

## M5 : THEOREME DU MOMENT CINETIQUE

### Grandeurs physiques

#### Théorème du moment cinétique appliqué à un point matériel

## CTM4 : STRUCTURES ET PROPRIETES PHYSIQUES DES SOLIDES (CRISTALLOGRAPHIE)

### Solides cristallins

- description, modèle de cristal parfait et ses limites
- vocabulaire : population, coordinence, motif, maille, compacité, masse volumique

### Différentes structures compactes et non compactes

- description des mailles cubiques : simple, centrée, à face centrées
- étude des mailles CC et CFC avec le modèle des sphères dures
- sites interstitiels tétraédriques et octaédriques d'une maille CFC : position, nombre, rayon d'habitabilité

### Différentes types de cristaux

- cristaux métalliques : liaison, propriétés physiques, cas des alliages
- cristaux ioniques : liaison, propriétés physiques, condition de stabilité, exemple de CsCl et NaCl,
- cristaux covalents : liaison, propriétés physiques, exemple du diamant et du graphite
- cristaux moléculaires : liaison, propriétés physiques, exemple de l'eau

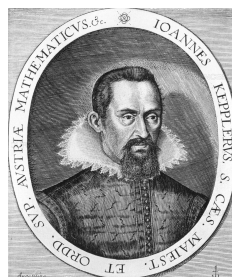
## M6 : FORCES CENTRALES CONSERVATIVES

### Lois de conservation

- présentation des forces centrales conservatives
- conservation du moment cinétique : démonstration, planéité du mouvement (1<sup>ère</sup> conséquence), constante et loi des aires (2<sup>ème</sup> conséquence)
- conservation de l'énergie mécanique : démonstration, notion d'énergie potentielle effective, profil d'énergie potentielle effective :  $E_{\text{eff}}(r)$ , état lié ou état de diffusion

### Cas des forces centrales newtoniennes

- définition et exemples (expression des forces newtoniennes et de leur énergie potentielle)
- discussion du mouvement radial à l'aide du profil d'énergie potentielle effective :  $E_{\text{eff}}(r)$
- étude des trajectoires circulaires : uniformité du mouvement, relation entre vitesse et rayon, énergie mécanique, période de révolution
- étude des trajectoires elliptiques : énergie mécanique (par détermination de  $r_{\text{min}}$  et  $r_{\text{max}}$ ), période de révolution (par généralisation de l'expression pour la trajectoire circulaire)
- cas des forces gravitationnelles : satellites géostationnaires



Johannes Kepler

(physicien allemand 1571-1630)

## EXTRAIT DU PROGRAMME de MPSI

| Notions et contenus                                                                                                                                | Capacités exigibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4.3. Structure et propriétés physiques des solides</b>                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Modèle du cristal parfait</b><br>Solide amorphe, solide cristallin, solide semi-cristallin ; variétés allotropiques.                            | <b>Illustrer l'influence des conditions expérimentales sur la formation de solides et de solides cristallins.</b><br>Décrire un cristal parfait comme un assemblage de mailles parallélépipédiques.<br>Déterminer la population, la coordinence et la compacité pour une structure fournie.<br>Déterminer la valeur de la masse volumique d'un matériau cristallisé selon une structure cristalline fournie.<br>Relier le rayon métallique, covalent, de van der Waals ou ionique, selon le cas, aux paramètres d'une maille donnée. |
| Description du cristal parfait ; population, coordinence, compacité, masse volumique.<br>Rayons métallique, covalent, de van der Waals ou ionique. | Utiliser un logiciel ou des modèles cristallins pour visualiser des mailles et des sites interstitiels et pour déterminer des paramètres géométriques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Description des modèles d'empilement compact de sphères identiques.                                                                                | Localiser les interstices tétraédriques et octaédriques entre les plans d'empilement.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Maille conventionnelle CFC et ses sites interstitiels.                                                                                             | Localiser, dénombrer les sites tétraédriques et octaédriques d'une maille CFC et déterminer leur habitabilité.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Limites du modèle du cristal parfait.                                                                                                              | Confronter des données expérimentales aux prévisions du modèle.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Métaux</b><br>Cohésion et propriétés physiques des métaux.                                                                                      | Positionner dans le tableau périodique et reconnaître les métaux et non métaux.<br>Relier les caractéristiques de la liaison métallique (ordre de grandeur énergétique, non directionnalité) aux propriétés macroscopiques des métaux.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Solides covalents et moléculaires</b><br>Cohésion et propriétés physiques des solides covalents et moléculaires.                                | Relier les caractéristiques des liaisons covalentes, des interactions de van der Waals et des interactions par pont hydrogène (directionnalité ou non, ordre de grandeur des énergies mises en jeu) et les propriétés macroscopiques des solides correspondants.                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Solides ioniques</b><br>Cohésion et propriétés physiques des solides ioniques.                                                                  | Relier les caractéristiques de l'interaction ionique dans le cadre du modèle du solide ionique parfait (ordre de grandeur de l'énergie d'interaction, non directionnalité, charge localisée) avec les propriétés macroscopiques des solides ioniques.                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Notions et contenus                                                                                                                                                            | Capacités exigibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.6. Mouvements dans un champ de force centrale conservatif</b>                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Point matériel soumis à un champ de force centrale.                                                                                                                            | Établir la conservation du moment cinétique à partir du théorème du moment cinétique.<br>Établir les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan, loi des aires.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Point matériel soumis à un champ de force centrale conservatif</b><br>Conservation de l'énergie mécanique.<br>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.<br>Exprimer la conservation de l'énergie mécanique et construire une énergie potentielle effective.<br>Décrire qualitativement le mouvement radial à l'aide de l'énergie potentielle effective.<br>Relier le caractère borné du mouvement radial à la valeur de l'énergie mécanique.<br><br><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. |
| <b>Cas particulier du champ newtonien</b><br>Lois de Kepler.                                                                                                                   | Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Cas particulier du mouvement circulaire : satellite, planète.                                                                                                                  | Établir que le mouvement est uniforme et déterminer sa période.<br>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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Énergie mécanique dans le cas du mouvement circulaire et dans le cas du mouvement elliptique.                                                                                  | Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire.<br>Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Satellites terrestres</b><br>Satellites géostationnaire, de localisation et de navigation, météorologique.                                                                  | Différencier les orbites des satellites terrestres en fonction de leurs missions.<br>Déterminer l'altitude d'un satellite géostationnaire et justifier sa localisation dans le plan équatorial.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |