

1. Champ électrostatique créé par une boule uniformément chargée (invariances, symétries, théorème de Gauss pour M à l'intérieur ou à l'extérieur de la boule).
2. Capacité d'un condensateur plan (champ créé par une surface infinie, théorème de superposition, lien avec le potentiel ...)
3. Comportement intégrateur / dérivateur d'un filtre sur un exemple.
4. Analogie entre électrostatique et gravitation. Illustration sur l'exemple d'une sphère homogène.
5. Potentiel électrostatique créé par un dipôle en un point M éloigné puis passage au champ électrostatique. Allure des lignes de champ et des équipotentiels.
6. Démonstration : équation de conservation de la charge pour un système à une dimension ( $\vec{j} = j(x, t)\vec{u}_x$ ). Conséquence : loi des nœuds en statique.
7. Loi d'Ohm locale : application au calcul de la résistance d'un cylindre conducteur.
8. Champ magnétique créé par un solénoïde infini. Application : inductance propre d'une portion de solénoïde de longueur H.
9. Champ magnétique créé par un plan infini d'épaisseur e parcouru par un courant  $\vec{j} = j\vec{u}_y$  (démonstration à partir de Maxwell-Ampère).
10. Equations de Maxwell en régime variable. Lien avec l'équation de conservation de la charge et la loi de Faraday.
11. Equation de Poynting : description (dimension, expression, signification) des différents termes intervenant dans l'équation ( $\vec{j} \cdot \vec{E}, u, \vec{\Pi}$ )
12. Passage des équations de Maxwell aux équations de propagation dans le cas d'une région vide de charges et de courants.
13. OPPH : intérêt de la notation complexe : écritures des équations de Maxwell et de l'équation de propagation à l'aide de la notation complexe.
14. Etat de polarisation d'une OPPH : polarisation rectiligne et circulaire.
15. Solide indéformable : description d'un solide en translation (quantité de mouvement, moment cinétique, énergie cinétique) / d'un solide en rotation autour d'un axe fixe (moment cinétique, énergie cinétique).
16. Lois de Coulomb pour le frottement de glissement : cas du glissement et du non glissement, aspects énergétiques.

- 17.** Couple AH/A<sup>-</sup> avec AH : acide faible. Définition du  $K_a$ , lien entre le  $pK_a$ , le pH et les concentrations en AH et A<sup>-</sup>. Diagramme de prédominance.
- 18.** Changement de référentiel : composition des vitesses, composition des accélérations dans les cas d'un référentiel en translation ou d'un référentiel en rotation uniforme autour d'un axe fixe.
- 19.** Lois de la dynamique dans R non galiléen : forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis (cas d'un point matériel).
- 20.** Description d'un paquet d'ondes : lien entre sa durée et sa largeur spectrale, fréquence centrale. Définition de la vitesse de groupe.
- 21.** Effet de peau : équation différentielle vérifiée par le vecteur densité de courant  $\vec{j}$  (en précisant les hypothèses).
- 22.** Réflexion d'une OPPM sur un conducteur parfait (cas de l'incidence normale) : lien entre l'onde incidente et l'onde réfléchie. Onde stationnaire résultant de la superposition des deux ondes.
- 23.** Cas d'une cavité à une dimension : recherche de la solution sous la forme d'une onde stationnaire  $f(x).g(t)$ .
- 24.** Oxydoréduction : définition oxydant / réducteur, formule de Nernst sur un exemple.
- 25.** Pile sur l'exemple  $Zn^{2+}/Zn$  ;  $Cu^{2+}/Cu$  : réactions aux électrodes (cathode, anode), sens du courant, des ions dans le pont salin, rôle du pont salin, force électromotrice.
- 26.** Equation de la diffusion thermique : démonstration dans le cas d'un système 1D sans source.
- 27.** Résistance thermique : établir l'expression de la résistance thermique d'un cylindre d'axe  $x$ , dans lequel la température ne dépend que de  $x$ .
- 28.** Résistance thermique : établir l'expression de la résistance thermique d'un système compris entre deux cylindres de même axe, de rayons  $a$  et  $b > a$ , dans le cas où la température ne dépend que de  $r$  en coordonnées cylindriques.
- 29.** Résistance thermique : établir l'expression de la résistance thermique d'un système compris entre deux sphères de même centre  $O$ , de rayons  $a$  et  $b > a$ , dans le cas où la température ne dépend que de  $r$  en coordonnées sphériques.

- 30.** Hypothèses correspondant au cadre d'étude du dipôle oscillant : estimation des ordres de grandeur dans le cas d'un atome se comportant comme un dipôle oscillant (sous l'effet d'un champ électrique extérieur).
- 31.** Caractéristiques de la puissance rayonnée par le dipôle (vecteur de Poynting en  $1/r^2$ , diagramme de rayonnement, puissance en  $\omega^4$ ).
- 32.** Lien entre le temps de cohérence, la longueur de cohérence et les caractéristiques spectrales de la lumière considérée ( $\lambda_0, \Delta\lambda, \nu_0, \Delta\nu$ ). Définition du chemin optique et expression de la vibration lumineuse en un point M.
- 33.** Superposition de deux rayons cohérents : établissement de l'expression de l'intensité lumineuse en fonction de la différence de marche.
- 34.** Dispositif des trous d'Young : démonstration de l'expression de la différence de marche. Allure de la figure d'interférence, expression de l'interfrange.
- 35.** Trous d'Young éclairés par une source non purement monochromatique (cas d'un doublet  $\lambda_1, \lambda_2$  avec  $\lambda_2 - \lambda_1 \ll \lambda_1$ ). Description de la figure (déterminer la position des zones de brouillage).
- 36.** Trous d'Young éclairés par deux points sources (S sur l'axe, S' proche de S avec (SS') parallèle aux trous), évolution du contraste en fonction de la distance SS'.
- 37.** Interféromètre de Michelson réglé en coin d'air. Justification des conditions expérimentales d'éclairage et d'observation (localisation des franges). Influence de l'angle du coin d'air sur la figure d'interférence.
- 38.** Interféromètre de Michelson réglé en lame d'air. Justification des conditions expérimentales d'éclairage et d'observation (localisation des anneaux). Influence de l'épaisseur de la lame d'air sur la figure d'interférence.
- 39.** Démonstration de la différence de marche dans le cas de la lame d'air. Expression du rayon des anneaux sur la figure dans le cas des petits angles.
- 40.** Démonstration de la formule du réseau. Cas de l'incidence quasi-normale (voir fiche TP).
- 41.** Résistance thermique associée au rayonnement dans le cas de deux corps de températures proches.
- 42.** Présentation de l'effet de serre : comparaison des deux bilans radiatifs (avec et sans atmosphère, sans tenir compte de l'albedo).

**43.** Cas d'un satellite en mouvement circulaire autour de la Terre : expression de la vitesse, 3eme loi de Kepler, énergie mécanique.

**44.** Puits infini de potentiel : états stationnaires (expression et représentation), énergie de confinement. Passage au puits fini.

**45.** Marche de potentiel : cas  $E > V_0$ . Expression des coefficients de réflexion et de transmission (en passant par les vecteurs densité de courant de probabilité).

**46.** Marche de potentiel : cas  $E < V_0$ . Expression de l'onde évanescente, longueur caractéristique d'atténuation.