

- ① Quelle est la méthode pour projeter un vecteur dans une base orthonormée ? Faire deux exemples 1 facile, un plus complexe.
- ② Résoudre l'équation différentielle : $y^2 y' = \cos(x)$
- ③ Résoudre l'équation différentielle : $y' = \frac{-1}{\tau} y$, où τ est une constante.
- ④ Résoudre l'équation différentielle : $y' + \frac{1}{\tau} y = C$ où τ et C sont des constantes.
- ⑤ Déterminer l'équation différentielle sur la tension aux bornes d'un condensateur d'un circuit RC série alimenté par un générateur de tension continue E_0 . La résoudre. Tracer la solution. Identifier le régime libre, le régime forcé et le régime transitoire.
- ⑥ Déterminer l'équation différentielle sur la tension aux bornes d'un condensateur d'un circuit RC série alimenté par un générateur de tension sinusoïdale $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$. Déterminer la solution en régime permanent. En déduire la solution à tout instant.
- ⑦ Soit l'équation différentielle $ay'' + by' + cy = 0$. Déterminer la forme des solutions suivant les valeurs de a , b et c .
- ⑧ Donner la position d'un point M quelconque dans la base cartésienne. En déduire la vitesse puis l'accélération dans cette base.
- ⑨ Donner la position d'un point M quelconque dans la base polaire. Montrer que $\frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{\theta} \vec{e}_\theta$. Donner également la dérivée temporelle de \vec{e}_θ sans démonstration. En déduire la vitesse puis l'accélération dans la base polaire.
- ⑩ Tracer le graphe de la tension $u_1(t) = U_m \cos(\omega t)$ sur 4 périodes. Tracer sur le même graphique le graphe $u_2(t) = U_m \cos(\omega t + \pi/2)$ et $u_3(t) = U_m \cos(\omega t - \pi/2)$. Laquelle est avance de phase par rapport à u_1 ? Tracer aussi $u_4(t) = U_m \cos(\omega t + \pi)$. Expliquer la notion de quadrature de phase et d'opposition de phase.
- ⑪ Donner l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique. Quelles sont les solutions ? Que doit-on en général négliger pour obtenir un oscillateur harmonique.
- ⑫ Pour un système masse-ressort le déplacement de la masse est décrit par : $x(t) = a \cos(\omega_0 t + \phi)$. Déterminer les « constantes d'intégration » dans le cas où la masse est lancée avec une vitesse initiale v_0 à partir de la position $x = 0$. La durée mesurée de 10 oscillations est $\tau = 4,4$ s quelle est la pulsation propre du système ?
- ⑬ Comment est défini l'indice de réfraction d'un milieu transparent ? Pourquoi sa valeur est-elle toujours supérieure ou égale à un ?
- ⑭ Comment se propage la lumière dans un milieu homogène ? Qu'est-ce qu'un rayon lumineux ?
- ⑮ Définir la notion de « dioptre » et en donner des exemples. Comment est défini le plan d'incidence en un point d'un dioptre ?
- ⑯ Énoncer les deux lois de Descartes-Snell aussi bien pour le rayon réfléchi que pour le rayon réfracté (en évitant de se limiter aux seules formules. . .). Comment savoir si, lors d'une réfraction, le rayon s'écarte ou se rapproche de la normale ? Que n'indique pas l'optique géométrique en ce qui concerne les rayons réfléchi et réfracté en un même point d'un dioptre ?
- ⑰ Dans quel cas parle-t-on de réfraction limite ? Donner l'expression de $\sin i_l$. Définir proprement la notion de réflexion totale et donner des exemples pratiques d'utilisation de ce phénomène.
- ⑱ Donner les définitions précises de « objet » et « image », ainsi que de « réel(le) » et « virtuel(le) ». Faire pour chacune des quatre possibilités (OR, OV, IR et IV) un schéma avec quelques rayons.
- ⑲ Que signifient les notions de « stigmatisme » et d'« aplanétisme » ?
- ⑳ Énoncer les conditions de Gauss. Dans les conditions de Gauss, que peut-on approximer ?

