

MC1b – Mécanique en référentiel galiléen (2)

Thème : Mouvements et interactions

0 - Lien avec le programme de PCSI

| Notions et contenus | Capacités exigibles | Remarques |
|---|---|-----------|
| 2.5. Moment cinétique | | |
| Moment cinétique d'un point matériel par rapport à un point et par rapport à un axe orienté. | Relier la direction et le sens du vecteur moment cinétique aux caractéristiques du mouvement. | |
| Moment cinétique d'un système discret de points par rapport à un axe orienté. | Utiliser le caractère algébrique du moment cinétique scalaire. | |
| Moment d'une force par rapport à un point ou un axe orienté. | Exprimer le moment d'une force par rapport à un axe orienté en utilisant le bras de levier. | |
| Théorème du moment cinétique en un point fixe. Identifier les cas de conservation du moment dans un référentiel galiléen. Conservation du moment cinétique. | Identifier les cas de conservation du moment cinétique. | |

2.6. Mouvements dans un champ de force centrale conservatif

| | | |
|---|---|---|
| Point matériel soumis à un champ de force centrale. | Établir la conservation du moment cinétique à partir du théorème du moment cinétique. Établir les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan, loi des aires. | A savoir refaire très rapidement. |
| Point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif Conservation de l'énergie mécanique. Énergie potentielle effective. État lié et état de diffusion. | Exprimer l'énergie mécanique d'un système conservatif ponctuel à partir de l'équation du mouvement. Exprimer la conservation de l'énergie mécanique et construire une énergie potentielle effective. Décrire qualitativement le mouvement radial à l'aide de l'énergie potentielle effective. Relier le caractère borné du mouvement radial à la valeur de l'énergie mécanique. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, obtenir des trajectoires d'un point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif. | La partie sur les forces centrales est une GRANDE source de sujets à l'écrit comme à l'oral. |
| Cas particulier du champ newtonien Lois de Kepler. | Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres. | À connaître. |
| Cas particulier du mouvement circulaire : satellite, planète. | Établir que le mouvement est uniforme et déterminer sa période. Établir la troisième loi de Kepler dans le cas particulier de la trajectoire circulaire. Exploiter sans démonstration sa généralisation au cas d'une trajectoire elliptique. | Important à savoir refaire au cas où on oublie l'expression de la constante. $\frac{a^3}{T^2} = cste$ |
| Énergie mécanique dans le cas du mouvement circulaire et dans le cas du mouvement elliptique. | Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire. Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe. | À retenir car simplifie grandement les exos : $E_m = -\frac{ k }{2a}$ |
| Satellites terrestres Satellites géostationnaires, de localisation et de navigation, météorologique. | Différencier les orbites des satellites terrestres en fonction de leurs missions. Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial. | |
| Vitesses cosmiques : vitesse en orbite basse et vitesse de libération. | Exprimer ces vitesses et citer leur ordre de grandeur en dynamique terrestre. | À ne pas confondre ! |
| 2.7. Mouvement d'un solide | | |
| Description du mouvement d'un solide dans deux cas particuliers Définition d'un solide. | Différencier un solide d'un système déformable. | |

| | | |
|--|--|---|
| Translation. | Reconnaître et décrire une translation rectiligne ainsi qu'une translation circulaire. | |
| Rotation autour d'un axe fixe. | Décrire la trajectoire d'un point quelconque du solide et exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire. | Ne pas confondre translation circulaire et rotation. |
| Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide mobile autour d'un axe fixe Moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe : moment d'inertie. | Exploiter, pour un solide, la relation entre le moment cinétique scalaire, la vitesse angulaire de rotation et le moment d'inertie fourni. Relier qualitativement le moment d'inertie à la répartition des masses. | À ne pas oublier car c'est souvent le seul théorème à appliquer dans cette situation. |
| Couple. | Définir un couple. | |
| Liaison pivot. | Définir une liaison pivot et justifier le moment qu'elle peut produire. | |
| Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen. | Exploiter le théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen. | |
| Pendule de torsion. | Établir l'équation du mouvement. Établir une intégrale première du mouvement. | Question de cours classique à l'oral. |
| Pendule pesant. | Établir l'équation du mouvement. Établir une intégrale première du mouvement. Réaliser l'étude énergétique d'un pendule pesant et mettre en évidence une diminution de l'énergie mécanique. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, mettre en évidence le non isochronisme des oscillations. | Question de cours classique à l'oral. |
| Approche énergétique du mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté, dans un référentiel galiléen Énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe. Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe. | Utiliser l'expression de l'énergie cinétique, l'expression du moment d'inertie étant fournie. Établir, dans ce cas, l'équivalence entre le théorème scalaire du moment cinétique et celui de l'énergie cinétique. | |
| Système déformable Théorème de l'énergie cinétique pour un système déformable. | Prendre en compte le travail des forces intérieures. Utiliser sa nullité dans le cas d'un solide. Conduire le bilan énergétique du tabouret d'inertie. | Nouveauté du programme. |

