

Commentaires - DS n°6 et 6bis : Thermodynamique et physique statistique

Moyenne : 13.1

Notes extrémales : 7.5 à 18.5

Les problèmes étaient très classiques, et la classe s'en est bien sortie car on voit que le cours et les exercices ont été travaillés. Une majorité de classe arrive maintenant à prendre du recul sur le problème en commentant brièvement les résultats obtenus, sans perdre de temps. Il fallait aller assez vite sur les questions les plus faciles pour arriver à faire presque tout le sujet.

Vous êtes cependant assez nombreux à perdre "bêtement" des points sur des questions faciles car vous ne précisez pas les arguments indispensables à la démonstration (hypothèse ou théorème utilisé par exemple).

1 Etude d'une installation nucléaire (d'après CCS - MP - 2016)

Problème de centrale très classique, bien réussi dans l'ensemble.

Q.A.1.a) J'ai été ravi de trouver beaucoup de **schémas** introductifs, qui permettait dès le début de voir que la centrale est un moteur ($W < 0$).

Cependant, le **fluide caloporteur** (de l'eau dans le cas de la centrale) n'est que rarement représenté, et il n'est d'ailleurs pas cité comme système lors de l'application du premier et second principes alors que c'est très important de bien le préciser.

Q.A.2.a) Le tracé du cycle conduisait à un **cycle tournant dans le sens horaire**, conformément au fait qu'il s'agissait d'un moteur ($W < 0$). Je rappelle le moyen mnémotechnique simple suivant : "trigo=frigo" !

Q.A.2.e), f) g) Attention aux **chiffres significatifs** ! Ce n'est pas parce qu'une donnée comporte 5 ou 6 chiffres que le résultat doit avoir la même précision ! Vous faisiez ici une lecture "à la louche" des enthalpies massiques sur le diagramme, et deux chiffres significatifs était le maximum raisonnable.

On montre ici que $W_{BC} = h_C - h_B < 0$, ce qui est normal dans la turbine qui est justement la partie motrice de la centrale. Cette remarque, que j'ai été heureux de trouver dans la moitié des copies, aurait pu permettre aux étourdi(e)s de voir leur erreur...

Q.A.2.i) et A.3.b) On pouvait faire une lecture directe des titres en vapeur sur le diagramme. Inutile d'utiliser le théorème des moments (même si cela était correct).

Q.B.2 Énormément d'expressions incorrectes pour le bilan des forces dans la centrifugeuse. On appliquait le **PFD à une particule de fluide de volume $d^3\tau$** , c'est à dire à un volume élémentaire, et il fallait donc des forces élémentaires comportant des différentielles :

- Poids : $d^3\vec{F}_{poids} = -\rho g d^3\tau \vec{u}_z$
- Forces de pression : $d^3\vec{F}_{pression} = -\overrightarrow{grad}P d^3\tau = -\frac{\partial P}{\partial r} d^3\tau$
- Force d'inertie d'entraînement (ou centrifuge) : $d^3\vec{F}_{ie} = \rho r \omega^2 d^3\tau \vec{u}_r$
- Force d'inertie de Coriolis : $d^3\vec{F}_{ic} = \vec{0}$ car pas de mouvement dans \mathcal{R}_1

En projection sur \vec{u}_r , on obtient alors : $\rho(r)\omega^2 r = \frac{dP}{dr}$ qu'on peut intégrer ensuite.

Q.B.3 Un point sur la **méthode pour montrer qu'un terme est négligeable devant un autre** : il est souvent beaucoup plus simple de montrer que le rapport des deux est très grand ou très petit. Ici, on pouvait montrer que le poids était négligeable en montrant que : $\frac{\|d^3\vec{F}_{poids}\|}{\|d^3\vec{F}_{ie}\|} = \frac{g}{R\omega^2} \ll 1$

2 Agitation thermique - Formule de Nyquist (d'après Centrale - PC - 2016)

Là encore, sujet classique qui abordait l'influence des fluctuations thermiques dans un modèle de câble coaxial, dont la majorité des questions avait déjà été abordée en cours/TD.

Q.A.1.a) Démonstration du cours, que tout le monde savait faire, mais il ne faut pas oublier de donner les **arguments importants** lors des calculs (g supposé uniforme, et surtout $T = cste$, qui est évident, mais qu'il faut tout de même rappeler !)

3 Igloo (d'après CCINP - PC - 2016)

Problème de diffusion très proche du cours, pour lequel il fallait viser le maximum. Revoir en particulier la question Q.15, moins classique, et pour laquelle il fallait utiliser l'analogie d'une **loi des nœuds**.

4 Etude des performances thermiques d'un isolant (d'après CCINP - PC - 2023)

Sujet très simple, mais dont l'intérêt était de vous montrer sous quelle forme des questions d'informatique pouvaient être posées.

Q.1 Question simple, mais pour laquelle pratiquement tout le monde s'est égaré. Il suffisait de dire qu'on avait un **milieu unidimensionnel** en pratique lorsque l'épaisseur L du milieu était très faible devant les dimensions transverses du matériau.

Q.9.a),b),c) J'ai été très surpris de trouver beaucoup d'erreurs sur les **formules de Taylor...** Un exemple de réponse attendue :

$$T(t, x - dx) = T(t, x) - \frac{\partial T}{\partial x} dx + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \frac{dx^2}{2}$$

Attention, on ne peut parler ici de $T'(x, t)$ sans ambiguïté car il s'agit d'une fonction de plusieurs variables. Par ailleurs, la notation ∂x n'existe pas seule.