

Série d'exercices n°1



* Exercice 1 *Variables intensives et extensives*

Pour se familiariser avec les notions de variables extensives et intensives (Transparents 25, 26).

1. Dire si les variables suivantes sont intensives ou extensives : la masse, le volume, la pression, la densité, la masse molaire, le nombre de moles, la température, la concentration (d'une substance dans une solution par exemple).
2. Le rapport de deux grandeurs extensives est-il extensif ou intensif? Trouvez des exemples pour illustrer votre réponse.



* Exercice 2 *Dérivées Partielles*

Pour se familiariser avec la notion de dérivées partielles (Transparents 33-35).

Soit la fonction $F(x,y,z) = x^2 + 3x^2y + 2zx$. Calculez :

- a. $\frac{\partial F}{\partial x}$ b. $\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}$ c. $\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}$ d. $\frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x}$



* Exercice 3 *Equations d'état et dérivées partielles, I et II*

Illustre concrètement les liens entre équation d'état, dérivées partielles et coefficients thermoélastiques (Transparents 28 et 33-35).

1. Soient les équations d'état a) $pV = nRT$ et b) $(p + n^2a/V^2)(V - nb) = nRT$. Calculer $(\partial p / \partial T)_{V,n}$.
2. Trouver l'expression des coefficients d'expansion thermique isobare, α , et de compression isotherme, κ , pour un gaz parfait dont l'équation d'état est : $pV = nRT$.



* Exercice 4 *Equation d'état d'un liquide*

Pour se familiariser avec la notion de dérivées partielles et leur relation avec la notion coefficient de compression ou dilatation à température ou pression constantes (Transparent 34).

Soit α le coefficient d'expansion thermique isobare et κ le coefficient de compression isotherme d'un liquide. On considère un échantillon occupant 1 m^3 sous une pression de 10^5 Pa à 298 K . Les coefficients d'expansion thermique isobare et de compression isotherme pour ce liquide sont, respectivement : $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ et $\kappa = 4 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$. Compléter le tableau suivant :

| Pression [Pa] | Température [K] | Volume [m^3] |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| 10^5 | 298 | 1 |
| 10^8 | 298 | |
| 10^5 | 1000 | |
| 10^8 | 600 | |



⚙️* Exercice 5 *Compression d'un liquide*

Le but de cet exercice est de se familiariser avec des équations différentielles et d'appliquer cela concrètement au cas d'un liquide compressible.

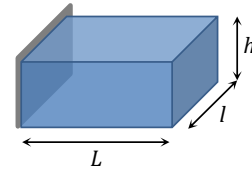
Le coefficient de compression isotherme du mercure vaut : $\kappa = 26 \cdot 10^{-12} \text{ Pa}^{-1}$. On suppose ce coefficient constant.

1. Etablir l'expression de la différentielle de la pression dp , à température constante et en fonction de κ , de la masse volumique ρ et de $d\rho$.
2. A la surface du mercure, les conditions sont $p = p_0$ et $\rho = \rho_0$. Dédurre l'expression du rapport ρ/ρ_0 en fonction de κ , p et p_0 . Ensuite, calculer la variation de la masse volumique du mercure quand la pression varie de 50 bar.

⚙️* Exercice 6 *Un barrage*

Notion de pression et pression hydrostatique (Transparents 42-44) et une idée reçue sur la pression exercée par l'eau sur un barrage.

On considère un lac de barrage. On assimilera la retenue d'eau à un volume parallélépipédique de profondeur $h = 50 \text{ m}$, largeur $l = 100 \text{ m}$ et longueur $L = 200 \text{ m}$ (voir figure).



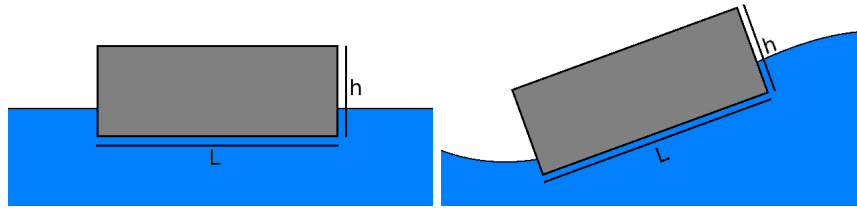
1. Calculer la masse d'eau retenue par le barrage.
2. Déterminer la force exercée par l'eau sur le barrage.
3. Quelle est la valeur de cette force si la retenue d'eau a une longueur de 400 m au lieu de 200 m ?

💡** Exercice 7 *Il était un petit navire*

Le théorème d'Archimède (Transparent 22) s'applique pour un corps totalement immergé. Attention si le solide n'est pas totalement immergé ! Illustre aussi d'où vient la force qui propulse un surfer vers l'avant.

Le principe d'Archimède s'applique pour un corps totalement immergé. Il ne s'applique pas strictement à un bateau qui flotte à la surface de l'eau.

1. Expliquez qualitativement la flottaison d'un bateau. Quel est la masse d'eau déplacée ? On suppose que le bateau est un parallélépipède rectangle de longueur L , largeur l , hauteur h et masse M .
2. Que se passe-t-il lorsqu'il y a des vagues, dans quelle direction pointe la poussée d'Archimède ?
3. En terme de flottaison, que se passe-t-il lorsque le bateau passe d'un point d'eau douce à un point d'eau salée ?



⚙️** Exercice 8 *Température de Mariotte*

Exercice de calculs de développement limité et une application concrète à des équations d'états d'un gaz.

La température de Mariotte est la température pour laquelle le comportement d'un gaz réel se rapproche au mieux du comportement du "gaz parfait". L'équation d'état d'un gaz parfait s'écrit $pV = nRT$. On calcule la température de Mariotte en développant, à partir de l'équation d'état du gaz réel considéré, la quantité $\frac{pV}{nRT}$ suivant les puissances croissantes de p ou $\frac{1}{V}$. Trouver la température de Mariotte pour :

1. l'équation d'état de Van der Waals $\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$
2. celle de Berthelot $\left(p + \frac{n^2 a}{TV^2}\right)(V - nb) = nRT$
3. celle de Diétériaci $p(V - nb)e^{\frac{na}{RTV}} = nRT$