

Thermodynamique

Moteur Stirling

Réf :
204081

Moteur Stirling

Français – p 1

Version : 0208

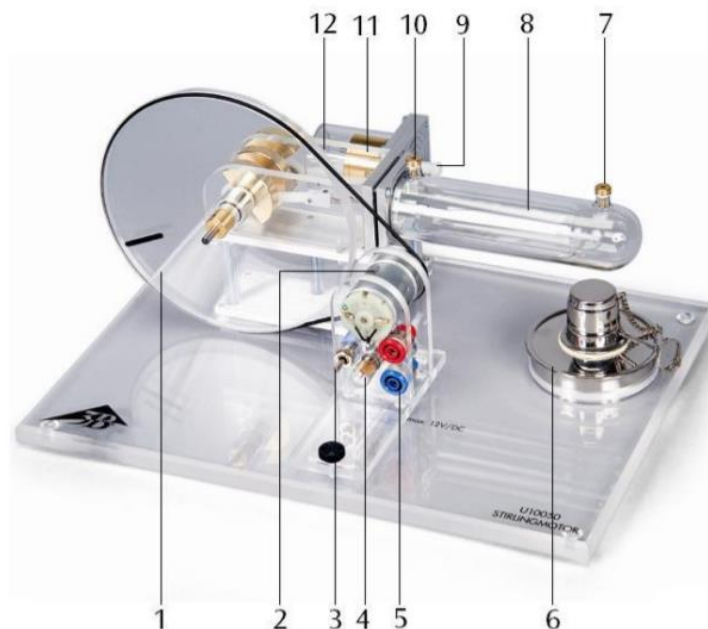
Table des matières

1.	Description.....	3
2.	Consignes de sécurité	3
3.	Caractéristiques techniques.....	4
4.	Principe de Fonctionnement.....	4
5.	Manipulations.....	5
5.1	Le moteur Stirling comme moteur thermique	5
5.2	Le moteur Stirling comme thermopompe ou machine frigorifique :	5
6.	Représentation du diagramme de pression-volume du moteur Stirling par ExAO	6

1. Description

Le moteur Stirling permet l'étude qualitative et quantitative du cycle de Stirling. Il peut être exploité en trois modes différents : comme moteur thermique, comme thermopompe et comme machine frigorifique. Le cylindre et le piston refouleurs sont constitués d'un verre thermorésistant, le cylindre de travail, la roue volante et les protections de l'engrenage en verre acrylique. Ainsi les différentes phases des mouvements peuvent à tout moment être très bien observées. Les vilebrequins en acier durci sont montés sur billes. Les bielles sont en plastique inusable.

L'unité intégrée du moteur – générateur avec poulie à deux étages permet de transformer l'énergie mécanique générée en énergie électrique. Avec possibilité de commutation pour exploiter une lampe intégrée ainsi que pour appliquer des charges externes ou alimenter l'énergie électrique pour l'emploi comme pompe thermique ou machine frigorifique.



- 1 Roue volante avec repère pour déterminer la vitesse
- 2 Unité moteur – générateur avec poulie à deux étages
- 3 Interrupteurs
- 4 Ampoule
- 5 Douilles de sécurité de 4 mm
- 6 Brûleur à alcool
- 7 Support de mesure de température 1
- 8 Piston déplaceur
- 9 Raccord de tuyau avec chape pour mesures de pression
- 10 Support de mesure de température 2
- 11 Piston de travail
- 12 Tige filetée M3 (reliée au piston de travail)

2. Consignes de sécurité

- Verser avec précaution l'alcool dénaturé dans le brûleur ; veiller à ne pas en renverser.

- Ne jamais remplir le brûleur à alcool tant que la mèche répand encore une faible lueur ou qu'une autre flamme directe est allumée à proximité.
- Après son utilisation, refermer immédiatement la bouteille d'alcool.
- Ne pas mettre la main dans la flamme.
- Prudence ! Eteindre la flamme uniquement lorsque le couvercle est fixé.

Le moteur Stirling se réchauffe en cas de fonctionnement avec une flamme nue.

- Pendant et après l'exploitation du moteur Stirling, ne pas toucher le cylindre refouleur.
- Avant de le ranger, laissez refroidir le moteur Stirling.

