

Liste des questions de cours de programme de physique-chimie de PTSI

Avertissement : cette liste des questions de cours est assez subjective, et n'a rien d'officiel. Cependant, elle constitue une bonne base de ce que vous devez savoir faire en autonomie sur chaque chapitre, afin de ne jamais bloquer dans les débuts de problèmes ou sur les raisonnements classiques, quelle que soit la situation. Si vous maîtrisez tout cela correctement, vous n'avez à peu près rien à craindre de quoi que ce soit qui ferait appel à des connaissances du programme de l'année.

▷ Chapitre Intro - introduction et analyse dimensionnelle

- Établir la dimension d'une force, d'une énergie et d'une pression (en notation M,L,T)

▷ Chapitre S1 - Signaux physiques

- Définir un signal sinusoïdal pur en précisant la signification de chaque terme et leur dimensions et unités. Définir et calculer la valeur moyenne d'un tel signal.
- Définir la valeur efficace d'un signal périodique, puis établir le lien entre l'amplitude et la valeur efficace d'un signal sinusoïdal pur.
- Présenter la notion de déphasage entre deux signaux sinusoïdaux. Exposer les cas particuliers vus en cours, à l'aide de schémas.

▷ Chapitre M1 - Modèle de l'oscillateur harmonique

- Donner la forme canonique d'une équation différentielle harmonique, puis la résoudre entièrement (avec des conditions initiales simples au choix du colleur). Tracer l'allure de la solution et définir sa période et sa fréquence en fonction de ω_0 .
- Établir qu'un système masse-ressort sans frottement horizontal vérifie une équation harmonique à préciser, en déduire l'expression de la période du mouvement. Expliquer les principales limites de cette modélisation.
- Montrer qu'un système masse-ressort est conservatif à partir d'une solution particulière de l'équation harmonique (fournie par le colleur).
- En partant de $m\ddot{x} = -k(x - l_0)$, montrer qu'un système masse-ressort est toujours conservatif.

▷ Chapitre O1 - Bases de l'optique géométrique

- Définir l'indice optique n d'un milieu, et établir le lien entre la longueur d'onde λ_0 dans le vide et λ dans le milieu pour une vibration de même fréquence. Définir un milieu dispersif et donner un exemple.

- Énoncer les lois de la réflexion et de la réfraction. Décrire les divers cas de réfraction (en fonction de la valeur des deux indices).
- Décrire le phénomène de réflexion totale : condition d'existence, angle limite de réfraction, application à la fibre optique à saut d'indice.
- Définir précisément les termes suivants : objet réel, objet virtuel, image réelle, image virtuelle, stigmatisme, aplanétisme.
- Énoncer les conditions de Gauss, et expliquer ses conséquences sur les systèmes optiques centrés.

▷ Chapitre Tma1 - Bases de la chimie

- Diagrammes (P,T) : tracer l'allure dans deux cas, placer les différentes phases et les points remarquables, et donner leur signification.
- Sur n'importe quel exemple de réaction chimique au choix du colleur, établir le tableau d'avancement de la réaction et déterminer le ou les réactif(s) limitant(s) et la composition finale d'un mélange en supposant la réaction totale.
- Énoncer les différentes expressions des activités chimiques au programme (gaz parfait, soluté, solvant, solide). Donner l'expression de la constante d'équilibre K pour une réaction, et l'appliquer sur un exemple au choix du colleur.
- Énoncer précisément la loi d'action de masse, et expliquer comment cette loi permet de prévoir le sens d'évolution d'un système chimique à partir d'un état initial.

▷ Chapitre O2 - Lentilles minces

- Tracer l'image d'un faisceau de lumière parallèle incident incliné par rapport à l'axe optique par une lentille convergente puis divergente en expliquant la construction.

- Déterminer graphiquement 3 images d'objets par des lentilles, faisant obligatoirement intervenir au moins une lentille divergente, un objet virtuel, et un objet à l'infini.
- Énoncer puis établir la condition portant sur la distance objet-écran D pour projeter une image sur un écran à l'aide d'une simple lentille convergente de focale f' .
- Présenter l'œil humain : sa modélisation optique et les deux valeurs à connaître avec leur définition précise (ordre de grandeur de la résolution angulaire et limites de la plage d'accommodation pour un œil emmétrope).

