

A11	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	#DIV/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	6,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	2			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	2			
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	NE	4	#DIV/0!	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	NE			

	+	-	
ajustement			note
			#DIV/0!

Remarques : Attention à la qualité de la présentation de ton tableau, autrement exo3 traité

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				

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 si $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \psi}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \psi}{\partial y} \right)$ Est-ce le cas ?

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

Ordre de grandeur

- 1) Donner la dimension typique d'un atome
- 2) Donner la distance typique entre deux atomes d'un solide.
- 3) 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 $M = 10g.mol^{-1}$

Modèle du gaz parfait :

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

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 ici une forme différentielle et pas une différentielle totale exacte.

Dérivée partielle et gaz parfait

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

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

Ordre de grandeur

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

A12	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	8,3	#DIV/0!
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
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	NE	4	#DIV/0!	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	NE			

ajustement	+	-	note	#DIV/0!
	*			

Remarques : explication des équations diff d'ordre 1

Exercice 1 : Calcul différentiel

Une bouteille rigide de 10L remplie de gaz initialement à la pression P_0 se vide car elle n'est pas totalement étanche. Entre t et $t + dt$ la pression P diminue de $dP = -\alpha(P - P_{ext})dt$ où $P_{ext} < P_0$ est la pression extérieure et $\alpha = 0,1s^{-1}$.

- Donner l'expression de l'équation différentielle vérifiée par $P(t)$.
- A quel instant t_0 la pression dans le ballon est-elle égale à $1,5P_{ext}$ sachant que $P_0 = 2P_{ext}$? On donne $\ln(2) \approx 0,7$

Exercice 2 :

- Donner la volume d'une sphère de rayon R
- Donner la surface d'une sphère de rayon R
- Donner le volume élémentaire d'une calotte sphérique d'épaisseur dR

Exercice 3 :

- Donner la surface d'un disque de rayon R
- Donner l'expression du périmètre d'un cercle de rayon R
- Donner la surface d'un disque évidé d'épaisseur dR

Exercice 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 1kg de gaz. On note P la pression, v le volume de cet échantillon d'1kg 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.

Exercice 1 : Calcul différentiel

$$\frac{dP}{dt} + \alpha P = \alpha(P_{ext})$$

$$\text{Donc } P(t) = (P_0 - P_{ext})e^{-\alpha t} + P_{ext}$$

$$P(t_0) = (P_0 - P_{ext})e^{-\alpha t_0} + P_{ext} = 1,5P_{ext}$$

$$\text{En sachant que } P_0 = 2P_{ext} :$$

$$P(t_0) = P_{ext}e^{-\alpha t_0} + P_{ext} = 1,5P_{ext}$$

$$t_0 = 10 \ln(2) = 7s$$

Exercice 2 :

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$S = 4\pi R^2$$

$$dV = 5dR$$

Exercice 3 :

$$S = \pi R^2$$

$$p = 2\pi R$$

$$dS = p dR = 2\pi R dR$$

Exercice 1 : Ordre de grandeur pour les gaz parfaits

- $R \approx 8,314J.K^{-1}.mol^{-1}$.
- $M = 0,2M_o + 0,8M_{N_2} = 28,8g.mol^{-1} \approx 30g.mol^{-1}$.
- $Pv = \frac{RT}{M}$
- $v \approx 1m^3.kg^{-1}$
- $\rho = \frac{1}{v}$

A13	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	10,0	#DIV/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	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	1			
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	NE	4	#DIV/0!	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	NE			

ajustement	+	-	note	#DIV/0!
		*		

Remarques : Bonne colle

Exercice 1 :

Soit la fonction énergie interne $U(T, V)$ et la fonction entropie $S(T, V)$ des variables T et V .

- Donner les expressions des différentielles dU et dS en fonction des dérivées partielles $\frac{\partial U}{\partial T}, \frac{\partial U}{\partial V}, \frac{\partial S}{\partial T}, \frac{\partial S}{\partial V}$
- On rappelle l'identité thermodynamique $dU = TdS - pdV$ et on note $C_v = \frac{\partial U}{\partial T}$. Montrer que $dU = C_v dT + \left(T \frac{\partial S}{\partial V} - p\right) dV$
- On définit la fonction énergie libre $F = U - TS$. Exprimer la différentielle en utilisant l'identité thermodynamique
- En déduire que $\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\partial S}{\partial V}$
- Montrer que pour un GP, on a $dU = C_v dT$
- Montrer que pour un gaz réel vérifiant $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ on a

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

- Montrer que l'énergie interne d'un gaz parfait est

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

Exercice 1 :

$$dU(T, V) = \frac{\partial U}{\partial T} dT + \frac{\partial U}{\partial V} dV = C_v dT + \frac{\partial U}{\partial V} dV(1)$$

$$dS(T, V) = \frac{\partial S}{\partial T} dT + \frac{\partial S}{\partial V} dV(2)$$

$$\text{Or } dU = TdS - pdV(3)$$

Donc en mettant (2) dans (3) et par identification avec 1

$$dU = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} dT + \frac{\partial S}{\partial V} dV \right) - pdV$$

$$dU = C_v dT + \left(T \frac{\partial S}{\partial V} - p \right) dV(4)$$

$$\text{Or si on construit : } F(T, V) = U(T, V) - TS(T, V)$$

$$\text{Alors } dF = dU - TdS - SdT = -pdV - SdT$$

$$\text{Donc cette différentielle implique : } \frac{\partial p}{\partial T} = \frac{\partial S}{\partial V}(5)$$

$$\text{En mettant (5) dans (4): } dU = C_v dT + \left(T \frac{\partial p}{\partial T} - p \right) dV(4)$$

$$\text{Pour GP: } T \frac{\partial p}{\partial T} = \frac{nRT}{V} = p \text{ et donc } dU = C_v dT$$

$$\text{Pour GR : } p = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{n^2 a}{V^2} \text{ donc } T \frac{\partial p}{\partial T} - p = \frac{n^2 a}{V^2}$$

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

$$\text{Donc : } U(T, V) = C_v T + K(V) \text{ et } K'(V) = \frac{n^2 a}{V^2} \rightarrow K(V) = -\frac{n^2 a}{V} + Cte$$