

Cycle de Stirling (Examen 2015.)

On s'intéresse à un moteur de Stirling fonctionnant avec une mole de gaz parfait. On rappelle que le cycle de Stirling est composé de deux isothermes et deux isochores. On appelle respectivement T_c et T_f les températures chaude et froide des isothermes. On notera A, B, C et D les points du cycle de manière que V_A soit le volume minimal et V_B le volume maximal.

- Tracez le cycle ^(quasi-statique)~~(réversible)~~ dans un diagramme (p,V) ; identifiez le sens de parcours et les points ABCD.



- Le piston moteur (qui est en jeu dans les isothermes) subit maintenant un frottement sec. On suppose les coefficients de frottement statiques et dynamiques égaux; les frottements se traduisent par une force de norme F durant tout le trajet du piston, qui se fait sur une longueur l . Les transformations sont quasi-statiques. On néglige la capacité calorifique du piston devant celle du gaz, que l'on note C_v . La partie mobile du piston est calorifugée et ne permet pas d'échange de chaleur avec l'extérieur. Un régénérateur permet de recycler toute la chaleur entre les isochores.
~~La transformation le long des isothermes est-elle réversible? Justifiez.~~

Suggestion pour la question 3 : Commencez par déterminer la relation entre la pression P à l'intérieur du cylindre et la pression extérieure P_{ext} .

- Calculez les travaux W_{AB} et W_{CD} reçus par le gaz le long des isothermes, en tenant compte des frottements secs.
- Calculez Q et ΔU le long de ces mêmes isothermes.
- ~~Calculez ΔS le long de ces mêmes isothermes.~~
- Calculez W , Q , ΔU et ~~ΔS~~ le long des isochores.

Les résultats sont à donner en fonction de V_A , V_B , T_f , T_c , C_v , F , l et R et à synthétiser dans le tableau ci-dessous. Pour les calculs intermédiaires, on pourra noter P la pression du gaz et P_{ext} la pression appliquée sur le piston par l'extérieur.

	$A \rightarrow B$	$B \rightarrow C$	$C \rightarrow D$	$D \rightarrow A$
W
Q
ΔU
ΔS

7. Quelle est la condition sur F pour que le moteur fonctionne ? Que se passe-t-il sinon ?
8. En supposant cette condition remplie, quelle est l'efficacité η du moteur ?