▷ Chapitre E11 - Bases de l'électricité

- Définir les termes suivants : masse d'un circuit, convention récepteur/générateur d'un dipôle, puissance reçue par un dipôle, énergie reçue par un dipôle pendant un temps δt et définition du kilowatt-heure.
- Présenter l'ARQS et son domaine de validité (en terme de taille du circuit et de fréquence du signal)
- Présenter sommairement un dipôle résistif : Loi d'Ohm et conventions, caractéristique, puissance dissipée.
- Énoncer les lois d'association des résistances, et les démontrer dans le cas d'un assemblage de 2 résistances série puis parallèle.
- Présenter le pont diviseur de tension, et démontrer la formule associée.
- Présenter le pont diviseur de courant, et démontrer la formule associée.
- Énoncer les lois d'association des résistances, et les démontrer dans le cas d'un assemblage de 2 résistances série et parallèle
- Donner la modélisation d'un générateur de Thévenin, déterminer sa caractéristique $i = f(u)$ et la tracer.

▷ Chapitre S2 - Ondes unidimensionnelles

- Présenter le concept d'onde progressive sinusoïdale (formule), et expliquer clairement ce que l'on entend par la double périodicité de cette onde.
- En partant d'une onde stationnaire $s(x, t) = S_0 \cos(\omega t + \varphi) \cos(kx + \psi)$, établir l'expression des fréquences propres f_n d'une corde tendue entre ses deux extrémités en $x = 0$ et $x = L$. Représenter les premiers modes propres.
- Calculer le signal résultant de la superposition de deux signaux sinusoïdaux en un point, en déduire les conditions d'interférences constructives et destructives.

- Décrire le phénomène de diffraction d'une onde en explicitant la formule liant θ , a et λ , le montage expérimental vu en cours et l'influence de a sur la figure de diffraction.

▷ Chapitre S3 - Régimes transitoires du premier ordre

- Présenter le composant condensateur : structure, énergie stockée, continuité de la tension.
- Présenter la charge d'une condensateur dans un circuit RC série alimenté par une source de tension parfaite E . (équation différentielle, constante de temps, graphe de $u_c(t)$).
- Présenter le composant bobine idéale : structure, énergie stockée, continuité de l'intensité.
- Présenter l'établissement du courant dans un circuit RL série alimenté par une source de tension parfaite E (équation différentielle, constante de temps, graphe de $i(t)$).

▷ Chapitre Tma2 - Structure électronique des atomes

- Présenter, la structure générale du tableau périodique ainsi que les grands groupes ou blocs de celui-ci en faisant le lien avec la structure électronique externe de l'élément.

▷ Chapitre S4 - Régimes transitoires du second ordre

- Modéliser un système masse ressort vertical avec force de frottement fluide, et établir l'équation différentielle vérifiée par le paramètre de position de la masse, puis définir ω_0 et Q pour ce système. Commenter l'influence de α sur Q .
- Donner la forme canonique d'une équation linéaire d'ordre 2 (avec ω_0 et Q), et expliquer comment on la résout (donner la forme mathématique des solutions possibles) en distinguant suivant les valeurs de Q . Donner le noms des divers régimes, leur signification et l'allure (graphique) des solutions de cette équation dans chaque cas.
- Donner la forme canonique d'une équation linéaire d'ordre 2. En régime pseudo-périodique, établir l'expression de la solution, et définir la pseudo-période T en fonction de ω_0 et Q . Justifier qu'on puisse parfois la confondre avec la période propre en précisant dans quel cadre.
- Un circuit RLC série est alimenté par un générateur de fem E constante. A $t = 0$ on ferme le circuit. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C (sans la résoudre), définir ω_0 et Q et justifier soigneusement les conditions initiales dans ce cas précis.

▷ Chapitre TMa3 - Cinétique chimique

- Présenter l'évolution d'une concentration obéissant à une loi de vitesse d'ordre 0 par rapport à un seul réactif : Équation différentielle vérifiée par la concentration en réactif, résolution, allure de la concentration en fonction du temps, temps de demi-réaction.
- Même chose que précédemment avec une loi de vitesse d'ordre 1
- Même chose que précédemment avec une loi de vitesse d'ordre 2
- Présenter la méthode de dégénérescence de l'ordre et son intérêt.
- Présenter la méthode intégrale en cinétique chimique, dans le cas d'un ordre postulé 0, 1 ou 2 par rapport à un réactif.

