

PLAN DU COURS :

OUTILS MATHÉMATIQUES

1. Repérage de l'espace, systèmes de coordonnées (rappel): coordonnées cartésiennes, cylindriques (ou cylindro-polaires), sphériques.
2. Éléments dans les différents systèmes de coordonnées : Déplacements, surfaces et volumes élémentaires.
3. Calcul d'intégrales multiples à variables séparables : Rappels sur l'intégration : primitives et intégrales définies. Principe de l'intégration multiple, cas des intégrales multiples à variables séparables.
4. Application au calcul d'intégrales multiples : surface d'un disque, d'une sphère, volume d'une sphère. Intégration d'une grandeur scalaire distribuée en surface ou en volume ; exemple : masse d'une sphère non homogène (masse d'une étoile à partir d'un modèle de densité non uniforme).

Formulaire de géométrie : les expressions des aires et volumes relatifs aux solides usuels (parallélépipède, sphère, cylindre) doivent être parfaitement mémorisées, et doivent pouvoir être ré-établies par intégration d'un élément de surface ou de volume judicieusement choisi.

K. STATIQUE DES FLUIDES

1. Définition de la pression. Fluide parfait en équilibre statique.
 2. Loi fondamentale de la statique des fluides.
 - 2.1 Démonstration pour le cas du champ de pesanteur uniforme.
 - 2.2 Equation locale de la statique des fluides. Equivalent volumique des forces de pression.
 3. Cas d'un fluide homogène et incompressible dans un champ de pesanteur uniforme.
 4. Théorème de Pascal. Application : vérin hydraulique.
 5. Equilibre statique pour un fluide compressible.
 6. Modèle de l'atmosphère isotherme.
 7. Théorème d'Archimède : énoncé, démonstration. Application : aérostats, ballons à gaz légers et montgolfières.
 8. Calcul de la résultante de forces de pression.
- Méthodologie. Exemple(s) d'application.

Un exercice-type "calcul des efforts appliqués à un barrage hémicylindrique" ou "hémisphères de Magdebourg" a été traité en cours...

Questions de cours :

Démontrer la loi fondamentale de la Statique des fluides sur le cas d'un fluide plongé dans un champ de pesanteur uniforme.

Démontrer la loi fondamentale de la Statique des fluides sur le cas général et interpréter le terme $-\overline{grad}P$ comme un équivalent volumique des forces pressantes.

Théorème d'Archimède : énoncé, démonstration

L. Facteur de Boltzmann, retour sur le modèle de l'atmosphère isotherme.

1. Présentation générale sur le cas quelconque d'un système de particules indépendantes distribuées sur différents niveaux d'énergie.
2. Interprétation du modèle de l'atmosphère isotherme en termes statistiques.

Questions de cours :

Donner la forme générale du facteur de Boltzmann. Interpréter le modèle de l'atmosphère isotherme en termes statistiques

CHAMPS MAGNÉTIQUES

1. Premières observations. Spectres magnétiques du champ créé par un aimant, par un bobinage traversé par un courant électrique.
2. Définition du champ magnétique, caractère axial.
3. Propriétés géométriques du champ magnétique.
Caractère axial et opérations de symétrie. Cas des OS positives et des OS négatives.
Recherche de la direction d'un champ magnétique par des considérations de symétrie.
Invariances vis à vis des coordonnées.

La méthode générale permettant la détermination des propriétés géométriques d'un champ magnétique produit par une distribution de courants donnée a été présentée, et appliquée à plusieurs exemples.

4. Flux magnétique.
Définition, caractère algébrique.
Flux conservatif.
Analogie au débit d'un fluide incompressible en écoulement.
5. Lecture de cartes de champ magnétique. Dispositifs producteurs de champ magnétique : lien avec l'intensité et ordres de grandeurs. **Les expressions des champs magnétiques produits seront fournies, aucune mémorisation n'est exigée.**
Fil rectiligne « infini ».
Spire circulaire, bobine plate.
Solénoïdes ; cas d'un solénoïde très long ou « bobine infinie ». Expression du champ magnétique sur l'axe d'un solénoïde long (résultat à connaître).

Pour chaque interrogation orale, l'élève se verra proposer une distribution de courant, à partir de laquelle, par analyse des symétries et invariances il déterminera les propriétés géométriques du champ magnétique produit.

Tout exercice sur les machines thermiques.

Programme de référence.

3.5. Machines thermiques	
Application du premier principe et du deuxième principe aux machines thermiques cycliques dithermes : rendement, efficacité, théorème de Carnot.	<p>Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur ou un récepteur thermique ditherme.</p> <p>Analyser un dispositif concret et le modéliser par une machine cyclique ditherme.</p> <p>Définir un rendement ou une efficacité et la relier aux énergies échangées au cours d'un cycle.</p> <p>Justifier et utiliser le théorème de Carnot.</p> <p>Citer quelques ordres de grandeur des rendements des machines thermiques réelles actuelles.</p> <p>Expliquer le principe de la cogénération.</p>

3.6. Statique des fluides dans un référentiel galiléen.	
Forces surfaciques, forces volumiques.	Citer des exemples de forces surfaciques ou volumiques.
Résultante de forces de pression.	<p>Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées.</p> <p>Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression.</p> <p>Évaluer une résultante de forces de pression.</p>
Équivalent volumique des forces de pression.	Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient.

Équation locale de la statique des fluides.	Établir l'équation locale de la statique des fluides.
Statique dans le champ de pesanteur uniforme : $dP/dz = -\rho g$.	Citer des ordres de grandeur des champs de pression dans le cas de l'océan et de l'atmosphère. Exprimer l'évolution de la pression avec l'altitude dans le cas d'un fluide incompressible et homogène et dans le cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, étudier les variations de température et de pression dans l'atmosphère.
Poussée d'Archimède.	Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède.
Facteur de Boltzmann.	S'appuyer sur la loi d'évolution de la densité moléculaire de l'air dans le cas de l'atmosphère isotherme pour illustrer la signification du facteur de Boltzmann. Utiliser kT comme référence des énergies mises en jeu à l'échelle microscopique.

Notions et contenus	Capacités exigibles
1.7.1. Champ magnétique	
Sources de champ magnétique ; cartes de champ magnétique.	Exploiter une représentation graphique d'un champ vectoriel, identifier les zones de champ uniforme, de champ faible et l'emplacement des sources. Tracer l'allure des cartes de champs magnétiques pour un aimant droit, une spire circulaire et une bobine longue. Décrire un dispositif permettant de réaliser un champ magnétique quasi uniforme. Citer des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.
Symétries et invariances des distributions de courant.	Exploiter les propriétés de symétrie et d'invariance des sources pour prévoir des propriétés du champ créé.
Lien entre le champ magnétique et l'intensité du courant.	Évaluer l'ordre de grandeur d'un champ magnétique à partir d'expressions fournies.