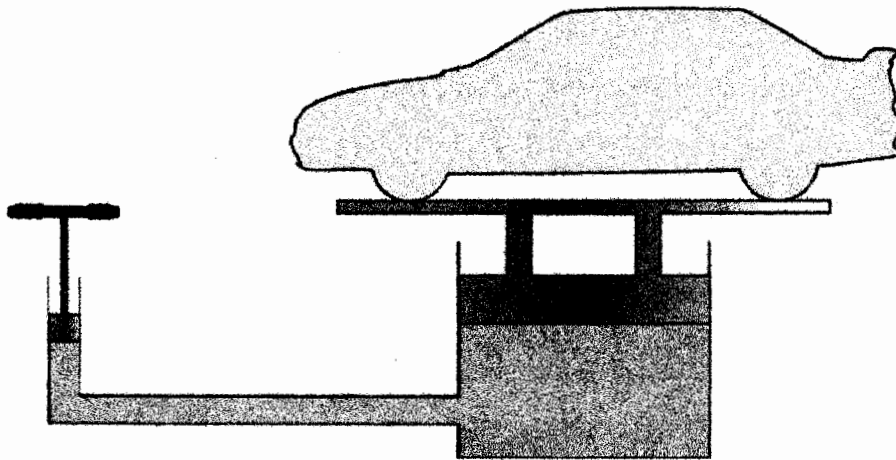


Contrôle de Thermodynamique II – 2<sup>ème</sup> année ST

**Problème 1 :**

On souhaite lever un véhicule ayant pour masse 1200 kg avec le cric hydraulique schématisé ci-dessous. Le piston gauche a pour surface 5 cm<sup>2</sup>. L'huile au sein du cric est présumée incompressible, c'est à dire que son volume est considéré comme constant quelle que soit la pression.



Le but de l'installation est de permettre à une personne de gabarit ordinaire de soulever et maintenir en place le véhicule avec le piston gauche (dont l'extrémité est munie de poignées).

a) Dimensionnez le piston droit (sous le véhicule) afin que la force dans le piston gauche n'excède pas 100 N.

b) Quelle est la puissance nécessaire pour maintenir le véhicule en place ?

On souhaite soulever le véhicule de 25 cm, en 30 secondes au plus.

c) Selon quelle distance faudrait-t-il enfoncer le piston gauche pour cela ?

d) Quel seraient alors le travail et la puissance à fournir ?

### **Problème 2 :**

On souhaite prélever de la chaleur à basse température à l'aide d'une petite quantité de gaz captive d'un cylindre dont on peut faire varier le volume. *Au départ*, le cylindre qui contient  $4 \times 10^{-3}$  kg d'air a un volume de 0,4 L. La pression est de 1 bar.

On *détend très lentement* le gaz en augmentant son volume jusqu'à 4 L. Pendant la détente, on *empêche tout transfert de chaleur*, et il est constaté que la pression et le volume sont liés par la relation :  $P.V^{1,35} = \text{Cte}$ .

On bloque ensuite le piston et on *fournit de la chaleur* au gaz, ce qui a pour effet de faire monter la pression jusqu'à ce qu'elle atteigne de nouveau 1 bar.

Enfin, on ramène le gaz à *son volume initial*, de façon très lente, en maintenant sa pression constante à 1 bar.

- a) Schématisez qualitativement l'évolution subie par le gaz sur un *diagramme pression-volume*.
- b) Quel est le *travail reçu ou perdu* par le gaz pendant la détente ?
- c) Quel est le travail reçu ou perdu par le gaz pendant l'évolution à *volume constant* ?
- d) Quel est le travail reçu ou perdu par le gaz pendant l'évolution à *pression constante* ?
- e) Pour maintenir la pression constante pendant le retour, faut-il apporter ou soutirer de la chaleur au gaz ?
- f) Quel est le travail reçu ou perdu par le gaz sur l'ensemble du cycle ?
- g) Quelle est la quantité de chaleur reçue ou perdue par le gaz sur l'ensemble du cycle ?
- h) Sur le diagramme pression-volume plus haut, schématisez qualitativement le trajet que le gaz aurait suivi si la détente avait été effectuée de façon brutale.