▷ Chapitre S5 - Notation complexe et réponses harmoniques des systèmes linéaires

- Modéliser un oscillateur mécanique forcé (système masse ressort amorti avec plafond oscillant). Montrer comment on se ramène à une équation différentielle avec second membre sinusoïdal dans ce cas.

- En partant de l'expression de l'amplitude complexe de l'oscillateur étudié en cours : $\underline{z}(j\omega) = \frac{e_0}{1 + j\frac{\omega}{Q\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$, étudier les cas limite de \underline{z} en BF et

HF, et interpréter physiquement le module et l'argument. Établir l'expression de l'amplitude réelle de z .

- En partant de l'expression de l'amplitude complexe de l'oscillateur étudié en cours : $\underline{z}(j\omega) = \frac{e_0}{1 + j\frac{\omega}{Q\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$, établir la condition d'existence d'une

résonance en élongation pour un tel oscillateur $Q > 1/\sqrt{2}$. Déterminer quand elle existe la pulsation de résonance, et préciser à quelle condition on peut considérer $\omega_r \approx \omega_0$.

▷ Chapitre E12 - Electricité en régime sinusoïdal

- Définir la notion d'impédance complexe, et établir les expressions de l'impédance d'une résistance, d'une bobine et d'un condensateur.
- Établir en justifiant le comportement électrique d'une bobine et d'un condensateur à haute et basse fréquence. Application à l'étude asymptotique d'un circuit au choix du colleur.
- Montrer que la tension \underline{u}_c aux bornes du condensateur d'un circuit RLC série alimenté en sinusoïdal prend la même forme que celle d'un oscillateur mécanique. Identifier Q et ω_0 , puis décrire le comportement de u_C à haute et basse fréquence.

▷ Chapitre M2 - Cinématique

- Présenter les trois systèmes de coordonnées et les bases locales associées (cartésiennes, cylindriques, sphériques).
- Déterminer les vecteurs vitesse et accélération \vec{a} en coordonnées polaires dans le cas général. (Les formules donnant $\frac{d\vec{e}_r}{dt}$ et $\frac{d\vec{e}_\theta}{dt}$ doivent être sues par cœur).
- Décrire complètement un mouvement circulaire uniforme : vecteurs \vec{v} et \vec{a} en coordonnées polaires, lien entre v et \vec{a} , lien entre ω et la période de révolution T .

▷ Chapitre M3 - Dynamique et loi de Newton

- Définir la notion de quantité de mouvement. Dans le cas d'un système de 2 points, établir le lien entre la quantité de mouvement du système et $\vec{v}(G)$ où G est le centre de gravité du système.
- Définir la force de gravitation, le champ gravitationnel créé par une masse en un point, et retrouver l'accélération de la pesanteur terrestre et l'expression \vec{P} du poids sur Terre.
- Présenter les actions que peuvent exercer un fluide sur un corps : forces de frottement fluides (modèles linéaires et quadratiques), poussée d'Archimède.
- Effectuer une étude mécanique du pendule simple non amorti : paramétrage, équations de mouvement, approximation des petits angles et conséquences.

▷ Chapitre S6 - Filtrage linéaire

- Établir la fonction de transfert d'un filtre passe bas d'ordre 1 RC série. Interpréter physiquement $\underline{H}(j\omega)$ en HF, BF, et pour $\omega = \omega_0$.
- Établir les équations des asymptotes hautes fréquences et basse fréquence du diagramme de Bode d'un filtre passe-bas d'ordre 1, de fonction de transfert $\underline{H} = \frac{A}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$. Tracer l'allure des diagrammes de Bode asymptotique et réel.
- Établir les équations des asymptotes hautes fréquences et basse fréquence du diagramme de Bode d'un filtre passe-bande d'ordre 2, de fonction de transfert $\underline{H} = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$. Tracer l'allure du diagramme de Bode asymptotique et du diagramme réel en mettant en évidence la bande passante.

