

Jeudi 6 juin 2019

0. Proposer des schémas de Lewis pour BF_3 , NH_3 , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} et HCNO (molécule linéaire, atomes dans cet ordre, plusieurs possibilités avec éventuellement des charges formelles).

1. On étudie un filtre passe-bas d'ordre 1, de gain en bande passante unité, de pulsation de coupure à -3 dB ω_c .

a. Donner sa fonction de transfert. On posera pour la suite $\tau = 1 / \omega_c$.

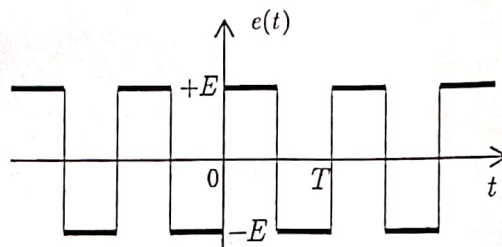
b. Quelle est l'équation différentielle liant les signaux d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$?

c. Le signal d'entrée est en créneaux symétriques de période T .

Résoudre l'équation différentielle sur l'intervalle $[0, T/2]$ en tenant compte du lien devant exister entre $s(T/2)$ et $s(0)$.

d. On suppose que, pour le signal en créneaux, $T \ll \tau$. Donner directement (c'est-à-dire sans utiliser la résolution de la question c) une approximation de la réponse du filtre (tracer le graphe de $s(t)$ et donner l'expression approchée de $s(t)$ sur $[0, T/2]$).

e. Vérifier la compatibilité des réponses aux questions c et d.



2. Oraux 2018 MP*₄ MP15 III

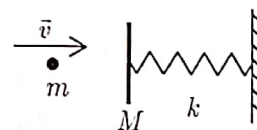
On considérera que la distance donnée D correspond à la distance entre la lentille et l'écran et qu'on observe 400 franges par mètre sur l'écran.

Interpréter la question 2 selon « Quel est l'angle du coin d'air ? ».

3. Mécanisme de mise en équilibre thermique.

a. Deux particules ponctuelles (M, m) se déplacent sur l'axe Ox avec les vitesses (algébriques) V et v . Elles entrent en collision. Après le choc, les vitesses sont V' et v' . On suppose le choc élastique (conservation de l'énergie cinétique). Quelle autre grandeur physique est conservée au cours du choc ? Calculer V' et v' .

Une plaque de masse M , accrochée à un ressort de raideur k est soumise à un « bombardement » de particules identiques (masse m) dont la vitesse \bar{v} et la date d'arrivée sont aléatoires (sans corrélation avec la position ou la vitesse de la plaque). On connaît $\langle v^2 \rangle$.



b. Exprimer la variation d'énergie mécanique ΔE_m de la plaque au cours d'un choc en

fonction de sa vitesse V avant le choc et de v . Donner la valeur moyenne $\langle \Delta E_m \rangle$ (sur un grand nombre de chocs) de cette variation. L'exprimer en fonction de E_m et $\langle v^2 \rangle$.

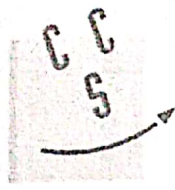
c. Le nombre de chocs par unité de temps est n . Donner l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de l'énergie mécanique de la plaque.

d. Commenter en liaison avec le cours de physique statistique.

4. Épreuve Centrale-Supélec PC Turboréacteur

5. Oraux 2018 MP*₄ XP11

On pourra introduire (et noter ρ_1) la masse d'eau sous forme de gouttelettes par unité de volume d'air.

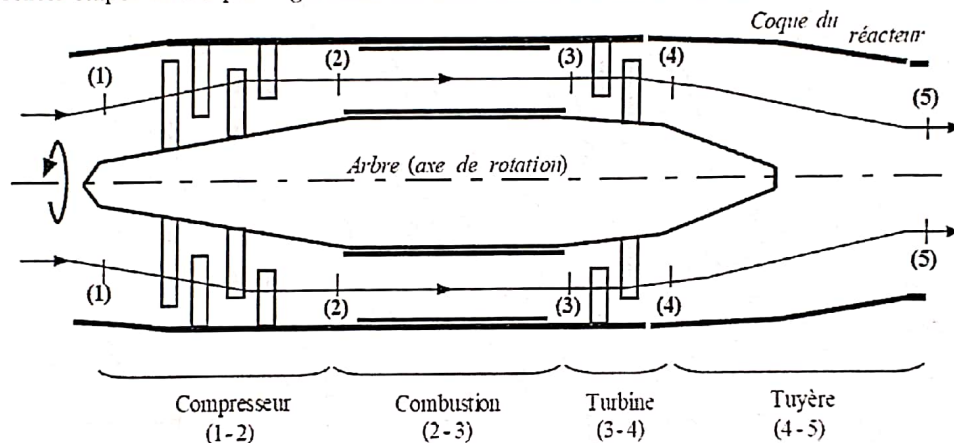


Turboréacteur

On s'intéresse à un turboréacteur utilisé pour les avions. La propulsion provient de la combustion du kérosène dans le dioxygène de l'air. Une part de l'énergie produite est récupérée par une turbine qui sert à faire tourner un compresseur. On fait les hypothèses suivantes :

- partout, le gaz (comparable à de l'air) est assimilé à un gaz parfait de capacité thermique massique à pression constante $c_p = 1,00 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et de constante $\gamma = c_p/c_v$. Le débit massique D_m est supposé constant égal à $50,0 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$. Le régime est supposé permanent ;
- on néglige les variations d'énergie potentielle, les pertes dues aux frottements et les variations d'énergie cinétique (sauf en sortie des tuyères) ;
- la puissance mécanique cédée à la turbine est intégralement transmise au compresseur ;
- les évolutions dans le compresseur, la turbine et la tuyère sont supposées adiabatiques réversibles. La combustion est isobare. Le pouvoir calorifique du gaz vaut $e_K = 50,0 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Les différentes étapes suivies par le gaz dans le turboréacteur sont les suivantes



- (1) \rightarrow (2) : le gaz, à la température $T_1 = 300 \text{ K}$ et à la pression $P_1 = 1,00 \text{ bar}$, est comprimé avec un taux de compression $\tau_{1/2} = P_2/P_1 = 10,0$;
- (2) \rightarrow (3) : le gaz s'échauffe de façon isobare jusqu'à la température $T_3 = 1200 \text{ K}$;
- (3) \rightarrow (4) : le gaz subit une détente dans la turbine jusqu'à la pression $P_4 = 3,96 \text{ bar}$;
- (4) \rightarrow (5) : le gaz se détend dans la tuyère jusqu'à la pression ambiante $P_5 = P_1 = 1,00 \text{ bar}$ et la température $T_5 = 621 \text{ K}$.

1. Préciser les valeurs manquantes des pressions P_i et températures T_i .
2. Calculer le débit de kérosène D_K nécessaire.
3. Définir, exprimer et calculer le rendement du turboréacteur.