

On rappelle les capacités exigibles du programme de PCSI.

Comment utiliser ce document ? Prendre une à une les exigences de chaque partie et s'interroger : ai-je acquis cette compétence ? Suis-je capable de la restituer ?

Chaque thème est associé à une notation qui sera utilisée pour classer les cours de PC.

Dans cette deuxième partie, on trouvera : T thermodynamique, MF mécanique des fluides, EM électromagnétisme.

T Thermodynamique

1- Descriptions microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre Échelles microscopique, mésoscopique, et macroscopique. Libre parcours moyen. Définir l'échelle mésoscopique et en expliquer la nécessité. Connaître quelques ordres de grandeur de libres parcours moyens.

2- Description des caractères généraux de la distribution des vitesses moléculaires d'un gaz (homogénéité et isotropie). Vitesse quadratique moyenne. Pression cinétique. Utiliser un modèle unidirectionnel avec une distribution discrète de vitesse pour montrer que la pression est proportionnelle à la masse des particules, à la densité particulaire et à la vitesse quadratique moyenne au carré.

3- Température cinétique. Exemple du gaz parfait monoatomique : $E_c=3/2kT$. Calculer l'ordre de grandeur d'une vitesse quadratique moyenne dans un gaz parfait.

4- Système thermodynamique. Identifier un système ouvert, un système fermé, un système isolé.

5- État d'équilibre d'un système soumis aux seules forces de pression Pression, température, volume, équation d'état. Grandeur extensive, grandeur intensive. Exemples du gaz parfait et d'une phase condensée indilatable et incompressible. Calculer une pression à partir d'une condition d'équilibre mécanique. Déduire une température d'une condition d'équilibre thermique. Connaître quelques ordres de grandeur de volumes molaires ou massiques dans les conditions usuelles de pression et de température. Connaître et utiliser l'équation d'état des gaz parfaits.

6- Énergie interne d'un système. Capacité thermique à volume constant dans le cas du gaz parfait. Exprimer l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique à partir de l'interprétation microscopique de la température. Savoir que $U_m=U_m(T)$ pour un gaz parfait.

7-Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée considérée incompressible et indilatable Savoir que $U_m=U_m(T)$ pour une phase condensée incompressible et indilatable.

8- Approximation des phases condensées peu compressibles et peu dilatables. Interpréter graphiquement la différence de compressibilité entre un liquide et un gaz à partir d'isothermes expérimentales.

9- Du gaz réel au gaz parfait. Comparer le comportement d'un gaz réel au modèle du gaz parfait sur des réseaux d'isothermes expérimentales en coordonnées de Clapeyron ou d'Amagat.

10- Corps pur diphasé en équilibre. Diagramme de phases (P,T). Cas de l'équilibre liquide-vapeur : diagramme de Clapeyron (P,v), titre en vapeur. Analyser un diagramme de phase expérimental (P,T). Proposer un jeu de variables d'état suffisant pour caractériser l'état d'équilibre d'un corps pur diphasé soumis aux seules forces de pression. Positionner les phases dans les diagrammes (P,T) et (P,v). Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme (P,v). Expliquer la problématique du stockage des fluides.

11- Équilibre liquide-vapeur de l'eau en présence d'une atmosphère inerte Utiliser la notion de pression partielle pour adapter les connaissances sur l'équilibre liquide-vapeur d'un corps pur au cas de l'évaporation en présence d'une atmosphère inerte.

12- Énergie échangée par un système au cours d'une transformation Transformation thermodynamique subie par un système. Définir le système. Exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur pour déterminer l'état d'équilibre final. Utiliser le vocabulaire usuel : évolutions isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme.

13-Travail des forces de pression. Transformations isochore, monobare. Calculer le travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable. Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.

14- Transfert thermique. Transformation adiabatique. Thermostat, transformations monotherme et isotherme. Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement. Identifier dans une situation expérimentale le ou les systèmes modélisables par un thermostat. Proposer de manière argumentée le modèle limite le mieux adapté à une situation réelle entre une transformation adiabatique et une transformation isotherme.

15. Premier principe. Bilans d'énergie Premier principe de la thermodynamique Energie interne Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail W et transfert thermique Q . Exploiter l'extensivité de l'énergie interne. Distinguer le statut de la variation de l'énergie interne du statut des termes d'échange. Calculer le transfert thermique Q sur un chemin donné connaissant le travail W et la variation de l'énergie interne.

16- Enthalpie d'un système Capacité thermique à pression constante dans le cas du gaz parfait et d'une phase condensée incompressible et indilatable. Exprimer l'enthalpie $H_m(T)$ du gaz parfait à partir de l'énergie interne. Comprendre pourquoi l'enthalpie H_m d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable peut être considérée comme une fonction de l'unique variable T . Exprimer le premier principe sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final. Connaître l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.

17- Enthalpie associée à une transition de phase enthalpie de fusion, enthalpie de vaporisation, enthalpie de sublimation. Exploiter l'extensivité de l'enthalpie et réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phases.

18. Deuxième principe. Bilans d'entropie Deuxième principe : fonction d'état entropie, entropie créée, entropie échangée Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan entropique. Relier l'existence d'une entropie créée à une ou plusieurs causes physiques de l'irréversibilité.