- (21) Quelle propriété remarquable possède un miroir plan ? Rappeler les caractéristiques : position de l'image, grandissement, ... Montrer sur un schéma et en s'appuyant sur une interprétation en termes de faisceau, que l'image d'un objet réel par un miroir plan est virtuelle et inversement ; en donner une application dans chaque cas.
- (22) Par quelle(s) construction(s) obtient-on le rayon émergent correspondant à un rayon incident quelconque ? (Faire la construction).
- (23) Rappeler la formule de conjugaison de Descartes ? (Elle doit normalement être fournie).
- (24) Rappeler la définition du grandissement. Montrer que dans le cas d'une lentille mince $\gamma = \frac{OA'}{OA}$.
- (25) Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface d'un liquide ; il fait un angle $\alpha = 56^\circ$ avec le plan horizontal. La déviation entre le rayon incident et le rayon réfracté est $\theta = 13,5^\circ$. Quel est l'indice n du liquide.
- (26) Construire l'image d'un objet réel (d'abord avant F puis après F) par une lentille convergente. Interpréter le résultat en termes de faisceau. Reprendre avec un objet virtuel.
- (27) Qu'observe-t-on lorsqu'on envoie un faisceau convergent sur une lentille divergente (deux cas sont à distinguer : objet virtuel proche de la lentille, avant F , et objet éloigné, après F) ?
- (28) On souhaite projeter un objet lumineux AB sur un écran E placé à une distance D de AB à l'aide d'une lentille convergente de distance focale f' . Montrer qu'il faut $D \geq 4f'$. (Condition à connaître).
- (29) Quels sont les choix d'orientation appelés « convention récepteur » et « convention générateur » pour un dipôle quelconque ? Donner explicitement, pour chaque orientation, la relation entre tension et intensité d'abord pour un conducteur ohmique, un condensateur puis pour une source de tension réelle (voir dans la partie TP le comportement de ces dipôles).
- (30) Établir les lois d'association série et parallèle de deux résistances R_1 et R_2 .
- (31) Rappeler, à l'aide d'un schéma, l'expression du pont diviseur de tension. Démontrer le. Dans quel cas n'est-il pas valable.
- (32) À partir de la puissance reçue, déterminer l'énergie emmagasinée dans une bobine d'inductance L et traversée par un courant d'intensité i . Quelle est l'énergie emmagasinée dans un condensateur de capacité C aux bornes duquel la tension est u ? Connaître ces résultats et savoir faire les démonstrations.
- (33) Quelle est la grandeur électrique continue dans une branche comportant une bobine, et pourquoi ? Quelle est la grandeur électrique continue dans une branche contenant un condensateur, et pourquoi ?
- (34) Écrire l'équation différentielle d'un dipôle LC en régime libre et en déduire la pulsation propre d'oscillation ω_0 de ce système. Que peut-on dire de cette modélisation ?
- (35) Montrer que l'énergie du système de la question précédente est constante au cours du temps et expliquer qualitativement les oscillations.
- (36) Quelle est l'équation différentielle sur la tension aux bornes du condensateur d'un circuit RLC en régime libre. La mettre sous forme canonique en introduisant ω_0 et Q . Comment nomme-t-on ces constantes ?
- (37) Quels sont les 3 régimes de fonctionnement en fonction de la valeur Q ? Pour lequel le retour à l'équilibre est-il le plus rapide ?
- (38) Toujours pour le dipôle RLC série en régime libre, donner la forme de la fonction $u_c(t)$, tension aux bornes de C dans le cas du régime pseudopériodique. Définir les courbes enveloppes ; les extrema de $u_c(t)$ sont-ils sur ces courbes enveloppes ? Donner l'allure du graphe de $u_c(t)$, en précisant les zéros de $u_c(t)$, les points de contact avec les courbes enveloppes et les extrema de $u_c(t)$.

- 39) Quel est le lien entre durée du régime libre et facteur de qualité ?
- 40) Rappeler les expressions des impédances complexes, notées Z , des dipôles linéaires en régime variable de type conducteur ohmique de résistance R , bobine parfaite d'inductance L et condensateur parfait de capacité C . Préciser dans chaque cas la relation entre u et i . Que représente $\arg(Z)$? Quelle est sa valeur dans chacun des cas précédents ?