- En repartant de la fonction de transfert d'un filtre passe-bande d'ordre 2, retrouver par le calcul le lien entre la largeur de bande passante à -3dB et la pulsation propre du filtre.

▷ Chapitre TMa5 - Equilibres acido-basiques

- Définir le K_A d'un couple acide-base, puis établir un diagramme de prédominance d'un couple acide-base en fonction du pH. Donner la signification des cas $\text{pH}=\text{p}K_A$, $\text{pH}=\text{p}K_A+1$, $\text{pH}=\text{p}K_A-1$ en justifiant.
- Exposer une méthode pour estimer le pH d'une solution d'un mono-acide faible (au choix du colleur).

▷ Chapitre M4 - Énergie en mécanique

- Définir la puissance d'une force, le travail élémentaire d'une force, et calculer le travail $W(\vec{P})$ du poids d'un objet pour le déplacement d'un objet entre deux altitudes différentes.
- Énoncer précisément le théorème de l'énergie cinétique en précisant la signification de chaque terme puis calculer la distance d'arrêt d'un mobile initialement à la vitesse v_0 soumis à une force de frottement solide à l'aide du TEC.
- Donner la définition d'une force conservative¹, en déduire le lien entre le travail de cette force entre deux états du système et l'énergie potentielle associée, puis établir l'expression d'une énergie potentielle au choix du colleur :
 - Énergie potentielle de pesanteur
 - Énergie potentielle élastique
 - Énergie potentielle de gravitation.
- Énoncer le théorème de l'énergie mécanique et l'établir à partir du théorème de l'énergie cinétique. Calculer la vitesse d'arrivée sur le sol d'un objet en chute libre sans frottement à l'aide de ce théorème.

▷ Chapitre TMa6 - Equilibres d'oxydoréduction

- Définir un oxydant, un réducteur, calculer deux nombres d'oxydation d'éléments dans deux espèces différentes (choisies par le colleur), équilibrer une 1/2 équation électronique (choisie par le colleur), puis écrire la formule de Nernst correspondante.
- Expliquer le fonctionnement de la pile de Daniell (schéma, polarité, électrodes, réaction de fonctionnement).

▷ Chapitre Q1 - Introduction à la mécanique quantique

- Décrire une expérience mettant en évidence le caractère corpusculaire de la lumière. Énoncer les formules permettant le calcul de l'énergie d'un photon et de sa quantité de mouvement.
- Décrire une expérience mettant en évidence le comportement ondulatoire de la matière. Énoncer la relation de De Broglie, et déterminer sur un exemple au choix du colleur si on a besoin de la mécanique quantique ou si la mécanique classique suffit.
- Mettre en évidence la quantification de l'énergie d'une particule confinée dans un puits de potentiel infiniment profond en effectuant une analogie avec la physique des ondes.

▷ Chapitre M5 - Mécanique des particules chargées dans un champ électrique et magnétique

- Présenter la force à laquelle est soumise une particule chargée : signification des termes, conséquences énergétiques et effets de chaque force.
- Établir la relation $u_{AB} = \int_A^B \vec{E} d\vec{r}$ en partant du travail de la force électrique. En déduire la relation liant U , E et L dans le cas d'un champ uniforme entre deux électrodes planes.
- Établir l'énergie cinétique et la vitesse acquise par un électron accélérée par une différence de potentiel U initialement sans vitesse initiale. Présenter sommairement la limite relativiste² Définir l'électron-volt et donner sa valeur.
- Établir les propriétés (uniformité, rayon en fonction de m , v , $|q|$ et $|B|$) d'une particule soumise à un champ magnétique uniforme avec \vec{v}_0 orthogonale à B (on admet que la trajectoire est circulaire).

▷ Chapitre M6 - Théorème du moment cinétique

- Présenter la notion de moment cinétique (d'un point, d'un solide en rotation autour d'un axe fixe) : définition, propriété, projection sur un axe.
- Définir le vecteur moment d'une force en un point A , le moment d'une force par rapport à un axe orienté. Montrer qu'on peut exprimer ce moment simplement grâce à une distance nommée bras de levier que l'on définira.

1. Attention, conservative

2. la formule donnant E_c relativiste n'est pas exigible.