19-Variation d'entropie d'un système. Utiliser l'expression fournie de la fonction d'état entropie. Exploiter l'extensivité de l'entropie.

20- Loi de Laplace Connaître la loi de Laplace et ses conditions d'application.

21- Cas particulier d'une transition de phase. Connaître et utiliser la relation entre les variations d'entropie et d'enthalpie associées à une transition de phase.

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

22- Exemples d'études de machines thermodynamiques réelles à l'aide de diagrammes (p,h) Utiliser le 1er principe dans un écoulement stationnaire sous la forme $h_2 - h_1 = w_u + q$, pour étudier une machine thermique.

MF Mécanique des fluides

1- Éléments de statique des fluides dans un référentiel galiléen Forces surfaciques, forces volumiques. Distinguer le statut des forces de pression et des forces de pesanteur. Loi de la Statique dans le champ de pesanteur uniforme. Connaître 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.

2- 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.

3- Résultante de forces de pression Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées. Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression. Évaluer une résultante de forces de pression.

4- Poussée d'Archimède Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède. Équivalent volumique des forces de pression. Équation locale de la statique des fluides. Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient. Établir l'équation locale de la statique des fluides.

EM Electromagnétisme

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. Connaître 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. Connaître des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.

2- Lien entre le champ magnétique et l'intensité du courant. Évaluer l'ordre de grandeur d'un champ magnétique à partir d'expressions fournies. Orienter le champ magnétique créé par une bobine « infinie » et connaître son expression.

3- Moment magnétique. Définir le moment magnétique associé à une boucle de courant plane. Par analogie avec une boucle de courant, associer à un aimant un moment magnétique. Connaître un ordre de grandeur du moment magnétique associé à un aimant usuel.

4- Actions d'un champ magnétique : Densité linéique de la force de Laplace dans le cas d'un élément de courant filiforme. Différencier le champ magnétique extérieur subi du champ magnétique propre créé par le courant filiforme.

5- Résultante et puissance des forces de Laplace s'exerçant sur une barre conductrice en translation rectiligne sur deux rails parallèles (rails de Laplace) dans un champ magnétique extérieur uniforme, stationnaire et orthogonal à la barre. Établir et connaître l'expression de la résultante des forces de Laplace dans le cas d'une barre conductrice placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire. Évaluer la puissance des forces de Laplace.

6- Couple et puissance des actions mécaniques de Laplace dans le cas d'une spire rectangulaire, parcourue par un courant, en rotation autour d'un axe de symétrie de la spire passant par les deux milieux de côtés opposés et placée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire orthogonal à l'axe. Établir et connaître l'expression du moment du couple subi en fonction du champ magnétique extérieur et du moment magnétique de la spire rectangulaire.

7- Action d'un champ magnétique extérieur uniforme sur un aimant. Positions d'équilibre et stabilité.

8- Lois de l'induction : Flux d'un champ magnétique. Flux d'un champ magnétique à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté. Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.

9- Loi de Faraday Courant induit par le déplacement relatif d'une boucle conductrice par rapport à un aimant ou un circuit inducteur. Sens du courant induit.

10- Loi de modération de Lenz Utiliser la loi de Lenz pour prédire ou interpréter les phénomènes physiques observés.

11- Force électromotrice induite, loi de Faraday Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algèbrisation.

12- Circuit fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps Auto-induction. Flux propre et inductance propre. Différencier le flux propre des flux extérieurs. Utiliser la loi de modération de Lenz. Évaluer et connaître l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur, le champ magnétique créé par une bobine infinie étant donné.

13- Étude énergétique. Conduire un bilan de puissance et d'énergie dans un système siège d'un phénomène d'auto-induction en s'appuyant sur un schéma électrique équivalent.

14- Cas de deux bobines en interaction. Inductance mutuelle entre deux bobines. Déterminer l'inductance mutuelle entre deux bobines de même axe de grande longueur en « influence totale », le champ magnétique créé par une bobine infinie étant donné.

15- Circuits électriques à une maille couplés par le phénomène de mutuelle induction en régime sinusoïdal forcé. Connaître des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante. Établir le système d'équations en régime sinusoïdal forcé en s'appuyant sur des schémas électriques équivalents. Étude énergétique. Conduire un bilan de puissance et d'énergie.

16- Transformateur de tension. Établir la loi des tensions.

17- Circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire

a-Conversion de puissance mécanique en puissance électrique. Rail de Laplace. Spire rectangulaire soumise à un champ magnétique extérieur uniforme et en rotation uniforme autour d'un axe fixe orthogonal au champ magnétique. Interpréter qualitativement les phénomènes observés. Écrire les équations électrique et mécanique en précisant les conventions de signe. Effectuer un bilan énergétique. Connaître des applications dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.

b-Freinage par induction Expliquer l'origine des courants de Foucault et en connaître des exemples d'utilisation.

c-Conversion de puissance électrique en puissance mécanique

Moteur à courant continu à entrefer plan. Haut-parleur électrodynamique. Analyser le fonctionnement du moteur à courant continu à entrefer plan en s'appuyant sur la configuration des rails de Laplace. Citer des exemples d'utilisation du moteur à courant continu. Expliquer le principe de fonctionnement d'un hautparleur électrodynamique dans la configuration simplifiée des rails de Laplace. Effectuer un bilan énergétique.