

B51	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	6,7	11,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	0			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	NE			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-	
ajustement			note 12

Remarques : exo1 : OK, exo 2 : OK, exo3 : OK avec de l'aide, exo4 : là plus compliqué pour mettre en place toutes les notions vues

Colle Nathan

Différentielle totale exacte et forme différentielle :

Soit $f(x,y) = x^2 + 2xy$

- 1) Calculer $\frac{\partial f}{\partial x}$
- 2) Calculer $\frac{\partial f}{\partial y}$
- 3) Vérifier que $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)$

Soit $d\psi = 2xydx + 4xydy$. Supposons que $\psi(x,y)$ existe :

- 1) Calculer $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right)$
- 2) Calculer $\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right)$
- 3) Cette différentielle est associée à une unique fonction ψ $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right)$.
Est-ce le cas ?

Energie interne et calcul différentiel

Une molécule complexe a une énergie interne molaire $U(T) \approx aT + bT^2$ (avec a, b > 0 constants, T en kelvins).

- 1) Donner l'expression du différentiel dU.
- 2) Pour un échauffement de T_1 à T_2 ($T_2 > T_1$), calculer $\Delta U = U(T_2) - U(T_1)$.
- 3) Discuter l'unité de a et de b.

Loi de Laplace et calcul différentiel

On donne la loi de Laplace $PV^\gamma = Cte$

Différencier la relation précédente puis exprimer $\frac{dP}{dV}$

Dérivée partielle

On montre que les paramètres d'état d'un système thermodynamique fermé vérifient :

$$\frac{\partial V}{\partial P} \times \frac{\partial P}{\partial T} \times \frac{\partial T}{\partial V} = -1$$

On considère une huile liquide associée à un coefficient de dilatation isobare α et de compressibilité isotherme χ_T .

- 1) Montrer que : $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ peut s'exprimer en fonction de α et χ_T .
- 2) L'huile étudiée remplit une ampoule scellée pouvant supporter une pression interne maximale de 10 bar. Quelle augmentation de température peut-elle supporter sachant que $\alpha = 10^{-4} K^{-1}$ et $\chi_T = 10^{-9} Pa^{-1}$?

Différentielle totale exacte et forme différentielle :

Soit $f(x,y) = x^2 + 2xy$

- 1) $\frac{\partial f}{\partial x} = 2x + 2y$
- 2) $\frac{\partial f}{\partial y} = 2x$
- 3) $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right) = 2$

Soit $d\psi = 2xydx + 4xydy$.

- 1) $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right) = 2$
- 2) $\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right) = 4$
- 3) $d\psi$ est loi une forme différentielle et pas une différentielle totale exacte.

Energie interne et calcul différentiel

- 1) $dU = (a + 2bT)dT$
- 2) $\int_{T_1}^{T_2} dU = \Delta U = \int_{T_1}^{T_2} a dT + \int_{T_1}^{T_2} 2bT dT = a(T_2 - T_1) + b(T_2^2 - T_1^2)$
- 3) $[a] = J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ et $[b] = J \cdot K^{-2} \cdot mol^{-1}$

Dérivée partielle et gaz parfait

$$\frac{\partial V}{\partial P} \times \frac{\partial P}{\partial T} \times \frac{\partial T}{\partial V} = - \frac{V \chi_T}{V \alpha} = -1$$

Donc $\frac{\partial P}{\partial T} = \frac{\alpha}{\chi_T} = 10^5 Pa \cdot K^{-1}$ donc $\Delta T = 10K$

Loi de Laplace et calcul différentiel

$$d(PV^\gamma) = V^\gamma dP + P dV^\gamma = V^\gamma dP + P \gamma V^{\gamma-1} dV = 0$$

$$\text{Donc } \frac{dP}{dV} = -\gamma \frac{P V^{\gamma-1}}{V^\gamma} = -\frac{\gamma P}{V}$$

B52	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	6,7	11,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	0			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	NE			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-	
ajustement			note
			12

Remarques : exo1 : OK, exo 2 : je ne l'ai pas corrigé ?; exo 3 : OK mais des difficultés à identifier les variables de dérivation

Coile Lucas

Modèle du gaz parfait :

Tracer l'allure des diagrammes de Clapeyron $P(V)$ suivi un gaz parfait dans les situations suivantes :

	Isochore	Isobare	Isotherme	Adiabatique + mécaniquement réversible
Chauffage				
Refroidissement				
Compression				
Détente				

Dérivées partielles et différentielle

Soit $f(x,y) = x^2y + \exp(xy)$.

1. Calculer $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$.
2. Écrire la différentielle totale exacte df

Différentielle et dérivée partielle

On donne l'énergie interne d'un gaz réel :

$$U(T,V) = C_V T - \frac{n^2 a}{V} + U_0$$

C_V, a, n, U_0 sont des constantes.