- Énoncer la loi du moment cinétique au point A fixe pour un point matériel M .
- Etablir l'équation d'évolution d'un pendule pesant en liaison pivot parfaite par rapport au bâti.
- Établir l'expression de la loi de l'énergie cinétique pour un solide en rotation, et interpréter les différents termes.

▷ Chapitre TMa7 - Equilibres de précipitation

- Tracer en expliquant le diagramme d'existence du précipité d'hydroxyde de cuivre (II) en fonction du pH ($C_{\text{Cu(II)}} = 10^{-2}$ mol/L et $\text{p}K_s = 19,3$)
- Préciser les différentes cas qui peuvent se produire lors d'un équilibre de précipitation (non formation ou formation du précipité) et le lien avec la loi d'action de masse (comparaison entre le K_s et le produit ionique)

▷ Chapitre T1 - Bases de la thermodynamique

- Rappeler les hypothèses du modèle du gaz parfait. Énoncer la loi du gaz parfait en précisant les unités. Calculer le volume molaire d'un gaz parfait à 25°C .
- Donner la définition de la température cinétique. En déduire un ordre de grandeur de la vitesse quadratique moyenne de translation des molécules d'un gaz parfait diatomique comme le diazote à température ambiante.
- Définir l'énergie interne pour un gaz parfait monoatomique et diatomique, et la capacité thermique à volume constant pour ces deux gaz. Interpréter physiquement l'unité de la capacité thermique.
- Présenter l'allure du diagramme (P, v_m) pour un équilibre diphasé liquide/vapeur. Tracer quelques courbes isothermes, et interpréter les transformations physiques du système lorsqu'on parcourt une courbe isotherme. Définir graphiquement la pression de vapeur saturante.

▷ Chapitre T2 - Premier principe de la thermodynamique

- Énoncer le premier principe de la thermodynamique en précisant la signification de chaque terme. Montrer que ce premier principe peut s'écrire $\Delta H = Q$ dans le cas d'une transformation isobare (pas d'autres travaux autres que ceux des forces pressantes).
- Énoncer et démontrer la relation de Mayer, en déduire les expressions de C_P et C_v en fonction de n , R et γ pour un gaz parfait d'exposant adiabatique γ , ainsi que les deux lois de Joule.

- Présenter les propriétés de deux transformations d'un gaz parfait parmi : isochore, isobare, isotherme, adiabatique réversible (travail reçu, loi de conservation, diagramme de WATT, 1er principe)
- Calculer la température finale d'un mélange de deux masses d'eau m_1 initialement à T_1 et m_2 initialement à T_2 dans un calorimètre parfaitement isolant et de capacité calorifique négligeable, en précisant où servent les hypothèses.
- Définir l'enthalpie massique de changement de phase. Interpréter sa signification pour une transformation isobare.

▷ Chapitre M7 - Mécanique dans un champ de force centrale

- Démontrer que le mouvement d'un point soumis à une force centrale est nécessairement plan, et montrer que dans ce plan $r^2\dot{\theta}$ est une constante du mouvement.
- Expliciter et démontrer la loi des aires pour un point soumis à une force centrale.
- Définir l'énergie potentielle effective dans le cas d'un mouvement Newtonien. Retrouver graphiquement les 3 types de trajectoires possibles dans le cas d'un mouvement gravitationnel.
- Déterminer la vitesse d'un point en mouvement circulaire uniforme autour d'un astre attracteur. Énoncer et démontrer la 3ème loi de Kepler dans ce cadre, et calculer l'énergie mécanique correspondante, en précisant les résultats généralisables au mouvement elliptique.
- Expliquer ce qu'est un satellite géostationnaire. Déterminer son altitude par rapport à la surface de la Terre.
- Définir les deux vitesses cosmiques (vitesse en orbite basse et vitesse de libération) sur Terre et les calculer.

▷ Chapitre T3 - Second principe de la thermodynamique

- Énoncer précisément le deuxième principe³ de la thermodynamique, puis préciser les deux cas particuliers importants (transformation adiabatique/adiabatique réversible)
- Une expression quelconque parmi $S(T, V)$, $S(T, P)$ ou $S(P, V)$ pour les gaz parfaits étant fournie par le colleur, montrer la loi de Laplace correspondante, en précisant bien les hypothèses.
- Réaliser un bilan d'entropie pour un échantillon solide initialement à T_1 mis en contact avec un thermostat à T_0 . Calculer l'entropie créée par irréversibilité, et commenter physiquement.

