Date d'édition : 04.11.2026

Ref : P2.6.2.2



P2.6.2.2 Détermination du rendement du moteur à air chaud comme moteur thermique

Au cours de l'expérience P2.6.2.2, on détermine le rendement

ç = W / W + Q2

du moteur à air chaud utilisé comme moteur thermique.
Le travail mécanique W cédé à chaque cycle à laxe peut être calculé daprès le couple de rotation extérieur
N dun frein dynamométrique de Prony qui ralentit le moteur à air chaud à la vitesse de rotation f. La quantité de chaleur Q2 cédée correspond à une élévation de température T dans leau de refroidissement.

Équipement comprenant :
1 388 182 Moteur à air chaud
1 388 221 Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud
1 562 11 Noyau en U avec joug
1 562 121 Agrafe d'assemblage avec pince à ressort
1 562 21 Bobine secteur à 500 spires
1 562 18 Bobine très basse tension, 50 spires
1 575 471 Compteur S
1 337 46 Barrière lumineuse en U
1 501 16 Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m
1 531 120 Multimètre LDanalog 20
1 531 130 Multimètre LDanalog 30
1 313 27 Chronomètre manuel, 60s/0,2s
1 314 141 Dynamomètre de précision, 1,0 N
1 382 35 Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K
2 300 02 Pied en V, petit
1 300 41 Tige 25 cm, 12 mm Ø
1 300 42 Tige 47 cm, 12 mm Ø
1 300 51 Tige en équerre, 90°
2 301 01 Noix Leybold
1 590 06 Bécher gradué SAN, 1000 ml
3 342 63 Masses marquées de 50 g
1 500 421 Câble de connexion 19 A, 50 cm, rouge
1 500 422 Câble de connexion 19 A, 50 cm, bleu
3 501 33 Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir
1 388 181 * Pompe submersible
1 521 231 * Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V
2 667 194 * Tuyau silicone 7 mm Ø, 1 m

Date d'édition : 04.11.2026

1 604 3131 * Bidon à col large 10 l

Les articles marqués d'un * ne sont pas obligatoires, mais sont recommandés pour la réalisation de l'expérience.

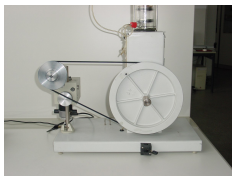
Catégories / Arborescence

Sciences > Physique > Expériences pour le supérieur > Chaleur > Cycle thermodynamique > Moteur à air chaud: essais quantitatifs

Options

Ref : 388182
Moteur à air chaud (cycle de Stirling) à refroidissement par eau





Pour la démonstration et l'étude quantitative de cycles thermodynamiques dont la réversibilité peut être mise en évidence.
Modes de fonctionnement :
en moteur thermique, puissance de 10 W environ
en pompe à chaleur, température finale accessible de +100 °C environ
en machine frigorifique, température la plus basse possible de -30 °C environ

Caractéristiques techniques :
Cylindrée : env. 150 cm³
Rapport de compression : env. 1 : 2
Puissance de chauffe : 300 W
Dimensions : 50 cm x 26 cm x 70 cm
Masse : 15 kg

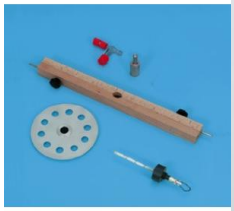
Matériel livré :
Appareil de base opérationnel, avec volant d'inertie et cylindre de travail
Couvre-culasse avec joint fileté pour tube à essais ou thermomètre
Jeu de 10 tubes à essais
Courroie d'entraînement
Petite poulie
Barre de section carrée
Flacon d'huile silicone, 20 ml

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 388221

Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud

avec frein prony, disque mesure de vitesse, T pour mesure de température, thermomètre et résistance





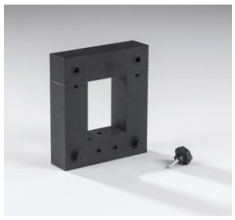
Pour la détermination quantitative du bilan des puissances, du freinage mécanique, de la mesure sans contact de la vitesse de rotation, de la mesure du débit et de la température du flux d'eau de refroidissement ainsi que pour la compensation électrique de la puissance frigorifique.
À utiliser avec le moteur à air chaud. 388 182 .

