

Progression de l'enseignement de la mécanique au lycée

(réalisée à partir des livres Hachette/Durandeaun en 2^{nde} et 1^{ère} S et Nathan/Sirus en TS)

I. Classe de 2^{nde}

I.1 Mouvement

- Le mouvement dépend du référentiel choisi
- Comment étudier un mouvement :
 - Chronophotographie,
 - Mobile autoporteur
- Caractéristiques d'un mouvement :
 - Trajectoire :
 - Droite : mvt rectiligne
 - Cercle : mvt circulaire
 - Courbe : mvt curviligne
 - Evolution de sa vitesse
 - Vitesse constante : mvt uniforme
 - Augmentation de la vitesse : mvt accéléré
 - Diminution de la vitesse : mvt ralenti
- Vitesse moyenne : $v=d/\Delta t$

I.2 Force

- Définition d'une force (vecteur force) par :
 - Son origine
 - Sa direction
 - Sa longueur
- Une force qui s'exerce sur un objet peut
 - Mettre l'objet en mvt
 - Modifier sa trajectoire
 - Modifier sa vitesse
- **Principe d'inertie** (1^{ère} approche) : dans le référentiel terrestre, un objet isolé ou pseudo-isolé (les forces se compensent) reste dans son état de repos ou reste dans son état de mouvement rectiligne uniforme.
- La modification du mvt d'un objet soumis à une force dépend de sa masse
- Mvt de la lune
- Interaction gravitationnelle

II. Classe de 1^{ère}

Grands objectifs de la classe de 1^{ère} :

- approfondissement des notions vues en 2^{nde} concernant les effets des forces sur le mouvement des solides.
- La force est liée au changement de vitesse.
- Travail d'une force produit des énergies de différentes formes
- Conservation de l'énergie

II.1 Mouvement et Force

- Loi de Coulomb (force électrostatique)
- Vecteur vitesse, vitesse instantanée
- Centre d'inertie
- Mouvement de rotation : vitesse angulaire : $\omega=\alpha/\Delta t$ $v=R\omega$; rotation uniforme : $T=2\pi/\omega$
- Mouvement de translation
- Caractérisation des forces s'exerçant sur un solide en équilibre ou en mouvement rectiligne uniforme (méthodologie) :

- Définir le système étudié
- Identifier les actions méca qui s'exercent sur le système
- Modéliser ces actions méca par des forces
- Appliquer le principe d'inertie au système : $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$
- Représenter ces forces
- Projection de forces
- Sans frottement, la résultante du support est \perp au support
- Poussée d'Archimède
- Force qui met en rotation un solide mobile autour d'un axe fixe (on ne parle pas de moment)
- 4 types de forces :
 - Poids
 - Réaction
 - Tension d'un fil
 - Poussée d'Archimède
- **Lois de Newton**
 - **Principe d'inertie** (déjà vu en 2^{nde} mais approfondi et limitations vues en 1^{ère})
 - \neq entre le mvt du centre d'inertie et le mvt d'un point quelconque du solide
→ le principe d'inertie ne s'applique qu'au centre d'inertie, à moins que le mouvement soit une translation.
 - Uniquement dans un référentiel galiléen
 - **2^{ème} loi de Newton** : (1^{ère} approche : sera détaillé en TS)
 - Lorsque les forces qui s'appliquent au système ne se compensent pas,
 - Dans un ref galiléen, si \vec{v}_G varie, cela veut dire que $\Sigma \vec{F} \neq \vec{0}$
 - La direction et le sens de $\Sigma \vec{F}$ à un instant donné est égal à $\Delta \vec{v}_G$ à ce même instant
 - *TP mouvement parabolique : montrer que $\Delta \vec{v}_G$ colinéaire à $\Sigma \vec{F}$*
 - **3^{ème} loi de Newton** : $\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$

II.2 Travail mécanique et énergie

- **Travail**
 - $W = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$ (en Joule)
 - Travail moteur ($W > 0$), travail résistant ($W < 0$), $W = 0$ quand $F \perp$ déplacement
 - Travail du poids d'un objet : $W_{AB} = mg(z_A - z_B)$
- La **puissance mécanique** d'une force est liée à la rapidité avec laquelle le travail est effectué.
 - Puissance moyenne : $P_m = W / \Delta t$ (en Watt)
 - Puissance instantanée : $P(t) = \vec{F} \cdot \vec{v}(t)$
- Energie cinétique $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
- Théorème de l'énergie cinétique
- Energie potentielle
- Energie mécanique
- Energie interne
 - Sans changement d'état : $\Delta U = mc(\theta_f - \theta_i)$
 - Avec changement d'état : $\Delta U = mL$
- Transfert thermique
 - Par conduction
 - Par convection dans les fluides
 - Par rayonnement (OEM)

III. Classe de TS : évolution temporelle des systèmes mécaniques

III.1 La mécanique de Newton

- Vecteur position
- Vecteur vitesse : $\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$
- Vecteur accélération : $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$
- Lois de Newton :
 - 1^{ère} loi : fait en 1^{ère}
 - 3^{ème} loi : que le ref soit galiléen ou non
 - 2^{ème} loi : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$ dans ref galiléen

III.2 Chute libre dans un champ de pesanteur uniforme

- $\vec{a}_G = \vec{g} \rightarrow$ mouvement uniformément accéléré
- Equations différentielles du mouvement
 - Résolution analytique des équations diff
 - équations horaires du vecteur vitesse
 - équations horaires du vecteur position
- chute libre avec frottements, sans frottement, mouvements de projectiles (frott néglig)

III.3 Satellites et planètes

- Lois de Kepler (1, 2 et 3)
- Orbite circulaire (mvt circulaire uniforme)
 - Vitesse
 - Période de révolution
- Trajectoire elliptique (non développé)
- Impesanteur
- Conditions d'obtention d'un mvt circulaire uniforme :
 - Dans ref galiléen, $\sum \vec{F}$ est centripète = cst = mv^2/r avec r rayon de la traj
 - v_0 tangent à la traj, donc \perp à $\sum \vec{F}$

III.4 Systèmes oscillants

- Différents régimes :
 - Libres (amorties, entretenues)
 - Forcées
- Pendule pesant
 - Sans frott
 - Frott fluides
- Pendule simple

III.5 Dispositif solide-ressort

- Oscillations libres
 - Horizontal
 - Vertical
 - Equa diff du mvt
 - Résolution analytique qd pas de frott
 - T_0
- Oscillations forcées
 - Phénomène de résonance (peu développé)

III.6 Etude énergétique des systèmes mécaniques

- Travail d'une force non constante
 - Travail élémentaire : $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{l}$

- Travail global : $W = \sum \vec{F} \cdot \vec{dl}$
- Energie potentielle
 - De pesanteur : $E_{pp} = mgz + K$
 - Elastique : $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2 + K'$
- Energie mécanique
 - Les différentes formes d'énergie peuvent être converties les unes en les autres par travail, transfert thermique ou rayonnement
 - $E_m = E_p + E_c$
 - Conservation de l'énergie mécanique
 - Quand il n'y a pas de frottement
 - Sinon, $\Delta E_m = W(\vec{f}) < 0$ avec f force de frottement

Il y a des notions importantes dans les documents d'accompagnement de 1^{ère} S en ce qui concerne les forces (diagramme objet-interaction p.27 et 28) et l'énergie (p.32 à 34 - façon d'amener ces notions, vocabulaire à éviter...). Il est nécessaire de bien maîtriser ces façons d'enseigner la mécanique...