▷ Chapitre T4 - Machines thermodynamiques

3. Ou second principe

- Montrer qu'un dispositif thermodynamique cyclique ayant pour seul effet de recevoir de l'énergie thermique d'une unique source et de la convertir en travail mécanique (*moteur monotherme*) n'existe pas.
- Présenter le modèle du moteur ditherme, principe de fonctionnement, inégalité sur le rendement, rendement de Carnot, ordre de grandeur du rendement des moteurs thermiques réels.
- Présenter la machine frigorifique ditherme : principe de fonctionnement, divers éléments et description des transformations, inégalité sur l'efficacité, efficacité maximale.
- Présenter la pompe à chaleur ditherme : principe de fonctionnement, divers éléments et description des transformations, inégalité sur l'efficacité, efficacité maximale.

▷ Chapitre TMa8 - Diagrammes potentiel-pH

- Construire le diagramme E-pH de l'eau (avec $p_{gaz}=1\text{bar}$) en expliquant la démarche.
- Un diagramme E-pH au choix étant fourni, déterminer la valeur de l'une des pentes des droites de ce diagramme au choix du colleur.

▷ Chapitre Ind1 - Généralités sur le champ magnétique

- Donner les deux méthodes principales de création d'un champ magnétique. Donner l'allure des lignes de champ magnétique créées par quelques sources classiques. (fil infini, spire, solénoïde) en orientant les lignes de champ.
- Définir la notion de moment magnétique (formule associée pour la spire, pôles nord et sud) et l'intérêt de cette modélisation. Tracer l'allure des lignes de champ créée par un dipôle magnétique à grande distance.

▷ Chapitre Ind2 - Actions de Laplace

- Donner l'expression de la force de Laplace subie par un fil rectiligne dans \vec{B} uniforme. Sur un schéma, trouver l'orientation de cette force en expliquant.
- Montrer que le couple de Laplace subi par une spire parcourue par i placée dans un champ \vec{B} s'écrit $\vec{\Gamma} = \vec{m} \wedge \vec{B}$. Généraliser à tout dipôle magnétique.

- En admettant que l'énergie potentielle associée au couple magnétique s'écrit $E_P = -\vec{m} \cdot \vec{B}$, montrer que tout moment magnétique tend à s'aligner localement avec les lignes de champ magnétiques.

▷ Chapitre Ind3 - Théorie et application de l'induction

- Expliquer le principe d'orientation des surfaces et des contours en induction. Définir la loi de Faraday en expliquant le rôle de l'orientation dans cette loi.
- Énoncer la loi de Lenz. Montrer sur l'exemple simple d'une petite spire conductrice que la Loi de Faraday est compatible avec la loi de Lenz.
- Définir les notions de flux propre, de flux extérieur et d'inductance propre d'un circuit. Calculer le coefficient d'inductance propre d'un solénoïde infini.
- Définir le coefficient d'inductance mutuelle entre deux circuits.
- Présenter le principe de fonctionnement d'un transformateur à deux enroulements, et démontrer que le rapport de transformation des tensions est égal à N_2/N_1 .
- Sur l'exemple des rails de Laplace, mettre en évidence un couplage électromécanique qualitativement (analyse des phénomènes) puis quantitativement (équations électriques et mécanique). Réaliser un bilan de puissance du dispositif.
- Sur l'exemple de la spire maintenue à vitesse constante dans un champ \vec{B} orthogonal à l'axe de rotation et uniforme, mettre en évidence un couplage électromécanique qualitativement (analyse des phénomènes) puis quantitativement (équations électriques et mécanique). Réaliser un bilan de puissance du dispositif.

▷ Chapitre TMa9 - Cristallographie

- Présenter complètement la structure cubique face centrée : emplacement des atomes dans la maille, coordinance et lien paramètre de maille/rayon d'un atome, population, compacité, principe de calcul d'une masse volumique.
- Présenter complètement la structure du diamant : emplacement des atomes dans la maille, coordinance et lien paramètre de maille/rayon d'un atome, population, compacité, masse volumique.