Caractéristiques techniques :
Enroulement chauffant : 10 V/3 A
Thermomètre Gamme de mesure : +10 ... +40 °C Graduation : 1 K
Longueur du levier de freinage : 50 cm
Diamètre du disque à trous : 160 mm

Matériel livré :
Levier de freinage avec moyeu (frein de Prony)
Disque à trous avec aimant
Enroulement chauffant avec thermomètre
T pour mesure température de l'eau de refroidissement en sortie du circuit

Ref : 56211

Noyau de fer en U avec joug, feuilleté, livré avec vis de fixation, nécessite agrafe 562121



Caractéristiques techniques :
- Hauteur : 17 cm
- Largeur : 15 cm
- Section : 4 cm x 4 cm
- Version : feuilleté

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 562121
Dispositif de serrage avec pince à ressort pour transformateur démontable
pour fixer le joug sur le noyau en U du transformateur d'expérimentation



Agrafe d'assemblage pour fixer le joug sur le noyau en U du transformateur d'expérimentation.
La pince à ressort sert à maintenir la bobine pour la réalisation d'un électro-aimant.

Ref : 56221
Bobine secteur à 500 spires



Pour le raccordement direct au réseau 230 V, câble secteur solidaire, commutateur bipolaire et fusible TT 2,5 A remplaçable. Bobine primaire pour 230 V secteur. En cas d'utilisation comme bobine secondaire, peut fournir une basse ou une haute tension. Ne convient donc pas pour les travaux pratiques.

Caractéristiques techniques :

Boîtier de la bobine : boîtier résistant aux chocs et aux sollicitations mécaniques et thermiques ; dos transparent permettant de voir les spires de la bobine. Boîtier fermé de tous côtés avec ouverture carrée pour la mise en place sur le noyau en U (56211).
Caractéristiques des bobines : le nombre de spires et le courant permanent maximum sont sérigraphiés sur la bobine. Courant permanent max.
Courant max. : peut temporairement être dépassé d'une valeur multiple.
Nombre de spires : 500
Charge permanente : 2,5 A
Résistance : (env.) 2,5 O
Inductance sans noyau en fer : 0,009 H
Épaisseur du fil : 1,0 mm Ø

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 56218
Bobine TBT (très basse tension), 50 spires



Boîtier de la bobine : boîtier résistant aux chocs et aux sollicitations mécaniques et thermiques ; dos transparent permettant de voir les spires de la bobine. Boîtier fermé de tous côtés avec ouverture carrée pour la mise en place sur le noyau en U (56211).
Connexion : douilles de sécurité pour toutes les bobines
Prise médiane
Caractéristiques des bobines : le nombre de spires, la résistance en courant continu, l'inductance et le courant permanent maximum sont sérigraphiés sur la bobine.
Courant max. : peut temporairement être dépassé d'une valeur multiple.
Tensions de sortie avec la bobine primaire (56221 /230V-secteur) : 20 V par pas de 2 V. Tensions de sortie avec la bobine primaire (56221NA /115V-secteur) : 20 V par pas de 2 V. Courant max. 10 A, possibilité de surcharge temporaire.

Caractéristiques techniques :

Nombre de spires : 50
Charge permanente : 15 A
Résistance : (env.) 0,08 O
Inductance sans noyau en fer : 0,1 mH
Épaisseur du fil : 2,0 mm Ø

Ref : 575471
Compteur S, chronomètre, fréquence mètre, compteur pour tube GM



S'utilise en travaux pratiques pour compter les impulsions de tubes compteurs, les taux d'impulsions ou tout autre signal électrique, ainsi que pour mesurer le temps ou la fréquence.
Avec affichage à LED de 5 chiffres, haut-parleur interne, entrée tube compteur avec alimentation haute tension intégrée, 2 entrées barrières lumineuses ; commande par touches.

Caractéristiques techniques :
- Affichage : LED, 5 chiffres
- Gammes de mesure :
  - Fréquence : 0 ... 99999Hz
  - Temps : 0 ... 99,999ms, 0 ... 99999s
- Temps de porte pour tube compteur : définis 10/60/100s ; sélectionnables jusqu'à 9999s
- Tension de tube compteur intégrée : 500V

Date d'édition : 04.11.2026

- Entrées et sorties :
  - Entrée tube compteur : douille coaxiale
  - Entrées ou sortie d'impulsions : douilles de sécurité de 4 mm
  - Entrées barrières lumineuses : douilles DIN hexapolaires
- Alimentation : 12V CA/CC par adaptateur secteur (fourni avec l'appareil)
- Dimensions : 20,7cm x 13cm x 4,5cm
- Masse : 0,4kg

Ref : 33746
Barrière lumineuse, IR



Barrière lumineuse de précision avec source à infrarouges pour la commande d'appareils de comptage et de mesure du temps pour l'expérimentation avec des corps en mouvement, par ex. pour l'étude du mouvement sur le rail, de la chute libre, des oscillations d'un pendule, de ressorts à lame ou de cordes.
Connexion à CASSY via l'adaptateur Timer (524034) ou au Timer S (524074).
Se fixe avec une noix ou un aimant de maintien. Fixation possible sur des profilés à section carrée.
Témoin de mise sous tension (LED).

