

## **1. Electronique des signaux**

- ES1** Diviseurs de tension et de courant en continu ou en RSF.
- ES2** Réponse temporelle d'un circuit RC ou RL à un échelon de tension. Ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.
- ES3** Réponse temporelle d'un circuit RLC série soumis à un échelon de tension. Pulsation propre et facteur de qualité. Nature de la réponse en fonction de la valeur du facteur de qualité. Ordre de grandeur de la durée du régime transitoire, selon la valeur du facteur de qualité.
- ES4** Circuit RLC série (passe-bas) ou LCR série (passe-bande) en RSF : réponse harmonique en RSF. Résonance et facteur de qualité. Relation entre la pulsation propre, la bande passante à -3 dB et le facteur de qualité.
- ES5** Décomposition d'un signal périodique en série de Fourier. Valeur moyenne et valeur efficace d'un signal périodique. Démontrer et savoir que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.
- ES6** Réalisations simples de filtres passifs passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2. Etablir et connaître leurs fonctions de transfert sous forme canonique.
- ES7** Allure des diagrammes de Bode (gain et phase) des filtres passifs passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2. Ruptures de pente et ruptures de phase. Fréquences de coupure (passe-bas et passe-haut) et bande passante à - 3 dB.
- ES8** Réponse d'un système linéaire d'ordre 1 (passe-bas ou passe-haut) ou 2 (passe-bande) à un signal périodique (sinusoïde, triangle, créneau). Comportement moyennneur, intégrateur, ou dérivateur d'un filtre en fonction de la fréquence.

- ES9** Condition sur les impédances d'entrée et de sortie de filtres montés en cascade, permettant de factoriser leurs fonctions de transfert.
- ES10** Donner les caractéristiques d'un ALI idéal en régime linéaire. Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse d'un ALI comme un indice de fonctionnement en régime linéaire.
- ES11** Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur. Déterminer les impédances d'entrée de ces montages.

## 2. Mécanique

- M1** Mouvement circulaire uniforme et non uniforme : exprimer les composantes du vecteur-position, du vecteur-vitesse et du vecteur-accélération en coordonnées polaires planes. Identifier les liens entre les composantes du vecteur accélération, la courbure de la trajectoire, la norme du vecteur-vitesse et sa variation temporelle. Situer qualitativement la direction du vecteur-accélération dans la concavité d'une trajectoire plane.
- M2** Quantité de mouvement d'un point ou d'un système de points. Exprimer la quantité de mouvement d'un système de deux points en fonction de la vitesse du centre de masse.
- M3** Énoncer les 3 lois de Newton.
- M4** Mouvement dans le champ de pesanteur uniforme : mettre en équation le mouvement sans frottement et le caractériser comme un mouvement à vecteur-accélération constant. Prendre en compte la traînée (linéaire ou quadratique) pour modéliser une situation réelle. Exploiter une équation différentielle sans la résoudre analytiquement : analyse en ordres de grandeur, détermination de la vitesse limite. Écrire une équation adimensionnée.
- M5** Établir l'équation du mouvement du pendule simple. Justifier l'analogie avec l'oscillateur harmonique dans le cadre de l'approximation linéaire.
- M6** Travail et puissance d'une force. Théorème de l'énergie cinétique dans un référentiel galiléen : cas d'un point matériel et d'un système déformable. Cas d'un solide indéformable.
- M7** Champ de force conservative et énergie potentielle : lien entre le travail d'une force conservative et la variation de l'énergie potentielle associée. Déterminer l'expression d'une force à partir de l'énergie potentielle, l'expression du gradient étant fournie. Déduire qualitativement, en un point du graphe d'une fonction énergie potentielle, le sens et l'intensité de la force associée.