I – Théorème du moment cinétique

I-1) Moment cinétique

- a) Par rapport à un point O
- b) Moment cinétique par rapport à un axe orienté Δ

I-2) Moment d'inertie

I-3) Moment cinétique d'un solide ou d'un système de points

- a) Moment cinétique par rapport à Δ
- b) Moment d'inertie d'un solide

I-4) Moment d'une force

- a) Définitions
- b) Bras de levier

I-5) - Loi du moment cinétique pour un point matériel

- a) Par rapport à un point fixe
- b) Par rapport à un axe fixe

II – Mouvement à forces centrales

II-1) Forces centrales

- a) Définition
- b) Conséquences
- c) Énergie potentielle

II-2) Energie potentielle effective

II-3) Champs newtoniens gravitationnels

- a) Analyse qualitative
- b) Trajectoires elliptiques
- c) Trajectoire circulaire

II-4) Satellites terrestres

- a) Les différentes orbites
- b) Satellite géostationnaire

II-5) Vitesses cosmiques

- a) Première vitesse cosmique
- b) Deuxième vitesse cosmique

III – Solide en rotation

III-1) Translation

III-2) Rotation autour d'un axe fixe

III-3) Loi du moment cinétique pour un solide en rotation

III-4) Couples

- a) Couple de deux forces
- b) Couple de torsion

III-5) Pendule de torsion

III-6) Pendule pesant

- a) Liaison pivot d'axe (Oz)
- b) Equation du mouvement
- c) Aspects énergétiques

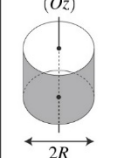
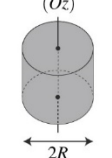
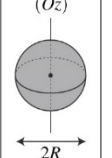

III-7) Énergie d'un solide en rotation autour d'un axe fixe

- a) Energie cinétique d'un solide en rotation
- b) Puissance d'une force appliquée sur un solide en rotation

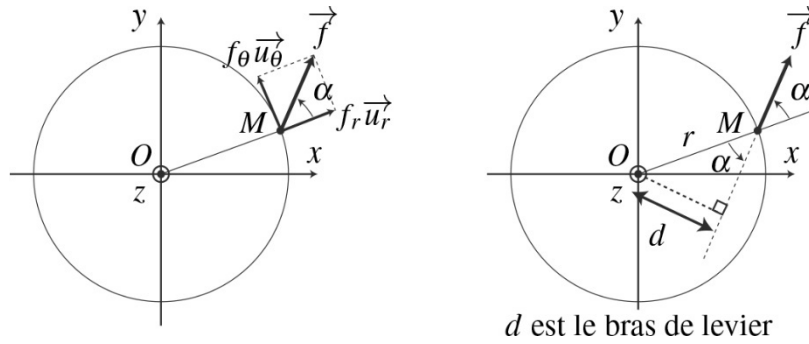
III-8) Loi de l'énergie cinétique pour un solide indéformable