Caractéristiques techniques :
Précision de mesure: 0,1 mm
Fréquence de commutation: max. 5 kHz
Sortie du signal et alimentation en tension: par douille multiple
Ouverture de l'armature en U: 110 mm
Profondeur de l'armature en U: 160 mm
Connexion: 9 ... 25 V CC ou 6 ... 15 V CA par douille multiple (pour 50116)
Consommation: 110 mA

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 50116
Câble connexion, 6 pôles, 1,5 m
Avec connecteurs hexapolaires aux deux extrémités / Courant: 1 A max par brin



Ref : 531120
Multimètre LDanalog 20



Instrument de mesure à haute capacité de charge,
avec dispositifs de sécurité intégrés protégeant l'appareil contre toute erreur de manipulation : spécialement conçu pour les expériences et les travaux pratiques.
L'instrument de mesure est protégé par deux diodes antiparallèles.
Arrêt automatique du fonctionnement avec piles au bout d'env. 45 minutes.

Caractéristiques techniques :
Tension continue : 0,1 V ... 300 V (8 gammes)
Tension alternative : 3 V ... 300 V (5 gammes)
Courant continu : 0,1 mA ... 3 A (6 gammes)
Courant alternatif : 0,1 mA ... 3 A (6 gammes)
Résistance interne : 10MO
Précision : classe 2-/3~
Zéro : à gauche/central (commutable)
Échelle à miroir : oui
Pile (incluse) : 9 V/CEI 6F22 (68545ET5)
Capacité de surcharge/protection : F 3,15 A/300 V
Dimensions : 10 cm x 14 cm x 3,5 cm
Masse : 270 g

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 31327
Chronomètre portatif manuel avec boîte de protection
Graduation: 60 s, précision lecture 0.2s; 30 min, diamère 5 cm



Caractéristiques techniques:
Gamme de mesure du cadran : 30 min
Précision de lecture : 0,2 s
Graduation du cadran : 60 s/30 min
Diamètre : 5 cm

Ref : 314141
Dynamomètre de précision, 1,0 N



Avec curseur de réglage du zéro pour l'ajustement de la tare variable en fonction de l'expérience réalisée (plateau de balance, poulie).
Échelle graduée bien lisible grâce à l'alternance de rouge et de noir tous les 10 traits de graduation.
Dans gaine en plastique, avec blocage du ressort en fin de course pour éviter une extension anormale.

Caractéristiques techniques :
Précision de mesure : ±0,5 % de la valeur finale
Longueur de l'échelle : 10 cm
Plage de réglage du zéro : +2 cm
Gamme de mesure : 1,0 N
Graduation : 10 mN
Longueur : 19 cm

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 38235
Thermomètre -10 à +50°C
Graduation : 0,1 K - Longueur 45 cm - Diamètre 10 mm

Avec échelle en verre opaque et capillaire.

Caractéristiques techniques :
Gamme de mesure : -10 ... +50 °C
Graduation : 0,1 K
Longueur : 45 cm
Diamètre : 10 mm
Charge : toluène

Ref : 30002
Pied en V, 20cm



Pour des montages très stables même en cas de charge unilatérale.
Perçage à rainure longitudinale et vis à garret dans la barre transversale et au sommet.
Perçages filetés à l'extrémité des branches pour vis calantes servant à l'ajustage.
Fourni avec une paire de vis calantes et un embout en forme de rivet pour le perçage au sommet.

Caractéristiques techniques :
- En forme de V
- Ouverture pour les tiges et les tubes : 8 ... 14 mm
- Longueur des côtés : 20 cm
- Gamme d'ajustage par vis de calage : 17 mm
- Masse : env. 1,3 kg

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 30041
Tige 25 cm, 12 mm de diamètre
En acier inox massif, résistant à la corrosion.