exercice

1

Corrigé type : thermodynamique (2)

GM  
STL

a

petit piston

$$F_1 = 100 \text{ N}$$



$$S_1 = 5 \text{ cm}^2$$

pression à la surface du petit piston :

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{100}{5 \times 10^{-2} \times 10^{-2}}$$

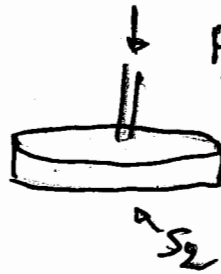
$$P_1 = 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

5

On suppose la pression uniforme dans le cric :

$$P_2 = P_1$$

Grand piston :



$$F_2 = 1200 \times 9,81 \text{ N}$$

$$S_2$$

$$P_2 = P_1 = \frac{F_2}{S_2}$$

$$S_2 = \frac{F_2}{P_1} = \frac{1200 \times 9,81}{2 \times 10^5} =$$

$$S_2 = 5,89 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 589 \text{ cm}^2$$

I 1

(b) Aucun déplacement  $\rightarrow$  aucun travail à fournir  
puissance nulle.

5

(c) Volume balayé par le grand piston:

$$V_2 = S_2 \times d_2 = 5,89 \times 10^{-2} \times 0,25 = \underline{1,47 \times 10^{-2} \text{ m}^3}$$

huile incompressible  $\rightarrow V_2 = V_1$

Volume balayé par le petit piston:

$$V_1 = V_2 = S_1 \times d_1$$

$$d_1 = \frac{V_2}{S_1} = \frac{1,47 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-4}} = \underline{29,43 \text{ m} = d_1}$$

(déraisonnable sans mécanisme de pompage)

(d) Travail à fournir:

