

Questions de cours

1. Expliquer comment calculer le produit vectoriel de deux vecteurs, à partir de leurs composantes d'abord, puis de leurs normes et de l'angle entre eux.
2. Définir les systèmes de coordonnées cylindriques et sphériques. Représenter dans chaque cas les coordonnées et les vecteurs de base sur un dessin. Exprimer le vecteur position dans ces systèmes.
3. Calculer la vitesse et l'accélération en coordonnées cylindriques.
Partir du vecteur position.
4. Définir le repère de Frenet et l'abscisse curviligne ; les représenter sur un dessin. Calculer la vitesse et l'accélération en coordonnées intrinsèques.
5. Rappeler l'expression reliant les dérivées d'un vecteur par rapport au temps calculées dans deux bases mobiles l'une par rapport à l'autre. En déduire l'expression de la vitesse et de l'accélération dans un référentiel, connaissant leurs valeurs dans un autre référentiel et le mouvement de ces référentiels l'un par rapport à l'autre. Nommer les différents termes.
Vecteur vitesse angulaire. Vitesse d'entraînement. Accélérations d'entraînement et de Coriolis.
6. Définir un référentiel. Donner la définition de la vitesse et de l'accélération dans un référentiel.
Référentiel : ensemble de repères fixes les uns par rapport aux autres.
7. Énoncer précisément les trois lois de Newton et donner le nom de chacune.
Lois énoncées pour un point matériel (distinguer du théorème du centre d'inertie). Définition et postulat d'existence de référentiels galiléens pour le principe d'inertie. Se placer dans un référentiel galiléen pour le principe fondamental de la dynamique et le principe de l'action et de la réaction.
8. Quelles sont les quatre interactions fondamentales ? Indiquer des phénomènes physiques où elles interviennent.
9. Donner l'expression de la force de Lorentz. Rappeler celle de la force de Coulomb entre deux points. Comment cette dernière est-elle reliée au potentiel électrique pour une particule chargée ?
10. Donner l'expression de la force de gravitation universelle entre deux points. Montrer qu'elle est conservative et en déduire l'expression de l'énergie potentielle associée.
Calculer le travail élémentaire pour un déplacement quelconque. Remarque : la différentielle d'un vecteur de norme constante est perpendiculaire à ce vecteur.
11. Comment s'appellent les composantes de la force d'interaction entre deux solides en contact ? Les représenter sur un dessin. Quelle relation a-t-on entre ces composantes ?
Distinguer les cas statique et cinétique. Attention, c'est le mouvement relatif qui compte.
12. Donner l'expression de la force de rappel exercée par un ressort sur un corps attaché à une de ses extrémités. Montrer qu'elle est conservative et en déduire l'expression de l'énergie potentielle associée.
13. Énoncer et démontrer le théorème du moment cinétique pour un point matériel.
Référentiel galiléen. Point fixe pour calculer les moments.
14. Énoncer et démontrer le théorème de l'énergie cinétique pour un point matériel (versions infinitésimale puis finie).
Référentiel galiléen.
15. Qu'est-ce qu'une force conservative ? Énoncer le théorème de l'énergie mécanique pour un point matériel ; le démontrer à partir du théorème de l'énergie cinétique.
Relation entre force et énergie potentielle, entre travail et énergie potentielle. Distinguer forces conservatives et dissipatives. Référentiel galiléen.
16. Définir le centre d'inertie d'un système de points. Énoncer et démontrer le théorème du centre d'inertie.
Forces extérieures uniquement, à cause du principe de l'action et de la réaction. Système fermé. Référentiel galiléen.

