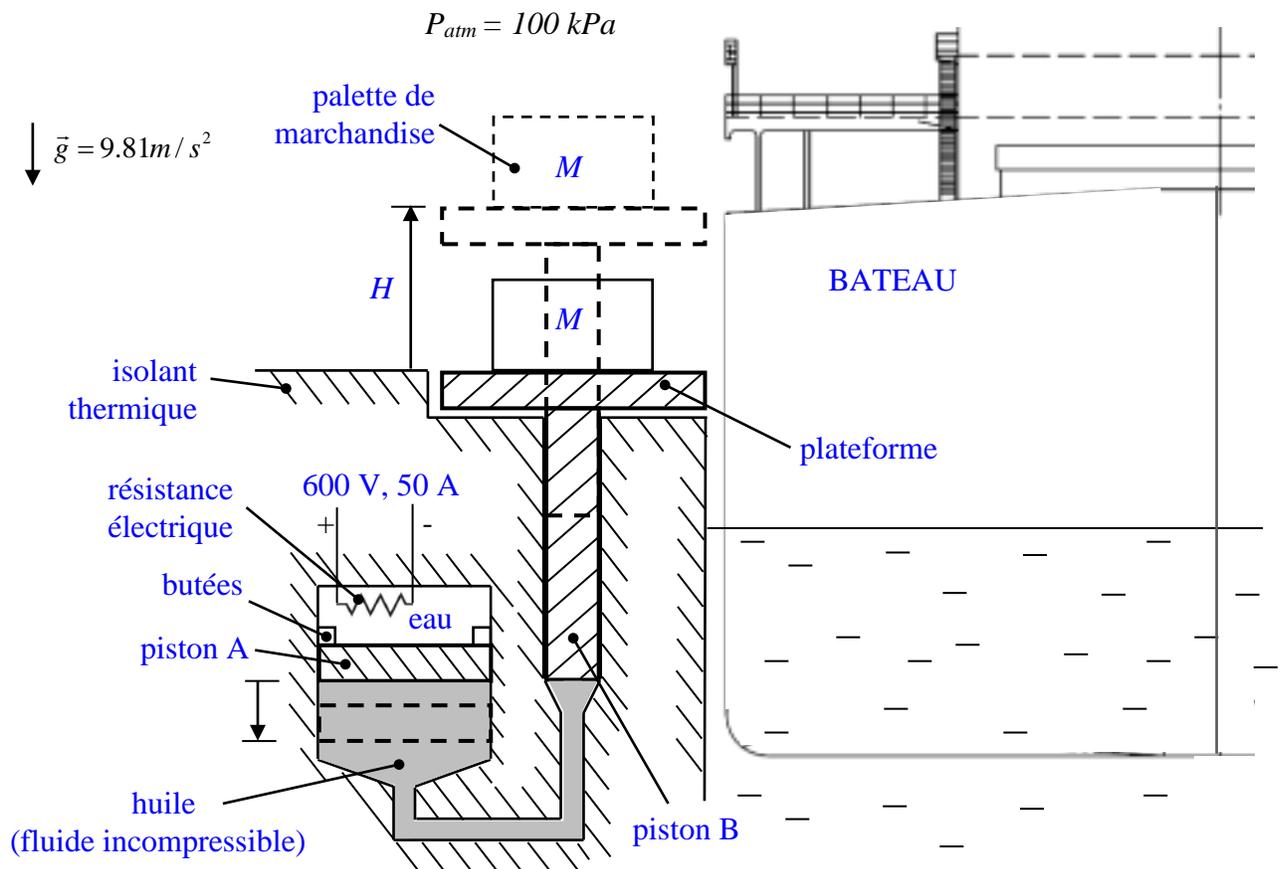


MEC1210 Automne 2024, TD2: Problème à faire à la maison (pas à remettre)

Un petit quai d'embarquement dispose du système de cric illustré sur la figure ci-dessous pour monter des palettes de marchandise à la hauteur requise afin d'être chargées sur des bateaux. Le système est composé de deux cylindres verticaux enfouis dans le sol. Le cylindre de gauche a l'extrémité supérieure fermée et contient un piston (piston A) de 1300 kg avec une aire de 0.5 m^2 au-dessus duquel se trouvent des butées, une résistance électrique et de l'eau. Le cylindre de droite contient un long piston (piston B) avec une aire de 0.05 m^2 supportant une plateforme (*qui ne touche pas au sol*) sur lequel on positionne la/les palette(s). Les deux cylindres sont reliés ensemble via leurs extrémités inférieures par une conduite et tout le volume de 0.749 m^3 entre les deux pistons est occupé par de l'huile, qui peut être considéré comme un *fluide incompressible* avec une masse volumique de 879.37 kg/m^3 . On met le système en marche en alimentant la résistance avec un voltage de 600 V et un courant de 50 A pour chauffer l'eau, qui prend alors de l'expansion et pousse le piston A de façon *quasi-statique* vers le bas. Ce mouvement est transférée au piston B (et plateforme) via l'huile, soulevant ainsi la palette. Le système est conçu de telle sorte qu'à l'état de repos lorsque la plateforme est au sol et *sans palette* et que la pression atmosphérique est de 100 kPa , le cylindre de gauche contient 0.3943 m^3 d'eau à $130 \text{ }^\circ\text{C}$ avec un titre de 0.38148 et le piston A *effleure les butées sans y exercer de force*. Les surfaces inférieures des pistons A et B se trouvent alors à la *même position verticale*. On charge maintenant une palette de marchandise d'une masse M de 2445.056 kg sur la plateforme à cette position de repos (forçant ainsi le piston A fermement contre les butées sans changer l'état initial de l'eau). On alimente alors la résistance électrique pour soulever cette palette d'une hauteur H de 5.2691 m pour la charger sur un bateau.



(suite au verso)

On peut supposer que toutes les surfaces solides sont des isolants thermiques parfaits. On peut négliger la friction entre les pistons et cylindres, les pertes dues à la viscosité entre l'huile et les parois des cylindres/tube, ainsi que tout stockage d'énergie thermique dans les éléments solides et dans l'huile. On peut aussi négliger le changement d'énergie potentielle de l'eau. Notons que la différence de pression entre deux points reliés par un même fluide incompressible est donnée par ρgh où ρ est la masse volumique du fluide et h la différence de hauteur entre les deux points avec le point le plus profond ayant la plus haute pression.

On demande de déterminer:

- a) Déterminer la masse (en kg) de la combinaison piston B-plateforme. (1.5 points)
- b) Trouver la pression (en kPa) et la température (en °C) de l'eau lorsque:
 - la plateforme avec la palette est juste sur le point de monter (piston A sur le point de descendre). (1.5 points)
 - la plateforme arrive à la hauteur H. (2 points)
- c) Montrer l'évolution de l'eau sur un diagramme P-v (avec dôme de saturation) (1.5 points)
- d) Calculer le travail (en kJ) fait par l'eau. (2 points)
- e) Déterminer le temps (en secondes) de l'alimentation électrique à la résistance. (1.5 points)

Bonus:

- f) Déterminer le changement de hauteur (en m) du centre de gravité de l'huile. (3 points)