$$W = P_1 V_1 = P_2 V_2 = F_1 d_1 = F_2 d_2 = 1200 \times 9,81 \times 0,25$$

$$\underline{W = 2,943 \text{ kJ}}$$

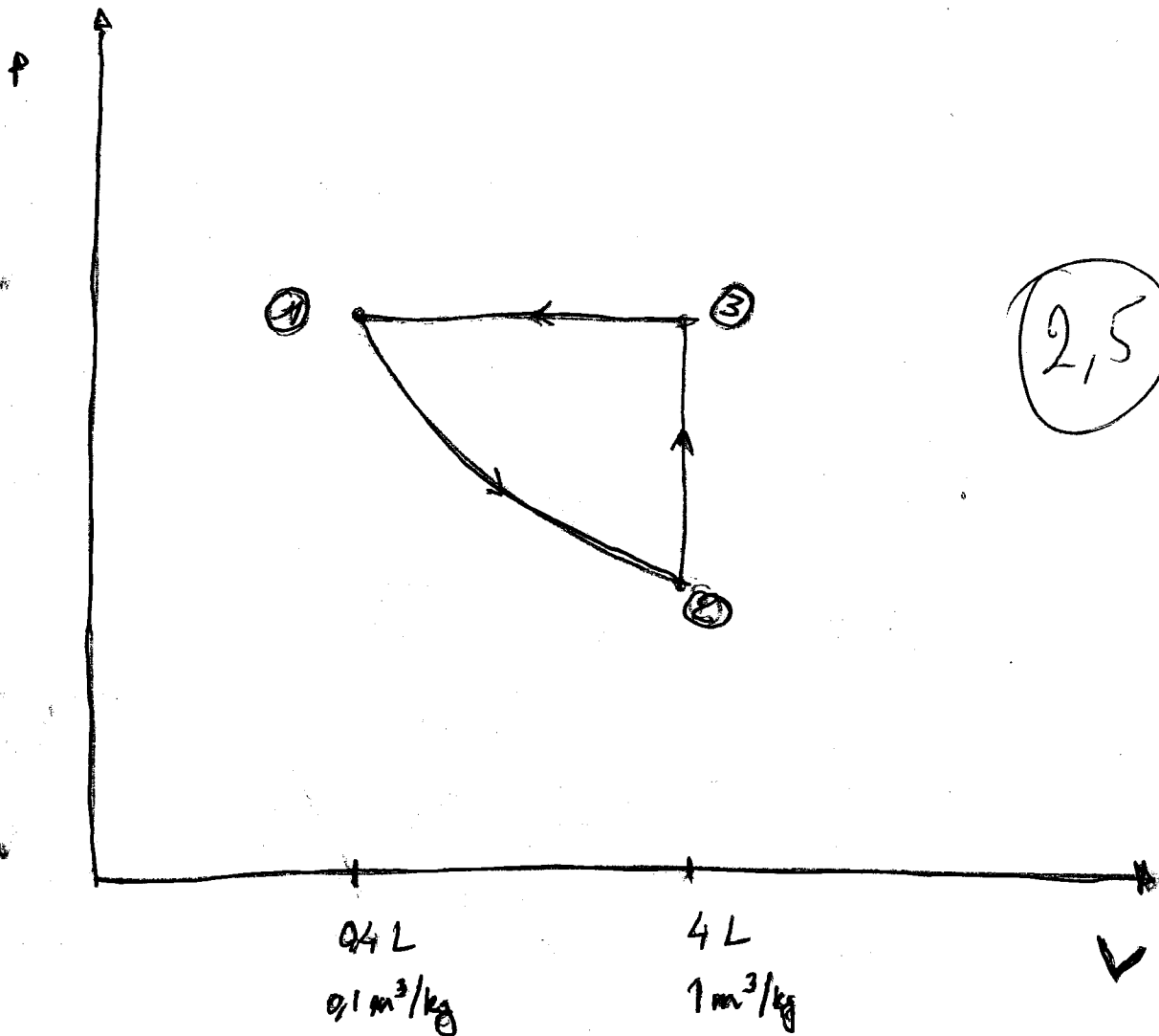
Pour effectuer ce travail en 30s au plus, il faut une  
puissance moyenne minimale:

5

# Problema

9

(a)



(b)

de ① à ②

$$p v^{1,35} = k$$

$$k = p_1 v_1^{1,35} = p_1 \left( \frac{v_1}{m} \right)^{1,35} = 10^5 \times \left( \frac{0,4 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-3}} \right)^{1,35}$$

$$= 10^5 \times (0,1)^{1,35} = \underline{4,467 \times 10^3 \text{ u. S. I.} = k}$$

2,5

Travail réversible (évolution très lente)

$$W_{1 \rightarrow 2} = - \int_1^2 p \, dV = - \int_1^2 k v^{-1,35} \, dv$$

$$= -k \left[ \frac{1}{-1,35+1} v^{-0,35} \right]_{0,1}^1$$

$$= \frac{-4,467 \times 10^3}{-0,35} \left[ 1^{-0,35} - 0,1^{-0,35} \right]$$

$$= \frac{4,467 \times 10^3}{0,35} \left[ -1,238 \right]$$

$$= -1,581 \times 10^4 \text{ J/kg}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = -15,81 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{1 \rightarrow 2} = -63,24 \text{ J}$$

(c) Volume constant:  $\int_2^3 p dV = 0$   
 → travail nul:  $W_{2 \rightarrow 3} = 0 \text{ J/kg}$

2,5

(d)  $W_{3 \rightarrow 1} = - \int_3^1 p dV$   
 $= - P_{\text{ext}} \int_3^1 dV$   
 $= - 10^5 (V_1 - V_3)$   
 $= - 10^5 (0,1 - 1)$

2,5

$W_{3 \rightarrow 1} = + 90 \text{ KJ/kg}$

$W_{3 \rightarrow 1} = + 360 \text{ J}$

(e) Il faut prélever de la chaleur (Voisin Calques)

