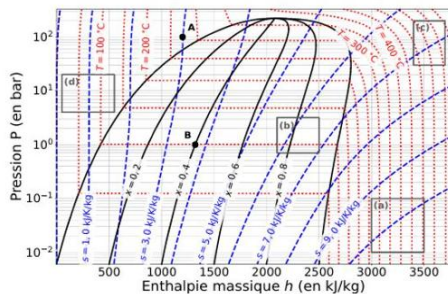


| A51                                                                                            | niveau de maîtrise | poids compétence | note compétence | note globale |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Savoir énoncer les résultats importants du cours                                               | 1                  | 10               | 5,0             | 8,5          |
| Connaître les hypothèses d'application des résultats                                           | 1                  |                  |                 |              |
| Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple                                   | 1                  |                  |                 |              |
| S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses           | NE                 | 6                | 1,5             |              |
| Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée    | 1                  |                  |                 |              |
| 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                | 2,0             |              |
| Rédiger proprement ses démarches au tableau                                                    | 1                  |                  |                 |              |

|            |   |   |        |
|------------|---|---|--------|
|            | + | - |        |
| ajustement |   |   | note 9 |

Remarques : cycle de Hess et loi de Hess a reprendre....OK pour l'exo 1

Ilias : Exercice : diagramme



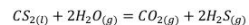
- 1) Identifier la nature des courbes a,b,c,d
- 2) Remplir le tableau suivant :

|   | Etat du fluide<br>(liquide/gaz/fraction<br>massique en gaz) | Pression,<br>température | Enthalpie<br>massique | Entropie<br>massique |
|---|-------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| A |                                                             |                          |                       |                      |
| B |                                                             |                          |                       |                      |

Exercice :

On donne :  $\begin{cases} H_2S_{(g)} + \frac{3}{2} O_{2(g)} = H_2O_{(g)} + SO_{2(g)} \rightarrow \Delta_r H_1^0 = -500 kJ.mol^{-1} \\ CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} = CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \rightarrow \Delta_r H_2^0 = -1000 kJ.mol^{-1} \end{cases}$

Quelle est l'enthalpie de réaction de la réaction suivante :



Exercice

- 1) a : isentropique, b : isotitre, c : isotherme, d : isotherme et isenthalpie
- 2) On a :

|   | Etat du fluide<br>(liquide/gaz/fraction<br>massique en gaz) | Pression,<br>température           | Enthalpie<br>massique(kJ/kg) | Entropie<br>massique<br>(kJ/K/kg) |
|---|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| A | Liquide                                                     | $T = 250^\circ C$<br>$P = 100 bar$ | $h \approx 1000$             | $s \approx 3$                     |
| B | Mélange diphasique<br>$x = 0.4$                             | $T = 100^\circ C$<br>$P = 1 bar$   | $h \approx 1200$             | $s \approx 3.75$                  |

Exercice :

$$\Delta_r H^0 = \Delta_r H_2^0 - 2\Delta_r H_1^0 = 0 kJ/mol$$

| A52                                                                                            | 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                                           | 1                  |                  |                 |              |
| 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                        | 1                  | 4                | 2,0             |              |
| Rédiger proprement ses démarches au tableau                                                    | 1                  |                  |                 |              |

|            |   |   |      |    |
|------------|---|---|------|----|
|            | + | - |      |    |
| ajustement |   | * | note | 11 |

Remarques : cela manque de recul sur le repérage et l'utilisation de l'opérateur gradient

#### Exercice : Gradient

Soit une fonction  $f(x, y, z)$ , une fonction de l'espace en repérage cartésien

- Donner l'expression de la différentielle  $df$  de  $f$  en fonction de ses dérivées partielles
- Exprimer  $df$  en fonction de  $\overrightarrow{\text{grad}} f$ .
- En déduire l'expression de l'opérateur gradient en repérage cartésien.
- Reprendre les questions précédentes en repérage sphérique

#### Exercice : Gradient

On rappelle la définition de l'opérateur gradient appliqué à une fonction scalaire  $f(M)$  :

$$df = \overrightarrow{\text{grad}} f \cdot d\vec{OM}$$

- Calculer le gradient de  $f(x) = ax + b$  avec  $a$  et  $b$  constants
- Représenter quelques lignes de champ de  $\overrightarrow{\text{grad}} f$
- Identifier les surfaces pour lesquelles  $f$  est constant.

#### Exercice : Gradient

- Rappeler le lien entre le travail d'une force conservative  $\vec{F}_c$  et son énergie potentielle  $E_p(M)$ .
- Montrer que  $\vec{F}_c = -\overrightarrow{\text{grad}} E_p$
- Soit un objet de masse  $m$  dans le champ de pesanteur terrestre  $\vec{g}$  uniforme. Déterminer l'expression de l'énergie potentielle  $E_{pp}$  de pesanteur en utilisant l'opérateur gradient
- Soit un objet de masse  $m$  dans le champ gravitationnel non uniforme de la Terre :  $\vec{G}(M) = -G \frac{M_t}{r^2} \vec{u}_r$  où  $G$  est la constante gravitationnelle,  $r$  la distance entre la masse  $m$  et le centre de la Terre et  $M_t$  la masse de la Terre. Déterminer l'énergie potentielle associée à la force gravitationnelle.