3. Caractéristiques techniques

Unité moteur-générateur : max. 12 V CC
 Poulie à deux étages : Ø 30 mm, Ø 19 mm
 Piston de travail : Ø 25 mm
 Course du piston de travail : 24 mm

Modification du volume : $24 \text{ mm} \times \left(\frac{25 \text{ mm}}{2}\right)^2 \times \pi \approx 12 \text{ cm}^3$

Volume minimum : 32 cm³

Volume maximum : 44 cm³

Puissance du moteur Stirling : env. 1 W

Dimensions : env. 300 x 220 x 160 mm

Masse : env. 1,65 kg

4. Principe de Fonctionnement

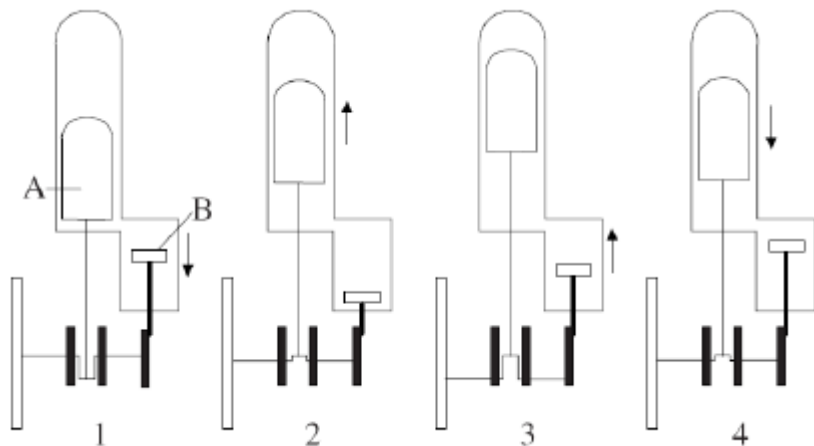


Figure 1 Principe de fonctionnement du moteur Stirling (A: Piston déplaceur, B: Piston de travail)

Le processus Stirling idéal comprend 4 phases (voir fig. 1)

Phase 1 : Phase d'expansion : modification d'état isothermique, l'air se détend à température constante

Phase 2 : Modification d'état isochore, l'air refroidit à volume constant dans le régénérateur

Phase 3: Phase de compression : modification d'état isothermique, l'air est comprimé de façon isothermique

Phase 4: Modification d'état isochore, l'air est de nouveau réchauffé dans le régénérateur à la température initiale

Dans le moteur Stirling, le processus idéal n'est pas totalement réalisé car les 4 phases se chevauchent. Pendant l'expansion, un échange de gaz chaud à gaz froid se produit et pendant la phase de compression, tout l'air comprimé n'est pas encore dans la partie froide du moteur.

5. Manipulations

5.1 Le moteur Stirling comme moteur thermique

- Remplissez le brûleur à alcool, placez-le dans l'évidement de la plaque d'assise, dégazez la mèche sur environ 1 à 2 mm, puis allumez cette dernière.
- Placez le piston de refoulement en butée arrière et, après un bref temps de réchauffement (environ 1 à 2 minutes), mettez la roue volante en mouvement en la poussant légèrement dans le sens des aiguilles d'une montre (vu de l'unité du générateur à moteur) (voir fig.2).
- Le cas échéant, réglez la tension de la courroie d'entraînement en déplaçant l'unité du générateur à moteur.
- Allumez l'ampoule en réglant l'interrupteur en position supérieure
- Comme variante, branchez une charge externe via la borne de 4 mm et réglez l'interrupteur en position inférieure.

Vitesse sans charge : env. 1000 tr/min

Vitesse avec générateur comme charge : env. 600 tr/min

Tension du générateur : env. 6 V CC

Pression différentielle : +250 hPa/-150 hPa

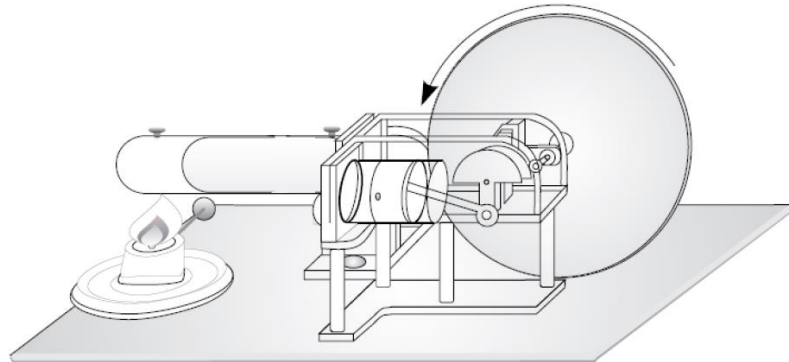


Figure 2 : Le moteur Stirling comme moteur thermique

5.2 Le moteur Stirling comme thermopompe ou machine frigorifique :

Autres équipements requis :

1 Alimentation à courant continu réf 281486,

2 dispositifs de mesure avec sonde thermocouple

- Placez les sondes de température dans les tubulures de mesure et branchez-les à un instrument de mesure (Thermomètre numérique ou capteur ExAO) (voir fig. 3).
- Branchez la source de courant continu via les bornes de 4 mm

- Réglez max. 12 V et activez le moteur Stirling en réglant l'interrupteur en position inférieure.
- Observez l'augmentation / réduction de température.

