

A21	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 : OK pour l'exo1 et 2 : exo 3 t'a posé plus de pb de compréhension

Exercice 1:

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

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

Exercice 2:

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

- Calculer $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$.
- Écrire le différentiel total df

Exercice 3:

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

- Différentier la relation précédente
- Exprimer $\frac{dP}{dV}$

Exercice 1:

- $dU = (a + 2bT)dT$
- $\int_1^2 dU = \Delta U = \int_1^2 a dT + \int_1^2 2bT dT = a(T_2 - T_1) + b(T_2^2 - T_1^2)$
- $[a] = J.K^{-1}.mol^{-1}$ et $[b] = J.K^{-2}.mol^{-1}$

Exercice 2:

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

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

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

Exercice 3:

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

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

A22	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 : Exo1: OK, Exo2 : OK, Exo3 : avec de l'aide

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 vérifiant :

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

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'arête a . Il s'agit réseau cubique simple. En déduire la valeur de la masse volumique de ce solide si sa masse molaire $M = 10 g.mol^{-1}$

Modèle du gaz parfait :

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

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

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

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

Ordre de grandeur

- 1) Typiquement 100pm
- 2) Typiquement quelques 100pm.
- 3) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{NM}{N_A V} = \frac{NM}{N_A a^3} = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{10^{12} \cdot 10^{-28}} < 10^6 kg.m^{-3}$ (avec les approximations ce résultat est un peu trop grand)

A23	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 : Exo 1 : Avec de l'aide, exo2 : OK

Exercice : Python et thermodynamique

- 1) Représenter les courbes $P(V)$ de trois isothermes à 300K,400K et 500K suivies par une mole de gaz parfait dont le volume varie entre 1L et 10L. La pression sera affichée en bar et le volume en Litre.
- 2) Représenter la détente dans un diagramme de Clapeyron $P(V)$ d'une mole de gaz parfait initialement à 300K de 1L à 10L de manière isotherme et adiabatique mécaniquement réversible ($PV^\gamma = Cte$). On mettra $P(bar)$ et $V(L)$

Exercice 1 : Dérivée partielle

Soit une fonction $f(x,y) = 4xy + \ln(xy)$

- 1) Calculer $\frac{\partial f}{\partial x}$
- 2) Calculer $\frac{\partial f}{\partial y}$
- 3) Exprimer la différentielle df

Soit un gaz de n moles dont la fonction d'état est : $P(V - V_0) = nRT$ où V_0 est une constante, P la pression du gaz, T sa température et V son volume.

- 4) Exprimer la fonction $V(T,P)$. Interpréter quand $T = 0$
- 5) Exprimer la différentielle dV

Exercice : Python et thermodynamique

Pour une isotherme : $P(bar) * 10^5 = \frac{RT}{V(L) * 10^{-3}} \Rightarrow P(bar) = \frac{RT}{100V(L)}$

Pour une adiabatique : $PV^\gamma = P_0 V_0^\gamma \Rightarrow P = \frac{P_0 V_0^\gamma}{V^\gamma}$

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
question 1
V = np.linspace(1,10,100)
R=8.314
for i in [300,400,500]:
    plt.plot(V,R*i/(100*V),label=f'T={i} K, constant(i))
plt.legend()
plt.grid()
plt.xlabel('V(L)')
plt.ylabel('P(bar)')
plt.show()
question 2
V = np.linspace(1,10,100)
plt.plot(V,R*300/(V*100),label='isotherme')
Po=R*300/(1*100)
Vo=1
plt.plot(V,Po*Vo**(1.4)/V**(1.4),label='adiabatique')
plt.grid()
plt.legend()
plt.show()
```

Exercice 1 : Dérivée partielle

Soit une fonction $f(x,y) = 4xy + \ln(xy)$

- 1) $\frac{\partial f}{\partial x} = 4y + \frac{1}{x}$
- 2) $\frac{\partial f}{\partial y} = 4x + \frac{1}{y}$
- 3) Exprimer la différentielle $df = \left(4y + \frac{1}{x}\right) dx + \left(4x + \frac{1}{y}\right) dy$

Soit un gaz de n moles dont la fonction d'état est : $P(V - V_0) = nRT$ où V_0 est une constante.

- 4) $V(T,P) = \frac{nRT}{P} + V_0$ où rend compte du volume propre des particules
- 5) $dV = \frac{nR}{P} dT - \frac{nRT}{P^2} dP$