III-9) Système déformable

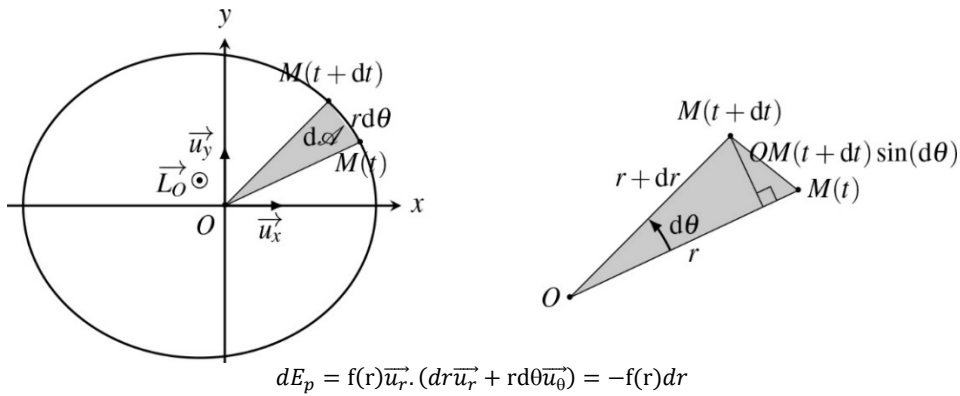
I-3-b) Moment d'inertie d'un solide

| cylindre vide de rayon R | cylindre plein de rayon R | boule de rayon R | barre de longueur L |
|---|---|---|--|
| mR^2 | $\frac{1}{2}mR^2$ | $\frac{2}{5}mR^2$ | $\frac{1}{12}mL^2$ |
| (Oz) | (Oz) | (Oz) | (Oz) |
|  |  |  |  |

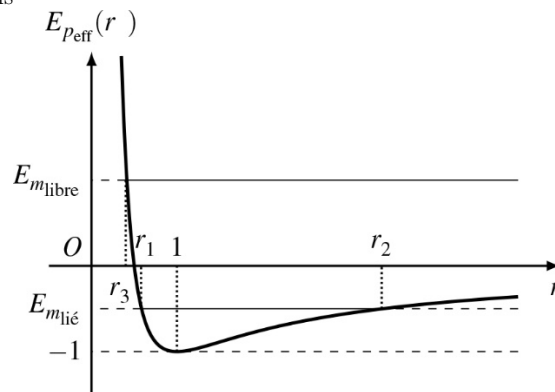
I-4) Moment d'une force



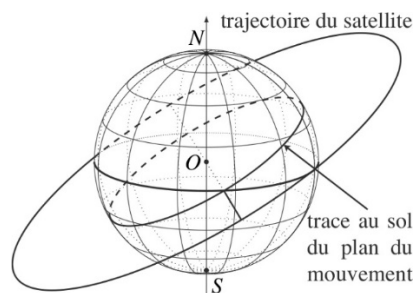
II-1-b) Conséquences



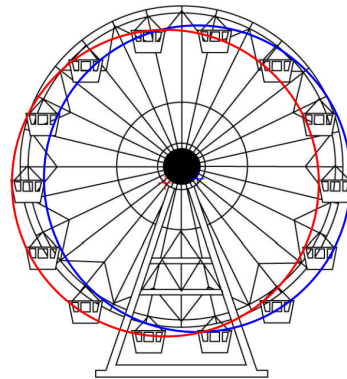
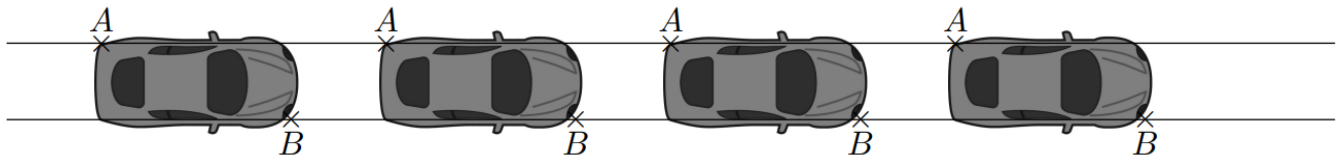
II-3) Champs newtoniens gravitationnels



