

1 Mécanique des fluides : équations dynamiques locales.

- Relation de Bernoulli pour un écoulement parfait stationnaire incompressible dans un champ de pesanteur uniforme dans un référentiel galiléen. Interprétation énergétique.
- Effet Venturi. Exemples d'applications.
- Écarts qualitatifs à la relation de Bernoulli dus à la prise en compte des effets d'une viscosité non nulle.

2 Électrostatique – Gravitation.

2.1 Lois générales.

Pour tout ce qui suit, l'analogie gravitationnelle a été vue à chaque fois que c'est pertinent et est au programme de cette semaine : les interrogations/exercices peuvent porter aussi bien sur l'électrostatique que sur la gravitation.

- Loi de Coulomb.
- Champ et potentiel électrostatiques créés par une charge ponctuelle. Relation $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$.
- Principe de superposition.
- Ordre de grandeur du champ créé par le noyau sur l'électron d'un atome d'hydrogène, du champ disruptif de l'air.
- Lignes de champ ; surfaces équipotentielles (perpendiculaires en tout point).
- Équation locale $\overrightarrow{\text{rot}}\vec{E} = \vec{0}$.
- Circulation conservative du champ électrique. Énergie potentielle d'une charge q dans un champ \vec{E} .
- Densité volumique de charges (expression en fonction des densités particulières).
- Théorème de Gauss.
- Équation locale de Maxwell–Gauss.
- Propriétés topographiques du champ électrostatique.
- Propriétés de symétrie (translation, rotation, symétrie plane ; conjugaison de charge).
- Plan infini uniformément chargé en surface : champ créé. Application au condensateur plan ; capacité ; densité volumique d'énergie électrostatique.
- Boule uniformément chargée en volume : champ et potentiels créés. Le champ à l'extérieur est le même que si toute la charge était concentrée au centre de la boule. Application au noyau atomique vu comme une telle boule : énergie de constitution (à un préfacteur numérique près par analyse dimensionnelle, puis avec le préfacteur numérique en construisant le noyau par adjonction progressive de charges apportées de l'infini. Ordres de grandeur. Signe de cette énergie de constitution : nécessité de l'interaction forte.

2.2 Le dipôle électrostatique.

- Définition (comme ensemble de deux charges opposées). Approximation dipolaire. Moment dipolaire.
- Champ et potentiel créés. Allure des lignes de champ.
- Définition plus générale (comme ensemble de charges globalement neutre, vu “de loin”, avec les barycentres des charges négatives et positives qui ne coïncident pas. Moment dipolaire.
- Actions mécaniques subies par un dipôle électrostatique dans un champ \vec{E} d'origine extérieure (uniforme, ou non uniforme) (les expressions de la résultante et du moment résultant doivent être fournies).
- Énergie potentielle d'un dipôle électrostatique *rigide* dans un champ électrostatique d'origine extérieure (l'expression doit être fournie).
- Évolution qualitative d'un dipôle dans un champ \vec{E} d'origine extérieure.
- Dipôle induit. Polarisabilité. Ordre de grandeur. Polarisabilité de l'atome H dans le modèle de Thomson.
- Approche descriptive des interactions ion–molécule polaire : solvatation des ions dans un solvant polaire.
- Approche descriptive des interactions de Van der Waals entre molécules (interactions de Keesom, Debye, London) (Pour les interactions de Keesom, explication qualitative du fait que l'énergie d'interaction entre deux molécules polaires n'est pas en $\frac{1}{r^3}$).

3 Conversion analogique–numérique.

- Numérisation d'un signal : nombre de bits sur lequel se fait la conversion.

- Échantillonnage ; condition de Nyquist–Shannon.
- Repliement de spectre.

4 Rappels et compléments mathématiques.

- Circulation d'un champ vectoriel sur une courbe ouverte orientée, sur une courbe fermée orientée (notation \oint).
- Théorème de Stokes (admis).
- Les champs vectoriels irrotationnels sont à circulation conservative.
- $\operatorname{div}(\operatorname{rot}\vec{A}) = 0$ et sa réciproque (à savoir qu'un champ à divergence nulle est un rotationnel).
- Champs vectoriels à flux conservatif : flux à travers un contour orienté.
- Tracé de l'allure de fonctions qui sont la somme ou le produit de deux fonctions aux rythmes de variation très différents.

5 Révisions de première année.

5.1 Énergies potentielles.

- Force conservative ; force non conservative.
- Énergie potentielle de pesanteur (dans un champ de pesanteur uniforme).
- Énergie potentielle gravitationnelle (dans le champ d'un astre ponctuel).
- Énergie potentielle électrostatique (dans le cas d'un champ \vec{E} uniforme, dans le cas d'un champ \vec{E} créé par une charge ponctuelle).

5.2 Mouvement de particules chargées dans des champs électrique et magnétique, uniformes et stationnaires.

- Force de Lorentz.
- Puissance de la force de Lorentz.
- Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.
- Mouvement circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétique ; rayon de la trajectoire.