- M8** Établir et connaître les expressions des énergies potentielles de pesanteur (champ uniforme), énergie potentielle gravitationnelle (champ créé par un astre ponctuel), énergie potentielle élastique, énergie électrostatique (champ uniforme et champ créé par une charge ponctuelle).
- M9** Énergie mécanique et théorème de l'énergie mécanique. Notion de mouvement conservatif.
- M10** Mouvement conservatif à 1 dimension : identifier sur un graphe d'énergie potentielle une barrière et un puits de potentiel. Déduire d'un graphe d'énergie potentielle le comportement qualitatif : trajectoire bornée ou non, mouvement périodique, positions de vitesse nulle.
- M11** Déduire d'un graphe d'énergie potentielle l'existence de positions d'équilibre, et la nature stable ou instable de ces positions. Petits mouvements au voisinage d'une position d'équilibre stable : identifier cette situation au modèle de l'oscillateur harmonique.
- M12** Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles. Montrer et savoir qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.
- M13** Effectuer un bilan énergétique pour calculer la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.
- M14** Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique. Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.
- M15** Moment cinétique d'un point matériel ou d'un système discret de points matériels par rapport à un point ou un axe orienté. Relier la direction et le sens du vecteur moment cinétique aux caractéristiques du mouvement. Utiliser le caractère algébrique du moment cinétique scalaire.
- M16** 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.
- M17** Théorème du moment cinétique en un point fixe dans un référentiel galiléen. Conservation du moment cinétique : identifier les cas de conservation du moment cinétique.
- M18** Mouvement d'un point matériel dans 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.
- M19** Mouvement d'un point matériel dans un champ de force centrale conservatif : 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 de ce mouvement à la valeur de l'énergie mécanique.

- M20** Définir un champ newtonien. Énoncer les lois de Kepler pour les planètes et les transposer au cas des satellites terrestres. 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.
- M21** Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement circulaire dans un champ newtonien. Exprimer l'énergie mécanique pour le mouvement elliptique en fonction du demi-grand axe. Exprimer les vitesses cosmiques (vitesse en orbite basse et vitesse de libération) et connaître leur ordre de grandeur en dynamique terrestre.
- M22** 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.
- M23** Solide en rotation autour d'un axe fixe : distinguer mouvement de rotation et mouvement de translation circulaire. Ecrire et exploiter 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.
- M24** Définir un couple. Définir une liaison pivot et justifier le moment qu'elle peut produire. Énoncer et exploiter le théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.
- M25** Pendule de torsion : établir l'équation du mouvement. Expliquer l'analogie avec l'équation de l'oscillateur harmonique. Établir une intégrale première du mouvement.
- M26** Pendule pesant : établir l'équation du mouvement. Expliquer l'analogie avec l'équation de l'oscillateur harmonique. Établir une intégrale première du mouvement.
- M27** Énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe. Dans le cas d'un solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen, établir l'équivalence entre la loi scalaire du moment cinétique et celle de l'énergie cinétique.

### 3. Optique géométrique

- OG1** Caractériser une source lumineuse par son spectre. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur. Définir l'indice d'un milieu transparent et relier la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu.

- OG2** Définir le modèle de l'optique géométrique et indiquer ses limites. Énoncer avec précision et en s'appuyant sur des schémas les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction. Établir la condition de réflexion totale (sur un dioptre séparant deux milieux transparents).
- OG3** Construire l'image d'un objet par un miroir plan, identifier sa nature réelle ou virtuelle. Définir la notion de stigmatisme et expliquer le stigmatisme rigoureux du miroir plan.
- OG4** Énoncer les conditions de Gauss permettant d'obtenir un stigmatisme approché d'un système centré et les relier aux caractéristiques d'un détecteur.
- OG5** Lentilles minces dans l'approximation de Gauss : connaître les définitions et les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence (pour une lentille mince convergente ou divergente). Construire l'image (par une lentille mince convergente ou divergente) d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux.
- OG6** Énoncer et exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal fournies (Descartes et Newton). Choisir, en argumentant de façon pertinente dans un contexte donné, la formulation (Descartes ou Newton) la plus adaptée. Établir et connaître la condition  $D \geq 4f'$  pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- OG7** Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe. Connaître les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation de l'œil (punctum proximum, punctum remotum).
- OG8** Modéliser l'appareil photographique comme l'association d'une lentille et d'un capteur. Construire géométriquement la profondeur de champ pour un réglage donné.
- OG9** Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.
- OG10** Système optique à plusieurs lentilles : modéliser, à l'aide de plusieurs lentilles, un dispositif optique d'utilisation courante (au choix).