

# *Programme de colle*

## *semaine 24 – du 23 au 27 mars*

Solide en rotation : exercices uniquement.

Hydrostatique : cours et exercices.

Thermodynamique : cours uniquement.

### *Mouvement d'un solide*

| Notions au programme :                                                                                                      | Capacités exigibles                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Description du mouvement d'un solide dans deux cas particuliers</b>                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
| Définition d'un solide.                                                                                                     | Différencier un solide d'un système déformable.                                                                                                                                                                       |
| Translation.                                                                                                                | Reconnaître et décrire une translation rectiligne ainsi qu'une translation circulaire.                                                                                                                                |
| Rotation autour d'un axe fixe.                                                                                              | Décrire la trajectoire d'un point quelconque du solide et exprimer sa vitesse en fonction de sa distance à l'axe et de la vitesse angulaire.                                                                          |
| <b>Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide mobile autour d'un axe fixe</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                       |
| Moment cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe : moment d'inertie.                                                | Exploiter, pour un solide, la relation entre le moment cinétique scalaire, la vitesse angulaire de rotation et le moment d'inertie fourni.<br>Relier qualitativement le moment d'inertie à la répartition des masses. |
| Couple.                                                                                                                     | Définir un couple.                                                                                                                                                                                                    |
| Liaison pivot.                                                                                                              | Définir une liaison pivot et justifier le moment qu'elle peut produire.                                                                                                                                               |
| Théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.     | Exploiter le théorème scalaire du moment cinétique appliqué au solide en rotation autour d'un axe fixe dans un référentiel galiléen.                                                                                  |
| Pendule de torsion.                                                                                                         | Établir l'équation du mouvement.<br>Établir une intégrale première du mouvement.                                                                                                                                      |
| Pendule pesant                                                                                                              | Établir l'équation du mouvement.<br>Établir une intégrale première du mouvement.<br>Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, mettre en évidence le non isochronisme des oscillations.             |
| <b>Approche énergétique du mouvement d'un solide en rotation autour d'un axe fixe orienté, dans un référentiel galiléen</b> |                                                                                                                                                                                                                       |
| Énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.                                                             | Utiliser l'expression de l'énergie cinétique, l'expression du moment d'inertie étant fournie.                                                                                                                         |

|                                                                                          |                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe.         | Établir, dans ce cas, l'équivalence entre le théorème scalaire du moment cinétique et celui de l'énergie cinétique.                                    |
| <b>Système déformable</b><br>Théorème de l'énergie cinétique pour un système déformable. | Prendre en compte le travail des forces intérieures. Utiliser sa nullité dans le cas d'un solide. Conduire le bilan énergétique du tabouret d'inertie. |

## Statique des fluides

| Notions au programme :                                                      | Capacités exigibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forces surfaciques, forces volumiques.                                      | Citer des exemples de forces surfaciques ou volumiques.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Résultante de forces de pression.                                           | Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées.<br>Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression.<br>Évaluer une résultante de forces de pression.                                                                                                                                                                                                |
| 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 : relation $dP/dz = -\rho g$ . | Citer des ordres de grandeur des champs de pression dans le cas de l'océan et de l'atmosphère.<br>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.<br>Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, étudier les variations de température et de pression dans l'atmosphère. |
| Poussée d'Archimède.<br><br>Facteur de Boltzmann.                           | Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède.<br><br>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.<br>Utiliser $kT$ comme référence des énergies mises en jeu à l'échelle microscopique.                                                                             |

## Description d'un système à l'équilibre

| Notions au programme : | Capacités exigibles |
|------------------------|---------------------|
|------------------------|---------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Échelles microscopique, mésoscopique, et macroscopique. Libre parcours moyen.                                                                                                                                                                     | Définir l'échelle mésoscopique et en expliquer la nécessité.<br>Citer quelques ordres de grandeur de libres parcours moyens.                                                                                                                                                                                             |
| État microscopique et état macroscopique.                                                                                                                                                                                                         | Préciser les paramètres nécessaires à la description d'un état microscopique et d'un état macroscopique sur un exemple.                                                                                                                                                                                                  |
| Distribution des vitesses moléculaires d'un gaz (homogénéité et isotropie).<br>Vitesse quadratique moyenne.<br>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 particulière et au carré de la vitesse quadratique moyenne.                                                                                        |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Système thermodynamique.                                                                                                                                                                                                                          | Identifier un système ouvert, un système fermé, un système isolé.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| État d'équilibre d'un système soumis aux seules forces de pression.<br>Pression, température, volume, équation d'état.<br>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. Dédire une température d'une condition d'équilibre thermique. Citer quelques ordres de grandeur de volumes molaires ou massiques dans les conditions usuelles de pression et de température. Citer et utiliser l'équation d'état des gaz parfaits. |
| 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.<br>Exploiter la propriété $U_m = U_m(T)$ pour un gaz parfait.                                                                                                                                     |
| Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée considérée incompressible et indilatable.                                                                                                                           | Exploiter la propriété $U_m = U_m(T)$ pour une phase condensée incompressible et indilatable.                                                                                                                                                                                                                            |
| 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.                                                                                                                                                                                              |
| 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.                                                                                                                                                                     |
| Corps pur diphasé en équilibre. Diagramme de phases $(P, T)$ .                                                                                                                                                                                    | Analyser un diagramme de phase expérimental $(P, T)$ .<br>Positionner les phases dans le diagrammes $(P, T)$ .                                                                                                                                                                                                           |

## Questions de cours

### Statique des fluides

1. Établir l'expression de l'équivalent volumique des forces de pression.
2. Établir l'équation locale de la statique des fluides.

3. Exprimer l'évolution de la pression en fonction de l'altitude dans un liquide incompressible et homogène.
4. Déterminer la résultante des forces de pression sur un barrage plan.
5. Exprimer l'évolution de la pression en fonction de l'altitude dans l'atmosphère isotherme.
6. On donne l'expression de la pression atmosphérique dans le cadre de l'atmosphère isotherme :  $P = P_0 \exp(-z/h)$ , avec  $h = \frac{RT_0}{Mg}$ . Faire apparaître le facteur de Boltzmann et commenter sa signification.

***Description d'un système à l'équilibre***

1. Établir l'expression de la pression cinétique d'un gaz parfait monoatomique en fonction de sa vitesse quadratique moyenne à l'aide d'un modèle unidimensionnel.
2. Donner l'équation d'état d'un gaz parfait, ainsi que les expressions de son énergie interne et de sa capacité thermique à volume constant.
3. Représenter et commenter le diagramme de phases  $P$ - $T$  de l'eau.