- 41) Qu'appelle-t-on régime sinusoïdal forcé ? Qu'appelle-t-on complexe associé à une grandeur sinusoïdale ?
- 42) Qu'est-ce qu'un référentiel ? Pourquoi doit-on le définir avant de parler de mouvement ? Qu'est-ce qui distingue un repère et un référentiel ? Définir la vitesse d'un point mobile (vitesse instantanée) à partir du vecteur vitesse moyen. Montrer que la vitesse est tangente à la trajectoire. Comment est défini le vecteur accélération ? À quoi sert-il ?
- 43) Quelle est la définition d'un mouvement uniforme ? Quels sont les caractéristiques d'un mouvement rectiligne ? Énoncer une condition nécessaire et suffisante de mouvement rectiligne et uniforme d'un point.
- 44) Définir un mouvement circulaire. Quel système de coordonnées est le mieux adapté ? Comment s'expriment les vecteurs vitesse et accélération dans la base locale correspondante ?
- 45) Donner toutes les caractéristiques du mouvement circulaire uniforme et commenter.
- 46) Énoncer le principe d'inertie.
- 47) Dans le champ de pesanteur \vec{g} , un projectile P de masse m est lancé du point O avec une vitesse initiale $v_0 > 0$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal (O, \vec{e}_x) . On note (O, \vec{e}_z) l'axe vertical vers le haut. On ne tient pas compte ici des frottements dans l'air.
- Déterminer l'équation de la trajectoire.
 - En supposant la vitesse initiale imposée en norme, déterminer la direction à lui donner (l'angle de tir α est variable) pour obtenir la plus grande portée au sol.
 - Quelle est l'expression de « la flèche » ?
- 48) Une bille de masse m est accrochée à l'extrémité d'un fil de masse négligeable, de longueur ℓ et suspendu en un point O fixe du référentiel terrestre. Dans cette question, on fait l'hypothèse d'un mouvement plan du pendule.
- Établir l'équation différentielle du mouvement par application de la relation fondamentale de la dynamique. Dans l'hypothèse des petites amplitudes, quelle est la solution $\theta(t)$ sachant que le pendule a été lâché avec une vitesse initiale nulle dans la position $\theta(t=0) = \theta_0 > 0$.
 - Quelle est la période T_0 des oscillations ?
- 49) Donner qualitativement l'origine de la poussée d'Archimède pour un corps immergé. En donner ensuite l'expression littérale puis mathématique.
- 50) Lister toutes les forces que vous connaissez en précisant leurs expressions mathématiques si possible. Faire un schéma pour chaque force.
- 51) Quelle définition peut-on donner d'un solide ?
- 52) Comment distinguer une translation rectiligne d'une translation circulaire ? Donner un exemple dans chaque cas. À quelle condition une translation est-elle uniforme ?
- 53) Comment est modélisée une action mécanique localisée en un point ? Donner un exemple. Une force \vec{F} s'exerce en un point M ; quel est le moment \vec{M}_O de cette force en un point quelconque O ? Que peut-on dire du moment en M .
- 54) Expliquer sur 2 exemples la méthode de détermination du moment d'une force.
- 55) Énoncer la loi (ou théorème) du moment cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe Δ . Définir chaque terme.
- 56) Soit un solide, libre de tourner autour de l'axe (O, \vec{e}_z) , de moment d'inertie J autour de cet axe. Déterminer l'équation différentielle du mouvement en fonction de g et $\ell = OG$, avec G la centre d'inertie du solide.

- 57) Définir les 3 états de la matière au niveau macroscopique et microscopique. Quelle définition peut-on donner à un fluide ? À une phase condensée ?
- 58) Définir les transformations dites respectivement isobare, monobare, isotherme, monotherme, isochore et enfin adiabatique.
- 59) Quelle différence convient-il de faire entre un système fermé et un système isolé ?
- 60) Définir un thermostat.
- 61) L'énergie mécanique est-elle conservative ? Comment est définie l'énergie d'un système fermé et dans quel but ? Donner la signification précise de chaque terme. Quelles sont les deux formes d'échange d'énergie ? Comment est algébrisé l'échange ? Donner des exemples d'échange sous forme de travail.
