

**Certificat de mécanique physique  
et expérimentale**

*Nouvelles annales de mathématiques 4<sup>e</sup> série*, tome 20  
(1920), p. 311-314

<[http://www.numdam.org/item?id=NAM\\_1920\\_4\\_20\\_\\_311\\_1](http://www.numdam.org/item?id=NAM_1920_4_20__311_1)>

© Nouvelles annales de mathématiques, 1920, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Nouvelles annales de mathématiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques

<http://www.numdam.org/>

---

---

**CERTIFICAT DE MÉCANIQUE PHYSIQUE ET EXPÉRIMENTALE.**

---

**Paris.**

ÉPREUVE THÉORIQUE. — *Un moteur à essence à quatre temps, dont la chambre de compression est du volume  $v = 1^l$ , développe à la compression une pression  $P_1 = 4 \text{ kg} : \text{cm}^2$ , tandis que, par l'explosion, la pression est portée à  $P = 16 \text{ kg} : \text{cm}^2$ .*

*On supposera que la pression atmosphérique est*

$$P_0 = 1 \text{ kg} : \text{cm}^2.$$

*1° Calculer la valeur de la compression en volume,  $\frac{V+v}{v}$ , où  $V$  représente le volume balayé par le piston*

dans le cylindre et  $v$  le volume déjà dit de la chambre de compression.

2° Calculer le travail  $T_{rc}$  absorbé par la compression.

3° Calculer la pression  $P'$  à la fin de la détente.

4° Calculer le travail  $T_{rd}$  accompli au cours de la détente, ainsi que le travail indiqué  $T_{ri}$  développé au cours du cycle.

5° Calculer le rendement.

6° Calculer en chevaux la puissance indiquée développée par le moteur marchant à 1200 ou à 1800 tours.

On rappelle que  $\frac{c'}{c} = 1,4$ .

SOLUTION. — 1° On admet que la compression est adiabatique; donc

$$\left(\frac{V+v}{v}\right)^{1,4} = 4, \quad \frac{V+v}{v} = 2,70, \quad V = 1^1,70.$$

2° Si  $p$  est la pression correspondant au volume intermédiaire  $w$ , on a

$$pw^\gamma = p_0(V+v)^\gamma, \quad \text{avec } \gamma = 1,4.$$

On en déduit, eu égard au 1°,

$$T_{rc} = \int_v^{V+v} p_0 \left[ \left( \frac{V+v}{w} \right)^\gamma - 1 \right] dw = \frac{p_0}{\gamma-1} (3v - \gamma V).$$

Comme on a

$$p_0 = 1 \times 10^4 \text{ kg} : \text{m}^2, \quad 3v - \gamma V = 0\text{m}^3,000620,$$

il vient

$$T_{rc} = 15\text{kgm}.5.$$

3° La détente est supposée adiabatique et le volume final à  $(V+v)$ ; donc

$$16v^\gamma = p'(V+v)^\gamma; \quad p' = 4 \text{ kg} : \text{cm}^2.$$

4° Pendant la détente, on aura, entre la pression et le volume  $w$ , la relation

$$vw^\gamma = 16v^\gamma = 4(V+v)^\gamma = 4p_0.$$

( 313 )

Le volume est ramené de  $v$  à  $V + v$ : donc

$$T_{rd} = 4 T_{rc}.$$

Le travail indiqué du cycle, mesuré par son aire, serait  $5 T_{rc}$ .

5° Le moteur reçoit de l'explosion une énergie  $4 T_{rc}$ , dont il restitue  $T_{rc}$  pour la compression, en sorte que l'énergie disponible est  $3 T_{rc}$ . Donc

$$\varphi = \frac{3}{4} = 0,75.$$

6° Le moteur marchant à raison de 20 ou 30 tours par seconde, la puissance indiquée sera en chevaux les  $\frac{30}{75}$  ou les  $\frac{30}{75}$  du travail indiqué pour le cycle en kilogrammètres, soit 77,5: cette puissance sera environ de 20 ou de 30 chevaux.

EPREUVE PRATIQUE. — I. *Un frein de Prony équilibré, de 1<sup>m</sup>,50 de bras de levier, est chargé à 65<sup>kg</sup>; le moteur tourne à 219 tours par minute. On demande: 1° la puissance du moteur; 2° l'erreur commise sur la valeur de cette puissance si le levier du frein est incliné de 10 degrés vers le bas. On sait que le frein, non compris la charge, pèse 250<sup>kg</sup> et que le centre de gravité est à 10<sup>cm</sup> au-dessous de l'axe.*

SOLUTION. — 1° On a

$$P_{ch} = \frac{\Pi \cdot 2 \pi L \cdot \omega}{4500},$$

avec

$$\Pi = 65^{kg}, \quad L = 1^m, 50, \quad \omega = 219;$$

d'où

$$P_{ch} = 30 \text{ chevaux.}$$

2° L'erreur commise sur le moment est, en excès:

$$\Pi L(1 - \cos \varepsilon) + P \lambda \sin \varepsilon,$$

ou l'erreur relative sur la puissance,

$$2 \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \left( 1 + \frac{P \lambda}{\Pi L} \cot \frac{\varepsilon}{2} \right).$$

( 314 )

On a

$$P = 250^{\text{kg}}, \quad \lambda = 0^{\text{m}}, 1, \quad \frac{\varepsilon}{2} = 5^{\circ};$$

$$\sin \frac{\varepsilon}{2} = 0,087; \quad \cot \frac{\varepsilon}{2} = 11,430.$$

L'erreur relative est de 5,8 pour 100; l'erreur absolue de  $1^{\text{ch}}, 75$ .

II. *Un essai de traction a donné les résultats suivants :*

*Lecture de la balance à la limite apparente d'élasticité :*  
 $6250^{\text{kg}}$ .

*Lecture de la balance à la charge maxima :*  $12400^{\text{kg}}$ .

*Longueur après rupture :*  $149^{\text{mm}}$ .

*Diamètre de la section :*  $9^{\text{mm}}$ .

*Donner les résultats numériques de l'essai, sachant que le barreau a  $16^{\text{mm}}$  de diamètre, et que la longueur de mesure est donnée par la formule  $l = \sqrt{66,67 S}$ , S étant l'aire de la section du barreau en millimètres carrés.*

SOLUTION. — On a

$$S = 64 \pi = 200^{\text{mm}^2}; \quad l = 115^{\text{mm}}.$$

$$\text{Limite d'élasticité apparente} = \frac{6250}{200} = 31,25 \text{ kg} : \text{mm}^2.$$

$$\text{Section de rupture} = 63^{\text{mm}^2}, 6.$$

$$\text{Charge de rupture} = \frac{12400}{63,6} = 194,9 \text{ kg} : \text{mm}^2.$$

$$\text{Allongement de rupture} = \frac{149 - 115}{115} = 0,21.$$

( Juin 1919. )