

LES DÉMONSTRATIONS CLASSIQUES

I. mécanique

1. Savoir résoudre l'oscillateur harmonique
2. Savoir résoudre l'oscillateur harmonique amorti et récupérer le facteur de qualité
3. Savoir résoudre le pendule pesant et le pendule simple. Savoir récupérer la période dans le cas d'un mouvement non harmonique
4. Savoir résoudre la chute libre avec frottements proportionnels à la vitesse. Rem : le cas en v^2 est soluble analytiquement pour une chute libre verticale
5. Gravitation : retrouver la vitesse dans le cadre d'une trajectoire circulaire. En déduire la troisième loi de Kepler et l'énergie mécanique. Étendre aux trajectoires elliptiques
6. Connaître les forces d'inertie classiques. Avoir compris qu'un problème avec une force de Coriolis est analogue à un problème avec une force magnétique qui s'exerce sur une particule chargée. Les méthodes de résolutions sont les mêmes.

II. électrostatique et magnétostatique

1. savoir résoudre le mouvement d'une particule dans un champ $\vec{E}$ et avoir compris que c'est analogue à un mouvement dans le champ de pesanteur (mvt parabolique).
2. savoir étudier le mouvement d'une particule chargée dans $\vec{B}$ et en particulier dans le cas circulaire (cyclotron).
3. savoir résoudre les cas classiques de l'électrostatique : boule (et sphère), plan, cylindre, fil chargée.
4. savoir résoudre les cas classiques en magnétostatique : pavé infini, fil infini, solénoïde infini, tore.
5. savoir utiliser les équations de Maxwell en statique (exemple du condensateur diédrique, des colloïdes et du supraconducteur vu en TD)
6. retrouver la capacité du condensateur plan
7. savoir calculer le champ d'un dipôle électrostatique
8. savoir retrouver l'énergie d'une boule chargée en la construisant depuis l'infini (variante avec la gravitation et une planète)

III. Onde mécanique

1. savoir démontrer l'équation des cordes à 1D (équation de D'Alembert). Savoir vérifier que $f(x - ct)$ et $g(x + ct)$ sont solutions
2. savoir étudier une corde accrochée à ses extrémités (régime libre et forcé) et trouver les harmoniques.
3. savoir retrouver l'expression d'une onde stationnaire en partant de son expression à variable séparée $f(x)g(t)$

IV. électromagnétisme

1. savoir calculer le champ électrique d'une bobine ou le champ magnétique d'un condensateur avec les équations de Maxwell sous forme intégrale.
2. savoir décrire le modèle de Drude
3. savoir étudier l'effet Hall
4. savoir calculer la résistance électrique d'un fil
5. savoir démontrer la conservation de la charge à une dimension.
6. savoir faire un bilan d'énergie.

7. savoir étudier une OPP(H) : connaissant $\vec{E}$, calcul de $\vec{B}$, de $\vec{H}$, de la densité volumique d'énergie (notamment equipartition)
8. savoir montrer pour une OPPH que la vitesse de l'énergie c'est c .
9. savoir étudier l'effet de peau (et faire le parallèle avec la diffusion thermique et la mécanique des fluides)
10. savoir étudier un plasma (cas classique de l'ionosphère)
11. savoir étudier le câble coaxial avec et sans perte.
12. savoir refaire le raisonnement qui abouti aux coefficients de réflexion et de transmission
13. savoir démontrer la conservation de l'énergie dans le cas unidimensionnel
14. savoir déterminer une équation de dispersion (image complexe de l'équation de propagation).
15. savoir calculer la vitesse de phase et la vitesse de groupe

V. optique

1. savoir étudier les instruments d'optique classique : lunette, microscope, appareil photo, loupe et œil
2. savoir étudier le montage des trous d'Young simple
3. savoir étudier les trous d'Young dans le cas du montage de Fraunhofer (théorème de Malus, retour inverse)
4. Michelson : savoir déterminer la ddm en lame d'air et en coin d'air
5. savoir déterminer le brouillage du doublet du sodium avec les ordres et si besoin avec le calcul de l'intensité lumineuse (cf TD)
6. savoir étudier le cas de N trous d'Young (réseau) et établir la formule des réseaux
7. savoir retrouver le minimum de déviation

VI. thermodynamique

1. connaître la démonstration de la pression cinétique avec la conservation de la quantité de mouvement (thermo de sup), en déduire la loi des GP
2. savoir étudier une machine thermique : rendement et efficacité (thermo de sup)
3. savoir faire un bilan d'énergie 1D et redémontrer l'équation de diffusion 1D
4. savoir résoudre les cas classiques d'ondes thermiques (effet de peau : la cave par ex). Comprendre le raisonnement du choc thermique.
5. savoir calculer la résistance thermique d'un cylindre.
6. savoir utiliser les résistances thermiques en ARQS.
7. savoir utiliser le premier principe pour un système ouvert en évolution stationnaire et savoir le démontrer.

VII. mécanique des fluides

1. savoir démontrer l'équation de la statique (en référentiel galiléen ou non)
2. connaître la poussée d'Archimède, savoir que c'est la résultante des forces de pression
3. savoir intégrer l'équation de la statique des fluides avec une masse volumique variable (gaz) et constante (liquide)
4. savoir interpréter le résultat des gaz avec la constante de Boltzmann (compétition entre énergie potentielle et énergie d'agitation thermique)
5. savoir calculer la résultante des forces de pression qui s'exerce sur une surface (exercice de type barrage)
6. savoir définir un écoulement irrotationnel, un écoulement incompressible et faire les analogies avec l'électrostatique et la magnétostatique.
7. savoir interpréter les différents termes de l'équation de Navier-Stokes

8. savoir étudier l'écoulement de Poiseuille.
9. savoir étudier l'effet de peau (cf plaque oscillante)
10. savoir établir la conservation de la masse à 1D
11. savoir démontrer les différents théorème de Bernoulli
12. savoir démontrer les théorèmes de Bernoulli avec un bilan d'énergie
13. bilan : savoir faire un bilan de masse, de quantité de mouvement et d'énergie. Notamment savoir refaire les classiques le coude et la fusée
14. bonus : savoir démontrer Poiseuille avec un bilan, avoir compris la démonstration sur la houle (TD).

VIII. Quantique

1. Savoir retrouver les niveaux d'énergie du puits infini
2. être capable de refaire la démonstration dans le cas fini (donc comprendre le principe)
3. savoir résoudre les équations à variables séparées (cf ondes) et notamment obtenir l'équation différentielle vérifiée par la partie spatiale
4. savoir poser les équations pour obtenir les coefficients de transmission et de réflexion (effet tunnel)