#### Exercice : Gradient

La variation locale (ou élémentaire) est donnée par :  $df = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_{y,z} dx + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_{x,z} dy + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)_{x,y} dz$

On va écrire ce résultat sous la forme d'un produit scalaire :  $df = \overrightarrow{\text{grad}} f \cdot d\vec{OM}$

| En base cartésienne :                                                                                                                                            | En base cylindrique                                                                                                                                                               | Base sphérique                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\overrightarrow{\text{grad}} f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \\ \frac{\partial f}{\partial z} \end{pmatrix}$ | $\overrightarrow{\text{grad}} f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial r} \\ \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} \\ \frac{\partial f}{\partial z} \end{pmatrix}$ | $\overrightarrow{\text{grad}} f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial r} \\ \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} \\ \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial f}{\partial \phi} \end{pmatrix}$ |

#### Exercice : Gradient

On rappelle la définition de l'opérateur gradient appliquée à une fonction scalaire  $f(M)$  :

$$df = \overrightarrow{\text{grad}} f \cdot d\vec{OM}$$

- $\overrightarrow{\text{grad}} f = a \vec{u}_x$
- Champ uniforme
- Plans perpendiculaires à  $\vec{u}_x$

#### Exercice : Gradient

- $dE_p = -\delta W = -\vec{F} \cdot d\vec{OM}$
- $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}} E_p$
- $E_{pp} = \pm mgz + Cte$
- $E_p = -\frac{GMm}{r}$

| A63                                                                                            | niveau de maîtrise | poids compétence | note compétence | note globale |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|
| Savoir énoncer les résultats importants du cours                                               | 2                  | 10               | 10,0            | 15,0         |
| 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           | 0                  | 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            | 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                        | 1                  | 4                | 2,0             |              |
| Rédiger proprement ses démarches au tableau                                                    | 1                  |                  |                 |              |

|            |   |   |      |    |
|------------|---|---|------|----|
| ajustement | + | - | note | 16 |
|            | * |   |      |    |

Remarques : OK pour les exo 1 et 2

#### Colle

##### Exercice 1 : Repérage :

- 1) Dessiner la base cylindrique  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$  en un point  $M(r, \theta, z)$
- 2) Déterminer la surface latérale  $S$  d'un cylindre de rayon  $R$  et de hauteur  $h$ .
- 3) Déterminer la masse  $m$  du cylindre précédent si sa masse volumique  $\rho(r) = \frac{\rho_0 r}{R}$  et  $R$  sont des constantes.
- 4) Déterminer le moment d'inertie  $J$  d'une sphère homogène de masse volumique  $\rho$  autour de son axe  $Oz$ . On rappelle que  $J = \int HM^2 dm$  où  $HM$  est la distance radiale du point  $M$  avec l'axe  $Oz$ . On donne  $\int \sin^3 \theta = \int (1 - \cos^2 \theta) \sin \theta d\theta = -\int (1 - \cos^2 \theta) d\cos \theta$

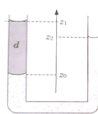
##### Exercice 2 : pression au centre du soleil

On assimile le soleil à un fluide statique, incompressible de masse volumique  $\rho$  occupant une sphère de rayon  $R$ . Dans cette sphère, le champ de pesanteur est radial est vaut  $\vec{g} = -\frac{g_0 r}{R} \vec{u}_r$  où  $g_0$  est une constante.

Déterminer l'expression de la pression dans le soleil. On note  $P(r = R) = 0$ .

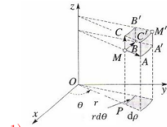
##### Exercice 3 : Liquides non miscibles

Pour mesurer la densité  $d$  d'une huile de pétrole, on verse de l'eau dans un tube en U à deux branches verticales de sections  $S_1$  et  $S_2 < S_1$ . On verse ensuite très lentement de l'huile de pétrole dans la branche 1. Puis on mesure les côtes verticales  $z_2$  du ménisque de l'eau dans la branche 2,  $z_1$  de l'huile et  $z_0$  de l'interface. On note  $\rho_0$  la masse volumique de l'eau.



Donner l'expression de  $d$

##### Exercice 1 Repérage :



1)

$$2) S = 2\pi R h$$

$$3) m = \frac{2\pi \rho_0 h}{3} R^2$$

$$4) I = \int HM^2 dm = \rho \int r^4 \sin^3 \theta d\theta d\phi dr = 2\pi \rho \frac{R^5}{5} \frac{4}{3}$$

$$I = 2m \frac{R^2}{5}$$

##### Exercice 2 : pression au centre du soleil

D'après la loi de la statique des fluides :  $\frac{dP}{dr} = -\rho \frac{g_0 r}{R}$

Donc :  $P(r) = \rho \frac{g_0}{2R} (R^2 - r^2)$  (au centre, on trouve 1Gbar !)

##### Exercice 3 : Liquides non miscibles

Pour cette situation statique, on a :

$$\begin{cases} P(z_0) = P_0 + \rho_0 g(z_1 - z_0) \\ P(z_0) = P_0 + \rho_0 g(z_2 - z_0) \end{cases}$$

$$\text{Donc } d = \frac{z_2 - z_0}{z_1 - z_0} < 1$$