma donné par la figure 6 ?

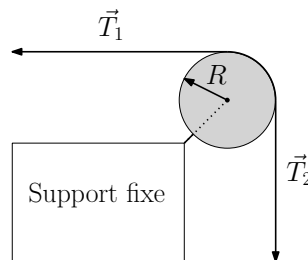


FIGURE 6 – Prise en compte de l'inertie d'une poulie

SVF

- ✘ Une règle, de masse m de longueur L , d'épaisseur négligeable, pivote sur un bout de table comme représenté figure 7, va-t-elle glisser avant de décoller? On notera f_s le coefficient de glissement statique et on prendra $l = IG = L/6$.

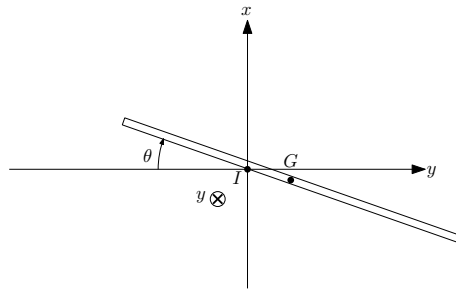


FIGURE 7 – Règle pivotant sur un bout de table

- ✘ Montrer la puissance apportée à un véhicule, avec des pneus bien gonflés, pour maintenir sa vitesse constante sur une route horizontale, ne sert qu'à compenser les frottements de l'air.
- ✘ Un cycliste freine brutalement avec les freins avant de son vélo :

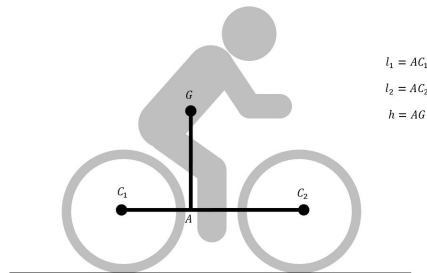


FIGURE 8 – Modélisation du cycliste et du vélo

A quelle condition la roue arrière décolle ?

- ✘ Comparer les accélérations d'un cylindre plein et d'un cylindre creux qui roulent sans glisser sur une pente faisant un angle α avec l'horizontal.