2,5

(f)  $W_{\text{cycle}} = -63,24 + 360 = +296,8 \text{ J} = W_{\text{cycle}}$

→ réception par le gaz

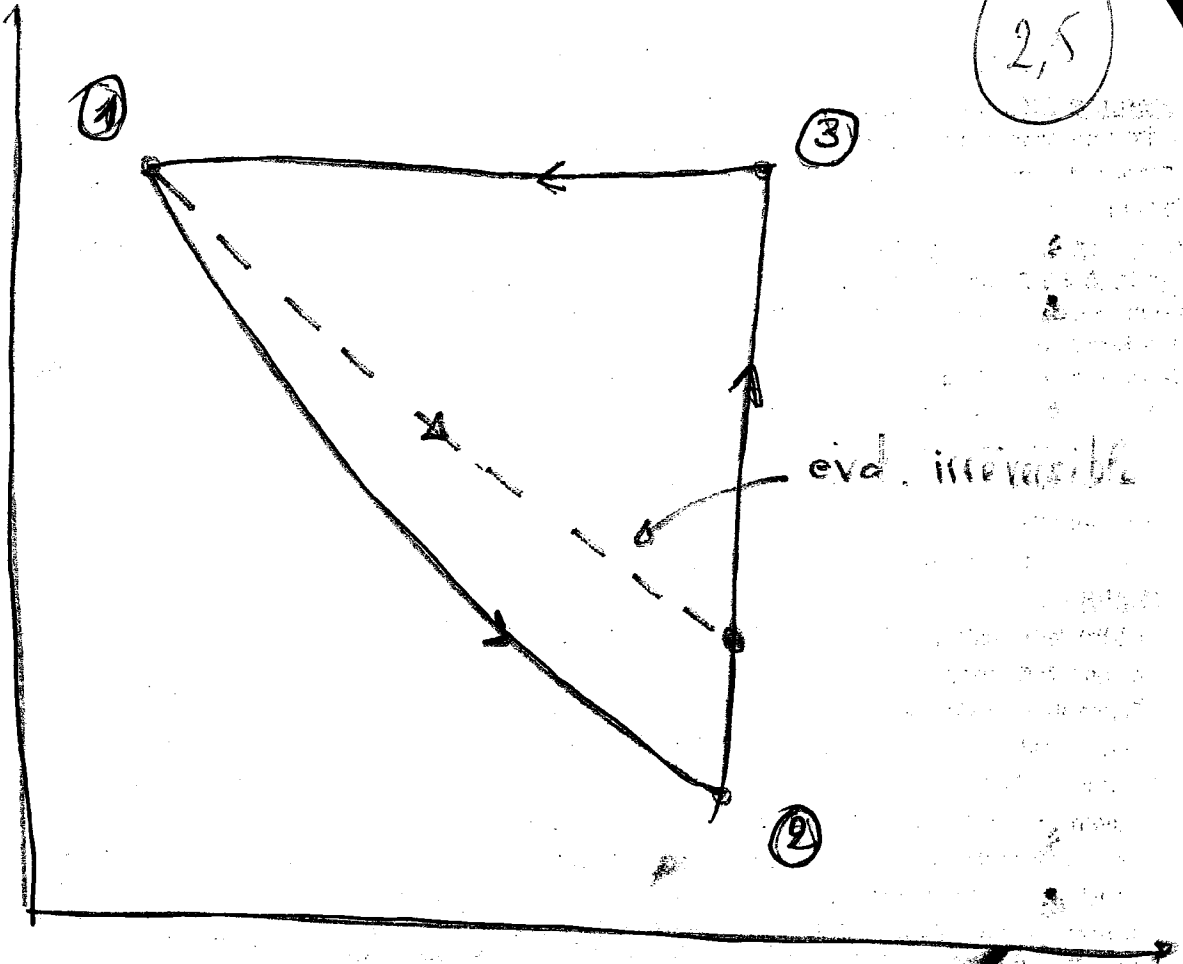
2,5

(g)  $W_{\text{cycle}} + Q_{\text{cycle}} = 0$

0,5

(h)

P



2,5

evd. irreversible

V