- 62) Le transfert thermique (ou échange de chaleur) peut se faire notamment par conduction, convection ou rayonnement. Décrire chaque processus d'échange. En donner des exemples.
- 63) Établir l'expression $\delta W = -P_{\text{ext}}dV$ du travail des forces de pression où P_{ext} est la pression extérieure (atmosphère, poids, opérateur, ...) s'exerçant par exemple sur le piston mobile d'une enceinte contenant un gaz. Par quel système ce travail est-il reçu ?
- 64) Comment en déduit-on le travail reçu par le gaz et sous quelles conditions à préciser peut-on affirmer que ce dernier vaut $\delta W = -PdV$ où P est la pression du gaz ?
- 65) Énoncer le premier principe de la thermodynamique. Comment s'écrit-il lorsque le système est « purement » thermodynamique ?
- 66) Dans cette question, le seul travail reçu est celui des forces de pression. Que donne le premier principe pour une transformation isochore ? Pour une transformation monobare entre deux états d'équilibre ? En déduire la notion d'enthalpie.
- 67) Donner la définition de la capacité thermique à pression constante d'un fluide réel, puis des capacités thermiques à pression constante molaire et massique.
- 68) Établir la relation entre les capacités thermiques à volume constant et à pression constante pour un GP (relation de Mayer). On pose $\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{c_p}{c_V}$ exprimer, pour un GP, les capacités thermiques en fonction de γ .
- 69) Rappeler l'équation du gaz parfait et définir les grandeurs qui y interviennent en donnant leur unité. Quelle quantité de gaz parfait, en moles, occupe, à la température de 20 °C et sous la pression de 1,0 bar, un volume de 20 L ? Quel est le volume molaire dans les conditions normales ?
- 70) Quelle est la masse molaire de l'air sachant qu'il est composé approximativement à 80 % de diazote et 20 % de dioxygène ? L'air sous une pression de 1,0 bar et à température usuelle de 20 °C est assimilé à un gaz parfait ; estimer la valeur de sa masse volumique ρ .
- 71) Pourquoi le premier principe est-il insuffisant ? Donner des exemples.
- 72) Énoncer le second principe de la thermodynamique et commenter les notions d'entropie échangée et d'entropie créée.
- 73) Comment procéder pour faire un bilan d'entropie ? Expliquer la méthode.
- 74) Un système subit une transformation adiabatique et mécaniquement réversible (donc quasi statique et sans frottement solide) ; montrer que cette transformation est a priori réversible. Montrer qu'une transformation adiabatique réversible est isentropique. La réciproque pose-t-elle problème ?
- 75) Un gaz parfait idéal subit une transformation adiabatique et réversible. À partir de l'expression de $\Delta S = C_V \ln(P_F/P_I) + C_p \ln(V_F/V_I)$, établir la relation entre P , V et γ (constant pour un GPI). Établir les autres expressions de la loi de Laplace pour un gaz parfait idéal avec T et V , puis P et T .
- 76) Quelles sont les sources du champ magnétique ? Donner des exemples.

- (77) Qu'est-ce qu'une ligne de champ magnétique ? Que peut-on dire de l'intensité du champ magnétique lorsque les lignes de champ s'écartent ou se rapprochent ? À quel type de lignes correspond un champ quasi uniforme ? Comment reconnaît-on l'emplacement des sources ?
- (78) Une bobine (ou solénoïde) « infinie » d'axe Oz est constituée d'un bobinage serré modélisé par n spires circulaires planes par unité de longueur et parcourues par un courant d'intensité I . Dessiner les lignes de champ.
- (79) Quelle force subit un élément de conducteur $d\vec{\ell}$ parcouru par un courant d'intensité i et placé dans un champ magnétique \vec{B} ?
- (80) Décrire l'expérience du rail de Laplace. Donner l'équation différentielle sur le mouvement de la tige.
- (81) Pour une spire fermée, donner le moment magnétique. Quelle est la résultante des forces de Laplace qui s'applique sur une spire fermée ? Et le couple ?