Caractéristiques techniques :
- Diamètre : 12 cm
- Longueur : 25 mm

Ref : 30042
Tige 47 cm, 12 mm de diamètre, en acier inox massif, résistant à la corrosion



Caractéristiques techniques :
- Diamètre : 12 cm
- Longueur : 47 mm

Ref : 30051
Tige en équerre



Caractéristiques techniques :

Longueur des côtés : 10 et 17 cm
Diamètre : 12 mm

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 30101
Noix Leybold



Pour attacher solidement et assembler des tiges et des tubes ainsi que pour fixer des plaques, ou encore servir de cavalier pour le petit banc optique (460 43).
Les éléments à fixer sont serrés par deux vis papillon dans le logement en forme de prisme.

Caractéristiques techniques :
- Ouverture pour les tiges : 14 mm
- Ouverture pour les plaques : 12 mm

Ref : 59006
Bécher en plastique, 1000 ml, Graduation : 10 ml
Parfaitement transparent, avec graduations en relief.



Ref : 34263
Masse marquée de 50 g, avec crochet et oeillet de suspension



Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 50133
Câble d'expérience, 1 m, noir

À utiliser dans des circuits très basse tension ; toron souple en PVC, fiche avec douille axiale à reprise arrière entièrement isolée ; avec soulagement des efforts de traction.

Caractéristiques techniques :
Fiche et douille : 4mm Ø (nickelées)
Section du conducteur : 2,5mm²
Courant permanent : max. 32A
Résistance de contact : 1,8mO
Longueur : 100cm

Ref : 388181
Pompe submersible, 9...12 V
Fonctionnement sous 12 V 30 minutes, ou fonctionnement continu sous 6..9 V



À usage universel ; également utilisable comme pompe de circulation pour assurer le refroidissement de l'eau du moteur à air chaud (388182).

Caractéristiques techniques :
Raccords de tuyauterie : 7 mm / 12 mm
Connexion : fiche de 4 mm
Puissance : max. 12 (continu 6 ... 9) V DC /0,6 ... 1,7 A

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 521231
Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V CC et CA, 3A



Alimentation pour les expériences simples en électricité et en électronique.
Tension de sortie réglable par paliers ; protégée contre les surcharges.

Caractéristiques techniques :
Tensions de sortie : 3/6/9/12V CA et CC
Charge admissible : 3A
Connexion : deux paires de douilles de 4 mm pour CA et CC
Isolement électrique : transformateur de sécurité conforme à la norme DIN EN 61558-2-6
Protection : fusible thermique
Puissance absorbée : 60VA
Alimentation : 230V, 50/60Hz
Dimensions : 21cm x 9cm x 17cm
Masse : 2,6kg

Ref : 667194
Tuyau en silicone, Ø int. 7 x 1,5 mm, 1 m



En caoutchouc de silicone, transparent, de qualité alimentaire, thermorésistant de -60°C à 200°C, selon DIN 40268.

Caractéristiques techniques :
Diamètre intérieur: 7 mm
Épaisseur de paroi : 1,5 mm
Longueur: 1 m

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : 6043131
Bidon à col large Capacité. 10 l



Produits alternatifs

Ref : P2.6.2.1
P2.6.2.1 Détermination calorique des pertes par friction du moteur à air chaud



Pour déterminer le travail de frottement WF, on mesure au cours de l'expérience P2.6.2.1 lélévation de température TF de leau de refroidissement, pendant que le moteur à air chaud a sa culasse ouverte et est entraîné par un moteur électrique.

Équipement comprenant :
1 388 182 Moteur à air chaud
1 388 221 Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud
1 347 38 Moteur d'expériences 93 VA
1 521 547 Alimentation CC 0...30 V/0...5 A
1 575 471 Compteur S
1 337 46 Barrière lumineuse en U
1 501 16 Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m
1 313 27 Chronomètre manuel, 60s/0,2s
1 382 35 Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K
1 300 02 Pied en V, petit
1 300 41 Tige 25 cm, 12 mm Ø
1 590 06 Bécher gradué SAN, 1000 ml
1 500 641 Câble de connexion de sécurité, 100 cm, rouge
1 500 642 Câble de connexion de sécurité, 100 cm, bleu
1 388 181 * Pompe submersible
1 521 231 * Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V
2 667 194 * Tuyau silicone 7 mm Ø, 1 m
1 604 3131 * Bidon à col large 10 l

Les articles marqués d'un * ne sont pas obligatoires, mais sont recommandés pour la réalisation de l'expérience.

