

## Moteur à air chaud (moteur Stirling)

### EXPLOITATION DU MODELE DE FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR A AIR CHAUD UTILISE COMME MOTEUR THERMIQUE

- Mise en service du moteur à air chaud comme moteur thermique.
- Démonstration de la conversion d'énergie thermique en énergie mécanique.
- Mesure de la vitesse de marche à vide en fonction de la puissance calorifique.

UE2060100

04/16 JS

### NOTIONS DE BASE GENERALES

Pour simplifier les choses, le cycle thermodynamique du moteur à air chaud (*R. Stirling, 1816*) peut être divisé en 4 cycles : apport de chaleur, expansion, transmission de chaleur et compression. Ils sont représentés schématiquement sur les figures 1 à 4 pour le modèle de fonctionnement étudié.

Pour l'apport de chaleur, le piston de refoulement P1 se déplace en avant et refoule l'air vers le bas dans la zone chauffée du grand cylindre. Le piston de travail P2 se trouve pendant ce temps à la position inférieure étant donné que le piston de refoulement précède le piston de travail de 90°.

L'air chauffé se détend et pousse le piston de travail vers le haut. Ce faisant, un travail mécanique est transmis à la bielle via le vilebrequin.

Pendant que le piston de travail se trouve au point mort haut, le piston de refoulement se déplace vers le bas et refoule l'air pour que la chaleur soit évacuée à l'extérieur dans la zone supérieure du grand cylindre.

L'air refroidi est comprimé par le piston de travail qui se déplace vers le bas. Le travail mécanique est ici fourni par la bielle.

Si le moteur à air chaud est employé sans charge mécanique, il tourne à une vitesse à vide limitée par le frottement interne et dépendant de la puissance de chauffage appliquée. La vitesse diminue dès que l'on supprime de la puissance mécanique. Une manière très simple de le démontrer consiste à exercer une force de frottement sur le vilebrequin.

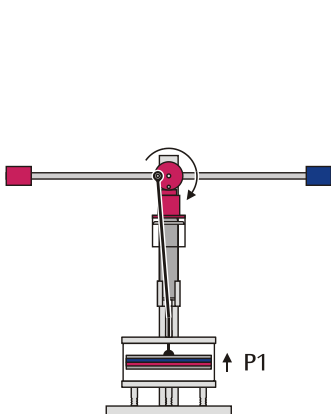


Fig. 1: Apport de chaleur

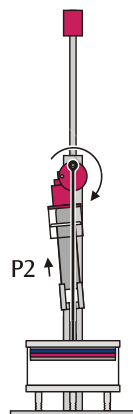


Fig. 2: Expansion

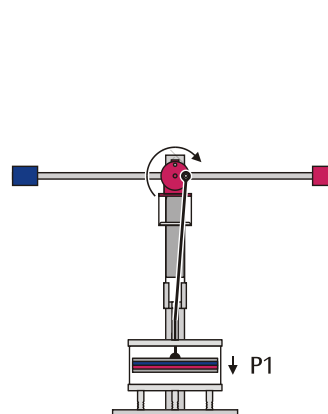


Fig. 3: Emission de chaleur

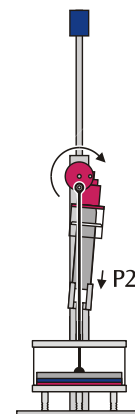


Fig. 4: Compression

**LISTE DES APPAREILS**

- 1 Moteur Stirling D 1000817 (U8440450)
- 1 Alimentation CC 20 V, 5 A @230 V 1003312 (U33020-230)
- ou
- 1 Alimentation CC 20 V, 5 A @115 V 1003312 (U33020-115)
- 1 Jeu de cordons de sécurité 1017718 (U13816)
- 1 Chronomètre de précision 1003369 (U40801)

**MONTAGE**

- Débloquer la sécurité de transport du vilebrequin et du piston de refoulement.
- Suspendre la boucle du fil de nylon auquel est attaché le piston de refoulement à l'extrémité avant du vilebrequin.
- Visser la deuxième bielle à l'extrémité arrière du vilebrequin.
- Obturer le grand cylindre avec des capuchons noirs.

**REALISATION**

- Connecter l'alimentation à l'entrée de la tension de chauffage.
- Régler la tension de chauffage 12 V, attendre quelques minutes et démarrer le moteur Stirling monté sur la bielle manuellement.
- Varier progressivement la tension de chauffage de 8 V à 15 V à raison de 1 V à chaque fois.
- Patienter une minute à chaque fois, mesurer le temps pour 10 tours d'arbre du moteur et calculer la vitesse qui en résulte.



Fig. 5 : Montage pour une exploitation du moteur Stirling comme moteur thermique par chauffage électrique

**EXEMPLE DE MESURE**

Tableau 1 : Valeurs de mesure pour la vitesse à vide  $n$  en fonction de la tension de chauffage  $U$

$U$ (V)	10 $T$ (s)	$n$ (s <sup>-1</sup> )
8	27,5	0,36
9	24,6	0,41
10	21,3	0,47
11	19,0	0,53
12	16,9	0,59
13	15,0	0,67
14	13,4	0,75
15	12,0	0,83

**EVALUATION**

Si l'on simplifie en considérant comme constant le frottement intérieur, la vitesse à vide est proportionnelle à la puissance mécanique du moteur Stirling dégagée en marche à vide. Si l'on suppose en outre que la résistance ohmique du chauffage n'a pas changé, la puissance de chauffage est proportionnelle au carré de la tension de chauffage. La fig. 6 illustre donc la vitesse à vide  $n$  du moteur Stirling (en tant que mesure de la puissance mécanique transmise) en fonction du carré de la tension de chauffage  $U$  (en tant que mesure de la puissance de chauffage appliquée).

La fig. 6 montre donc que la puissance mécanique transmise augmente si l'on accroît la puissance de chauffage appliquée  $n/s^{-1}$

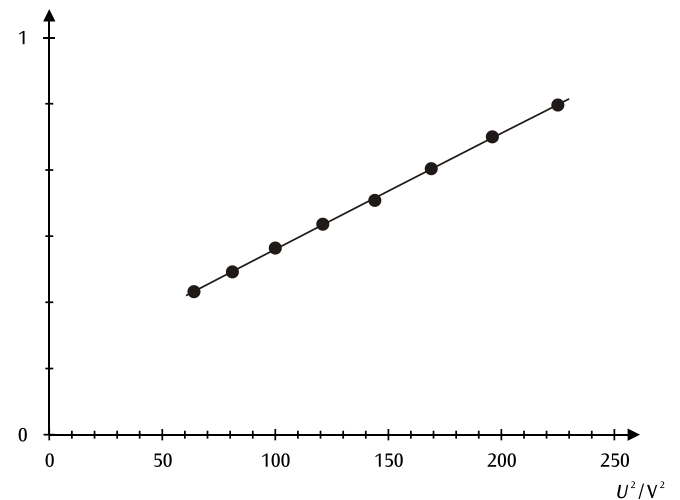


Fig. 6 : Vitesse à vide du moteur Stirling en fonction du carré de la tension de chauffage

**RESULTAT**

Lorsqu'il est employé comme moteur thermique, le moteur Stirling transforme une partie de la puissance de chauffage appliquée en puissance mécanique et dégage le reste à l'extérieur sous forme de puissance calorifique.