BLAISE PASCAL
PT 2023-2024

**Programme des colles semaine 13 et 14 : du 11 au 22 décembre**

# Électrostatique

*La colle commence par une question de cours extraite de la liste ci-dessous et se poursuit par un exercice.*
*Je rappelle que vous trouverez sur mon site la version complétée du poly de cours,*
*ainsi que les corrigés des TD et des DM. N'hésitez surtout pas à me signaler s'il en manque !*

## Au programme

### Chapitre 12 : Champ électrostatique, théorème de Gauss

Questions de cours et exercices.

### Chapitre 13 : Potentiel électrostatique, condensateur

Questions de cours et exercices.

### Révisions R5 : Gravitation

Questions de cours uniquement, et éventuellement exercices en lien direct avec le théorème de Gauss gravitationnel.

**Attention !** Je divise les révisions de mécanique en trois blocs. Pour cette semaine, uniquement la gravitation mais toujours rien à propos des particules chargées.

## Questions et applications de cours

*Seuls les étudiants du groupe PT⋆ (trinômes 1 à 6) seront interrogés sur les questions marquées d'une étoile, car elles sont plus techniques et/ou moins essentielles ... mais tous les étudiants sont bien sûr invités à les travailler !*

**Attention !** Sur toutes les questions relatives au théorème de Gauss, la rigueur de la démarche est un point essentiel qui doit **très clairement** apparaître.

**(★) 12.1 -** Rappeler l'équation de Maxwell-Gauss puis démontrer le théorème de Gauss.

**12.2 -** Identifier les analogies formelles entre force de gravitation et force de Coulomb et en déduire le théorème de Gauss gravitationnel. Déterminer le champ de gravitation créé par une planète sphérique de masse volumique uniforme.

> *Le calcul du champ de gravitation n'est pas directement traité en cours, mais fait en TD.*

**12.3 -** Déterminer le champ électrostatique créé par une sphère uniformément chargée en volume.

**12.4 -** Déterminer le champ électrostatique créé par un cylindre infini uniformément chargé en volume.

**12.5 -** Déterminer le champ électrostatique créé par un plan infini uniformément chargé en surface.

**13.1 -** Considérons un cylindre de rayon $R$ et de hauteur infinie, uniformément chargé en volume avec la densité $\rho_0$. En coordonnées cylindriques d'axe $(Oz)$ confondu avec l'axe du cylindre, le champ créé par ce cylindre s'écrit

$$\vec{E} = \begin{cases} \dfrac{\rho_0 r}{2\varepsilon_0}\vec{e}_r & \text{si } r \leq R \\ \dfrac{\rho_0 R^2}{2r\varepsilon_0}\vec{e}_r & \text{si } r \geq R \end{cases}$$

Calculer en tout point de l'espace le potentiel dont dérive ce champ en supposant qu'il est nul sur l'axe du cylindre.

**13.2 -** Établir l'expression de la capacité d'un condensateur plan « en passant par les charges ». L'expression du champ créé par un plan infini chargé en surface avec densité $\sigma$ sera rappelée par l'étudiant sans démonstration.

**13.3 -** Établir l'expression de la capacité d'un condensateur plan « en passant par l'énergie » : la démonstration reposera sur l'équation de Poisson et la densité volumique d'énergie électrostatique.

**(★) R5.1 -** Dans le cas d'un champ central quelconque, établir la conservation du moment cinétique et ses conséquences (planéité du mouvement et loi des aires).

**(★) R5.2 -** En considérant le champ gravitationnel, construire l'énergie potentielle effective adaptée et l'utiliser pour discuter de la nature des trajectoires en fonction de la valeur de l'énergie mécanique.

**R5.3 -** Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire dans le champ gravitationnel, montrer que le mouvement est uniforme et établir sa vitesse.

> ***Méthode :*** *Le satellite n'est soumis qu'à la force de gravitation qui est conservative et ne dépend que de la distance $r$ au centre de la Terre. Ainsi, comme le mouvement est conservatif alors $E_m = cte$ et comme le mouvement est circulaire alors $E_p = E_p(r = R) = cte$, donc nécessairement $E_c = E_m - E_p = cte$. L'expression de $v$ s'obtient par projection du TRC, en se rappelant que pour un mouvement circulaire uniforme*
> $$\vec{a} = -\frac{v^2}{R}\vec{e}_r\,.$$
> *On aboutit finalement à*
> $$v = \sqrt{\frac{M_T \mathcal{G}}{R}}\,.$$

**R5.4 -** Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire dans le champ gravitationnel, établir la troisième loi de Kepler et la généraliser au cas d'une trajectoire elliptique. L'expression de la vitesse en orbite circulaire pourra être admise ou redémontrée.

## Et après ?

- ▷ Chapitre 14 : Diagrammes et tables thermodynamiques ;
- ▷ Chapitre 15 : Thermodynamique des installations industrielles ;
- ▷ Révisions R6 : Dosages.