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : P2.6.2.3
P2.6.2.3 Détermination du rendement du moteur à air chaud comme machine frigorifique



Dans l'expérience P2.6.2.3, on détermine le rendement

ç = Q2 / Q1 - Q2

du moteur à air chaud utilisé comme machine frigorifique.

Pour cela, le moteur à air chaud a sa culasse fermée et est entraîné par un moteur électrique.
On détermine Q1 comme lénergie électrique de chauffage qui maintient la température de la culasse constante et égale à la température ambiante.

Équipement comprenant :
1 388 182 Moteur à air chaud
1 388 221 Détermination de la puissance, accessoires pour le moteur à air chaud
1 347 38 Moteur d'expériences 93 VA
1 521 547 Alimentation CC 0...30 V/0...5 A
1 521 546 Alimentation CC 0...16 V/0...5 A
1 575 471 Compteur S
1 337 46 Barrière lumineuse en U
1 501 16 Câble de connexion, à 6 pôles, 1,50 m
1 313 27 Chronomètre manuel, 60s/0,2s
1 382 35 Thermomètre, -10...+50 °C/0,1 K
1 300 02 Pied en V, petit
1 300 41 Tige 25 cm, 12 mm Ø
1 590 06 Bécher gradué SAN, 1000 ml
2 501 33 Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir
1 500 641 Câble de connexion de sécurité, 100 cm, rouge
1 500 642 Câble de connexion de sécurité, 100 cm, bleu
1 388 181 * Pompe submersible
1 521 231 * Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V
2 667 194 * Tuyau silicone 7 mm Ø, 1 m
1 604 3131 * Bidon à col large 10 l

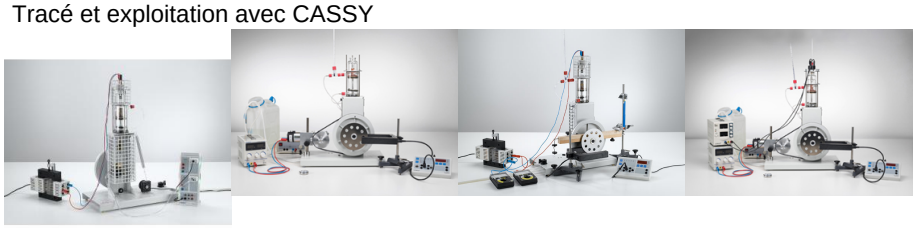
Les articles marqués d'un * ne sont pas obligatoires, mais sont recommandés pour la réalisation de l'expérience.

Date d'édition : 04.11.2026

Ref : P2.6.2.4

P2.6.2.4 Diagramme pV du moteur à air chaud comme moteur thermique

Tracé et exploitation avec CASSY



Au cours de lexpérience P2.6.2.4, on trace le diagramme pV du moteur à air chaud en tant que moteur thermique à laide de l'interface CASSY : un capteur de pression mesure la pression p dans le cylindre en fonction du temps t et un capteur de déplacement enregistre la position s du piston moteur à partir de laquelle le volume V enfermé est calculé.

Les données mesurées sont directement représentées sur lécran dans un diagramme pV.
Pour une exploitation ultérieure, on calcule le travail mécanique

W = -· dV

réalisé sous forme de frottements par le piston à chaque cycle, puis on en déduit la puissance mécanique

P = W · f
f : vitesse de rotation à vide

que lon reporte ensuite dans un diagramme en fonction de la vitesse de rotation à vide.

Équipement comprenant :
1 388 182 Moteur à air chaud
1 562 11 Noyau en U avec joug
1 562 121 Agrafe d'assemblage avec pince à ressort
1 562 21 Bobine secteur à 500 spires
1 562 18 Bobine très basse tension, 50 spires
1 524 013 Sensor-CASSY 2
1 524 220 CASSY Lab 2
1 524 082 Capteur de rotation S
1 524 064 Capteur de pression S, ±2 000 hPa
1 309 48 Fil de pêche
1 352 08 Ressort à boudin 25 N/m
2 501 33 Câble d'expérimentation 32 A, 100 cm, noir
1 En complément : PC avec Windows XP/Vista/7/8/10 (x86 ou x64)
1 388 181 * Pompe submersible
1 521 231 * Transformateur variable TBT 3/6/9/12 V
2 667 194 * Tuyau silicone 7 mm Ø, 1 m
1 604 3131 * Bidon à col large 10 l
1 520 8105 * Expérience virtuelle : Diagramme pV du moteur à air chaud

Les articles marqués d'un * ne sont pas obligatoires, mais sont recommandés pour la réalisation de l'expérience.