Lorsque le moteur fait office de machine frigorifique, la roue volante tourne dans le sens des aiguilles d'une montre (vu de l'unité du générateur à moteur), s'il fonctionne comme une pompe thermique, la roue tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

- Pour changer de mode, inversez la polarité des câbles de connexion.

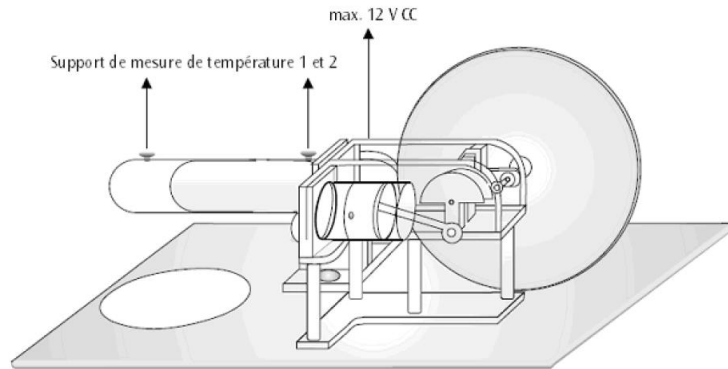


Figure 3 : Le moteur Stirling comme thermopompe ou machine frigorifique

Pression différentielle : +250 hPa/-150 hPa
 Tension de moteur : 9 V
 Vitesse de rotation : 600 tr/min
 Ecart de température (rel. A 21°C)
 Machine frigorifique : -4 K (réservoir : +6 K)
 Thermopompe : +13 K (réservoir : -1 K)

6. Représentation du diagramme de pression-volume du moteur Stirling par ExAO

Ce TP peut être réalisé en utilisant le moteur Stirling, soit comme moteur thermique, soit comme pompe à chaleur.

Autres matériels requis :

- 1 Console ExAO Foxy réf. 485000
 - 1 Capteur PV Stirling Foxy réf. 482108
 - 2 Capteurs thermocouples Foxy réf. 482036
 - 2 sondes thermocouples filaires réf. 253003
 - 1 Logiciel Atelier Scientifique supérieur 000131
- (Voir figure 4)

Pour les expériences en mode pompe à chaleur, prévoir 1 alimentation à courant continu réf. 281486

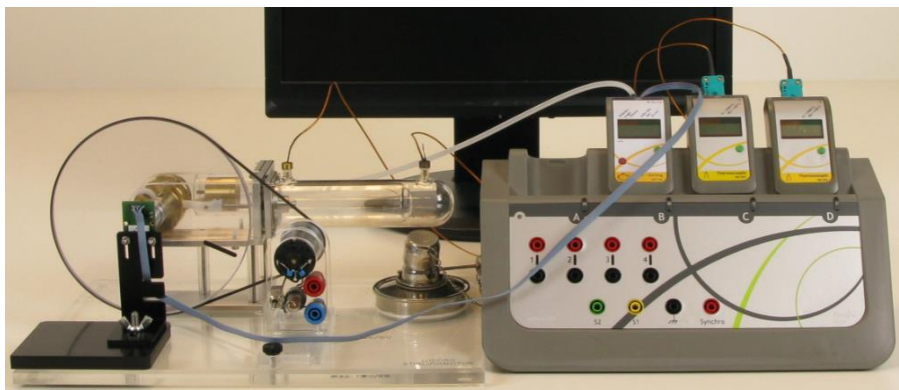


Figure 4: Montage ExAO avec le moteur Stirling, pour réaliser un diagramme pression-volume (mode moteur thermique)

Retrouvez tous les détails du TP Diagramme Pression-volume, en consultant la notice du capteur PV Stirling réf 482108, sur www.jeulin.com.

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts
à votre disposition
du lundi au vendredi
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge
immédiatement votre appel
pour vous apporter une réponse
adaptée à votre domaine
d'expérimentation :
Sciences de la Vie et de la Terre,
Physique, Chimie, Technologie.

Service gratuit*

0 825 563 563 choix n°3**

* Hors coût d'appel, 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.

** Numéro valable uniquement pour la France
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE,
composez le +33 2 32 29 40 50.

Direct connection for technical support

A team of experts
at your disposal
from Monday to Friday
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request
immediatly to provide you
with the right answers regarding
your activity field : Biology, Physics,
Chemistry, Technology.

Free service*

+33 2 32 29 40 50**

* Call cost not included.

** Only for call from foreign countries.