17. Énoncer le théorème du moment cinétique pour un système de points.
Référentiel galiléen. Point fixe pour calculer les moments. Forces extérieures. Notion de point d'application d'une force. Système fermé.
18. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique pour un système de points (versions infinitésimale puis finie).
Référentiel galiléen. Forces extérieures et intérieures. Système fermé.
19. Énoncer les lois de conservation applicables à un système isolé.
20. Définir le référentiel barycentrique d'un système de points. Quelle est sa nature si le système est isolé ?
Introduire d'abord un référentiel galiléen.
21. Qu'est-ce qu'un système ouvert ? Donner un exemple. Comment calculer son mouvement ?
22. On a une équation différentielle linéaire à coefficients constants. Expliquer comment la résoudre. Distinguer les différents régimes pour l'équation homogène.
Une solution particulière de l'équation générale + toutes les solutions de l'équation homogène. Équation caractéristique, discriminant. Régimes apériodique, critique, pseudo-périodique (cas particulier : oscillateur harmonique).
23. Quelle est l'équation d'un oscillateur harmonique ? Donner la solution de l'équation homogène de deux manières différentes. Comment passe-t-on de l'une à l'autre ? Donner une solution particulière si le second membre est constant. Donner la solution si les conditions initiales sont connues.
Termes en cosinus et sinus, ou amplitude et phase.
24. Un oscillateur linéaire est soumis à des oscillations forcées et à des frottements proportionnels à la vitesse. À l'aide des nombres complexes, déterminer une solution particulière de l'équation à laquelle il obéit. Définir les régimes transitoire et permanent. Représenter l'amplitude et le déphasage en régime permanent en fonction de la pulsation. Quand a-t-on une résonance ? Définir la bande passante.
25. On considère un oscillateur linéaire soumis à une force conservative, dont l'état est décrit par un paramètre (par exemple sa position sur un axe). Qu'est-ce qu'un équilibre stable (en termes de forces) ? À quoi correspondent l'équilibre et la stabilité en termes d'énergie potentielle (justifier) ?
26. Donner l'énoncé traditionnel des lois de Kepler. Définir les termes utilisés.
27. On considère un système isolé de deux points matériels. Définir le mobile fictif et la masse réduite. Exprimer sans calculs, en fonction du mobile fictif et de la masse réduite, dans le référentiel barycentrique, le moment cinétique du système par rapport au centre d'inertie ainsi que son énergie cinétique. Calculer les vecteurs positions des deux points matériels en fonction de la position du mobile fictif. Que se passe-t-il si l'un des points a une masse très supérieure à l'autre ?
28. Montrer que, dans un système isolé de deux points matériels, le mouvement est plan et établir la deuxième loi de Kepler.
29. Définir l'énergie potentielle effective et donner son expression pour une force en $1/r^2$. Quels sont les mouvements possibles selon l'énergie mécanique du système (expliquer avec un schéma) ?
30. Rappeler la définition d'une conique en termes de directrice, de foyer et d'excentricité. En déduire son expression en coordonnées polaires.
31. Rappeler l'expression en coordonnées cartésiennes d'une ellipse et d'une hyperbole ; donner les propriétés de ces coniques faisant intervenir les demi-axes (surface de l'ellipse et asymptotes de l'hyperbole notamment). Dans le cas de l'ellipse, représenter le foyer et les axes sur un dessin.
32. Énoncer et démontrer les formules de Binet.
33. Démontrer la première loi de Kepler.

34. Selon la valeur de l'excentricité, quels sont les différents types de coniques ? Exprimer dans chaque cas l'énergie mécanique en fonction du demi-grand axe.
35. D'après la troisième loi de Kepler, $a^m/T^n = c^{\text{te}}$. Que valent m et n ? De quoi dépend c^{te} ? Montrer que, pour une trajectoire circulaire, la vitesse est constante ; donner sa valeur. En déduire la valeur de la constante intervenant dans la troisième loi de Kepler.
36. Calculer la vitesse de libération d'un corps lancé depuis la surface terrestre.
37. Énoncer les lois de conservation vérifiées lors d'un choc quelconque, puis lors d'un choc élastique en particulier. Écrire les équations correspondantes. Les résoudre dans le cas d'un choc élastique frontal.
38. Idem dans le cas d'un choc parfaitement mou.
39. Établir dans un référentiel non galiléen la relation correspondant au principe fondamental de la dynamique. Indiquer les forces d'inertie dans cette expression.
40. Comment écrire la relation fondamentale dans le référentiel terrestre, supposé non galiléen ? Distinguer et nommer les différentes forces intervenant quel que soit le phénomène étudié.