- 1) Calculer $\frac{\partial U}{\partial T}$
- 2) Calculer $\frac{\partial U}{\partial V}$
- 3) En déduire la différentielle dU

Modèle du gaz parfait :

Pour un GP	Isochore	Isobare	Isotherme	Adiabatique
Chauffage : $T_{\text{ext}} > T + Q > 0$				
Refroidissement : $T_{\text{ext}} < T + Q < 0$				
Compression : $P_{\text{ext}} > P \rightarrow \Delta P > 0 + \Delta V < 0$				
Détente : $P_{\text{ext}} < P \rightarrow \Delta P < 0 + \Delta V > 0$				

Dérivées partielles et différentielle

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 2xy + ye^{xy}$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = x^2 + xe^{xy}$$

$$df = (2xy + ye^{xy})dx + (x^2 + xe^{xy})dy$$

Différentielle et dérivée partielle

$$\frac{\partial U}{\partial T} = C_V$$

$$\frac{\partial U}{\partial V} = -\frac{n^2 a}{V^2}$$

$$dU = C_V dT + \frac{n^2 a}{V^2} dV$$

B53	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	11,0
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	2			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	0,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	NE			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	0			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	1,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	0			

	+	-	
ajustement	*		note
			12

Remarques : objectifs : gagner en rigueur dans les AN, dans les calculs et dans la présentation => il faut mieux te mettre en valeur

Colle maximale

Ordre de grandeur

- Donner la dimension typique d'un atome
- Donner la distance typique entre deux atomes d'un solide.
- On considère un solide cristallin qui cristallise dans un cube d'arrête a . Il s'agit réseau cubique simple. En déduire la valeur de la masse volumique de ce solide si sa masse molaire $M = 10 \text{ g.mol}^{-1}$

Ordre de grandeur pour les gaz parfaits

- Donner l'unité et un ordre de grandeur de la constante R des gaz parfaits
- Donner la valeur de la masse molaire M de l'air.
- Ecrire l'équation des gaz parfaits vérifiée par 1 kg de gaz. On note P la pression, v le volume de cet échantillon d' 1 kg et T la température.
- Calculer le volume massique v de l'air présent dans cette classe.
- En déduire un ordre de grandeur de la masse volumique associée.

Coefficient thermoélastique

L'étude de la propagation des ondes acoustiques est menée avec les hypothèses suivantes :

- L'air est assimilé à un gaz parfait
- Les surpressions et détente sont adiabatique et réversible et donc isentropique. On définit alors le coefficient de compressibilité isentropique

$$\chi_s = -\frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_s$$

- Les ondes acoustiques se propagent à la vitesse $c = \sqrt{\frac{1}{\rho \chi_s}}$

Montrer que $c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

Ordre de grandeur

- Typiquement 100 pm
- Typiquement quelques 100 pm .
- $\rho = \frac{Nm}{V} = \frac{NM}{N_A V} = \frac{NM}{N_A a^3} = \frac{1 \times 10^{-2}}{10^{23} \times 10^{-30}} < 10^5 \text{ kg.m}^{-3}$ (avec les approximations ce résultat est un peu trop grand)

Ordre de grandeur pour les gaz parfaits

- $R \approx 8.314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- $M = 0.2 M_{O_2} + 0.8 M_{N_2} = 28.8 \text{ g.mol}^{-1} \approx 30 \text{ g.mol}^{-1}$.
- $Pv = \frac{RT}{M}$
- $v \approx 1 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$
- $\rho = \frac{1}{v}$

Coefficient thermoélastique

On a donc $P/V = \text{Cte}$ car entropie constante et donc $\left(\frac{\partial v}{\partial p} \right)_s = \left(\frac{\partial \frac{RT}{P}}{\partial P} \right)_s = -\frac{\gamma \text{Cte}}{P^{\gamma+1}}$

$$-\frac{\gamma P}{v} \text{ donc } \chi_s = \frac{1}{\gamma P} \text{ Or } P = \frac{\partial RT}{M} \text{ d'où : } \chi_s = \frac{M}{\gamma P RT}$$

On fait l'hypothèse d'une succession de compression et de détente adiabatique et mécaniquement réversible des tranches d'air (transformations isentropiques). On suppose également que les perturbations apportées par l'onde par rapport à la situation de repos sont faibles (masse volumique ρ_0 faiblement perturbée).

- Le PFD sur une tranche donne :



$$\rho_0 \frac{\partial v}{\partial t} dx S = S(p(x, t) - p(x + dx, t)) = -\frac{\partial p}{\partial x} dx S$$

$$\text{Soit : } \rho_0 \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial x} \rightarrow \rho_0 \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial^2 p}{\partial x^2}$$

on utilise $\chi_T = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial p} \approx \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial p}$ donc $\rho = \chi_T \rho_0 p$ et $\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\text{div}(\rho_0 \vec{v})$

$$\chi_T \rho_0 \frac{\partial p}{\partial t} = -\rho_0 \frac{\partial v}{\partial x} \rightarrow \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - \rho_0 \chi_T \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0$$