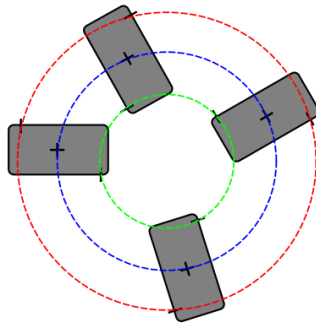
II-4-b) Satellite géostationnaire



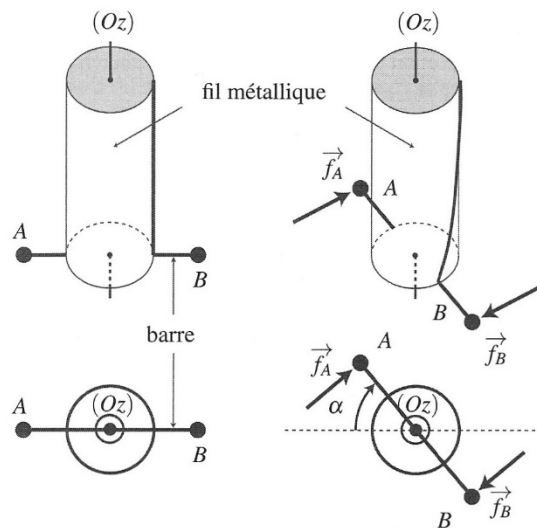
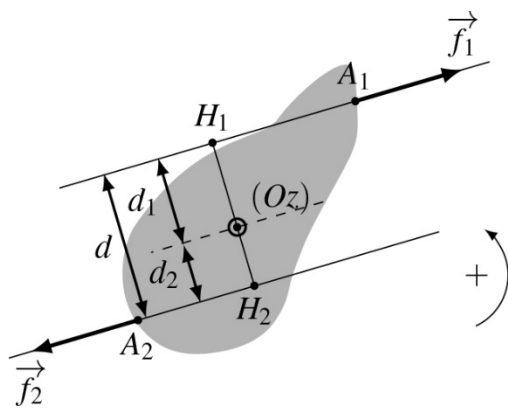
III-1) Translation



III-2) Rotation autour d'un axe fixe

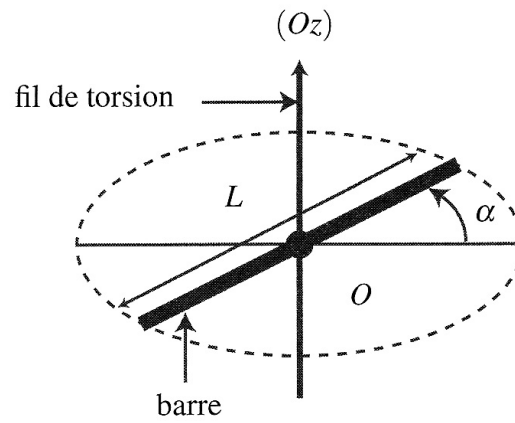


III-4) Couples



Couple de torsion d'un fil en perspective ou en vue du haut. À gauche, le fil de torsion est au repos. À droite, il est à l'équilibre sous l'action d'un couple. La section supérieure du fil est fixe.

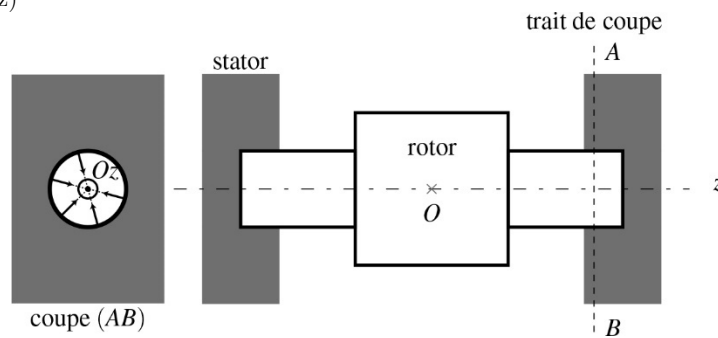
III-5) Pendule de torsion



Pendule de torsion vu en perspective.

III-6) Pendule pesant

a) Liaison pivot d'axe (Oz)



Le contact entre les deux cylindres conduit à l'existence de frottements que l'on peut réduire fortement en utilisant des roulements à billes ou à aiguilles.

b) Equation du mouvement

