**En exercices** :

Révision d'atomistique et de cinétique chimique de MPSI selon plan ci-dessous :

**Révision d'atomistique et de cristallographie MPSI**

- Configuration électronique d'un atome ou d'un ion dans son état fondamental. Électrons de valence. Schéma de Lewis.
- Représentation de Lewis d'une molécule ou d'un ion. Charges formelles. Pas de mésomérie ou de VSEPR : hors programme.
- Cristallographie : le réseau cubique faces centrées est le seul au programme : pas d'hexagonal compact. Population, compacité, nombres de ppv. Sites O et T.
- Réseaux ioniques : le type de structure de la maille doit être rappelé.

**Révisions de cinétique chimique MPSI**

- Vitesse de réaction. Vitesse de disparition d'un réactif et de formation d'un produit.
- Lois de vitesses : définition d'une réaction avec un ordre. Étude de réaction avec un ordre simple 0, 1 ou 2. Détermination de l'ordre. Dégénérescence de l'ordre.
- Loi empirique d'Arrhenius. Énergie d'activation $E_a$.

**En question de cours uniquement** :

## CHAMP ET POTENTIEL ÉLECTROSTATIQUES

### I. Distributions de charges

Charge électrique, charge ponctuelle, distribution de charges volumique, surfacique, linéique : calcul de la charge totale. La technique de calcul d'intégrales multiples a été présentée.

### II. Champ électrostatique

- Définition du champ électrique par son action sur une charge ponctuelle test $q_T$.
- Principe de superposition.
- Champ scalaire, champ vectoriel. Cas particuliers : champ uniforme, champ stationnaire, champ à symétrie cylindrique ou sphérique.
- Lignes de champ.
- Application aux champs électrostatiques : loi de Coulomb d'interaction entre deux charges électriques ; champ électrostatique créé par une charge ponctuelle, créé par une distribution de $N$ charges ponctuelles.

**Remarque** : tout calcul direct de champ électrique d'une distribution de charges continue par intégration est désormais hors programme.

### III. Potentiel électrostatique

- Gradient d'un champ scalaire.
- Circulation d'un champ vectoriel. Théorème de la circulation.
- Définition par la relation locale : $\overrightarrow{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\,V$. Non unicité du potentiel.
- Théorème de superposition pour $V$.
- Expressions de $V(M)$ pour des distributions de charges ponctuelles.
- Relation intégrale entre $\overrightarrow{E}$ et $V$. Interprétation énergétique de $V$.
- Surfaces équipotentielles et lignes de champ.

### IV. Symétries du champ électrostatique

Principe de Curie. Plan de symétrie des charges, plan d'antisymétrie des charges, invariance par translation et par rotation autour d'un axe.

### V. Théorème de Gauss

- Orientation d'une surface. Flux d'un champ vectoriel.
- Théorème de Gauss (admis)
- Application au calcul du champ électrostatique créé par une boule uniformément chargée en volume, d'un cylindre infini uniformément chargé en volume, d'un plan infini de densité surfacique $\sigma$ uniforme. Exemple de calcul du potentiel associé.
- Champ électrostatique entre deux plans infinis chargés $\sigma$ et $-\sigma$.
- Relation de passage du champ électrique de part et d'autre d'une surface portant une densité superficielle $\sigma$ (déduite du plan infini et généralisée sans démonstration).

### Divergence, rotationnel et laplacien. Théorèmes d'Ostrogradski et de Stokes

- Opérateur "nabla"
- Divergence d'un champ vectoriel $\overrightarrow{\nabla}.\overrightarrow{a}$
- Rotationnel d'un champ vectoriel $\overrightarrow{\nabla} \wedge \overrightarrow{a}$
- Laplacien d'un champ scalaire ; d'un champ vectoriel
- Identités remarquables.
- Théorèmes d'Ostrogradski et de Stokes

### VI. Équations locales de l'électrostatique

- Équation de Maxwell-Gauss : $\operatorname{div} \overrightarrow{E} = \dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$
- Équation de Maxwell - Faraday : $\overrightarrow{\operatorname{rot}}\, \overrightarrow{E} = \overrightarrow{0}$
- Équation de Poisson pour $V$ : $\Delta V = -\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$. Laplacien scalaire. Équation de Laplace en dehors des charges ($\rho = 0$).
- Application : calcul de la capacité d'un condensateur plan idéal.

### VII. Extension des résultats au champ de gravitation

- Champ de gravitation $\overrightarrow{\mathcal{G}}$, loi de Newton, analogies entre grandeurs électromagnétiques et grandeurs gravitationnelles.
- Potentiel gravitationnel $\Phi_g$.
- Théorème de Gauss gravitationnel.
- Équations locales :

$$\operatorname{div} \overrightarrow{\mathcal{G}} = -\,4\pi G\,\mu\,;\ \overrightarrow{\operatorname{rot}}\,\overrightarrow{\mathcal{G}} = \overrightarrow{0} \text{ et } \Delta\Phi_g = +4\pi G\mu$$

## QUESTIONS DE COURS :

1. Relation intégrale entre $\overrightarrow{E}$ et $V$. Lien entre $V$ et l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle $q_T$ placée dans le champ électrique $\overrightarrow{E}$.
2. Définition d'une surface équipotentielle. Relation entre lignes de champs et surfaces équipotentielles (à démontrer). Orientation de $\overrightarrow{E}$ selon les potentiels décroissants.
3. Définition d'un plan de symétrie. Comportement du champ électrique $\overrightarrow{E}$ de part et d'autre d'un plan de symétrie $\pi_{\text{Sym}}$. Cas particulier où le point $M$ est dans le plan de symétrie. Définition d'un plan d'antisymétrie. Comportement du champ électrique de part et d'autre d'un plan d'antisymétrie $\pi_{\text{AntiSym}}$. Cas particulier où le point $M$ est dans le plan d'antisymétrie.
4. Théorème de Gauss et calcul de $\overrightarrow{E}$ pour une boule uniformément chargée en volume. Calcul de $V$.

5. Théorème de Gauss et calcul de $\overrightarrow{E}$ pour un cylindre uniformément chargé en volume. Calcul du potentiel.
6. Théorème de Gauss et calcul de $\overrightarrow{E}$ pour un plan uniformément chargé. Discontinuité de $\overrightarrow{E}$ à la traversée du plan chargé.
7. Expressions de div $\overrightarrow{a}$, de $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{a}$, $\Delta f$ et $\Delta\overrightarrow{a}$ en coordonnées cartésiennes. Énoncer les théorèmes d'Ostrogradski et de Stokes.
8. Déduire du théorème de Gauss l'équations locale de Maxwell-Gauss. Déduire des propriétés d'un champ électrostatique l'équation locale de Maxwell-Faraday. En déduire l'équation de Poisson pour $V$ ou de Laplace dans le vide.
9. Donner les analogies entre l'électrostatique et la gravitation. Énoncer le théorème de Gauss gravitationnel.
10. Modèle du condensateur plan idéal. Expression du champ électrostatique $\overrightarrow{E}$ entre les deux armatures, calcul de la différence de potentiel puis de la capacité $C$.