

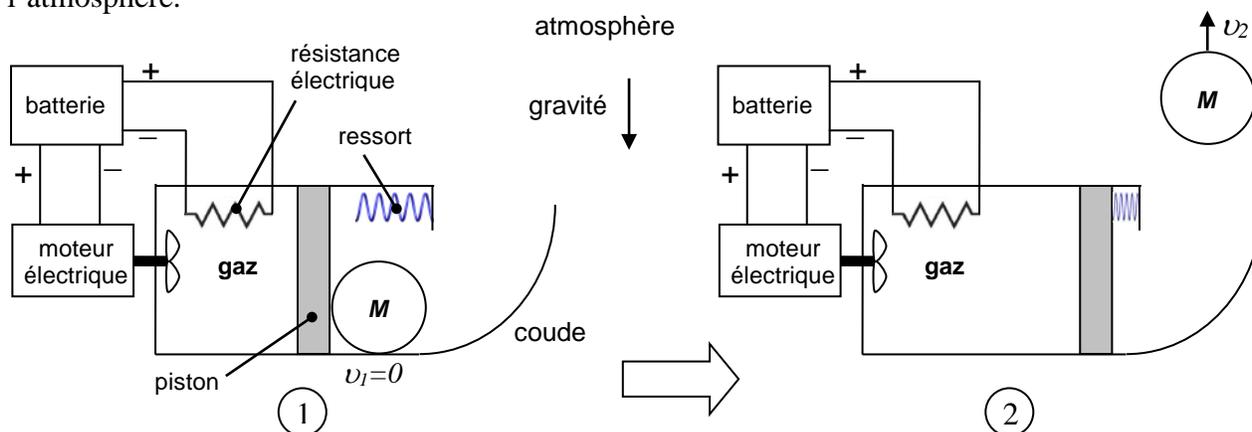
MEC1210 Automne 2024, TD1: Problème à faire en classe

Une cylindre horizontal fixe avec l'extrémité gauche fermée et muni d'un piston renferme de façon étanche un gaz inerte (sans réaction chimique). L'extrémité droite du cylindre, est partiellement bloquée par un ressort ancré à un support à l'embouchure. Cette embouchure est connectée à un coude ouvert à l'atmosphère, à travers lequel on dépose une balle de masse M , tel qu'illustré sur la figure ci-dessous. Pour chauffer le gaz, la cavité fermée du cylindre contient une hélice connectée à un moteur électrique extérieur ainsi qu'une résistance électrique. Le moteur et la résistance sont alimentés par une batterie externe.

Initialement (état 1), le piston est *retenu en place* avec la balle (M) reposant contre sa surface extérieure et le ressort est détendu. On allume alors le moteur électrique et la résistance pour brasser et chauffer le gaz (et faire augmenter sa pression). Lorsque pression du gaz atteint une assez grande valeur, on laisse partir le piston qui, poussé par l'expansion du gaz, projette la balle M hors du coude avant d'aller se heurter contre le ressort.

À l'état final (état 2), la balle (M) est en hauteur ascendant avec une vitesse v_2 , alors que le piston s'est arrêté, comprimant le ressort. À ce moment, le moteur et la résistance électrique sont éteints et l'hélice s'est arrêtée. La température du gaz est plus *élevée* qu'à l'état 1.

Le cylindre et le piston sont *thermiquement isolés* de l'atmosphère. On peut négliger la friction et traînée sur la balle, tout changement d'énergie *interne* thermique stockée dans les éléments solides, ainsi que toute perte de chaleur de la batterie, des fils électriques et du moteur à l'atmosphère.



Pour chaque système (a), (b), (c) et (d) **définis ci-dessous** évoluant de l'état 1 à l'état 2:

1) Indiquer lesquels des termes suivants ne sont *pas nuls* :

$\Delta U_{\text{thermique}}$ (changement d'énergie thermique)	W_b (travail de frontière)
$\Delta U_{\text{chimique}}$ (changement d'énergie chimique)	W_m (autre travail mécanique)
$\Delta U_{\text{nucléaire}}$ (changement d'énergie nucléaire)	W_e (travail électrique)
ΔE_c (changement d'énergie cinétique)	Q (transfert de chaleur)
ΔE_p (changement d'énergie potentielle)	

2) Mettre les termes *non nuls* de (1) dans un bilan d'énergie (1^{ère} loi) en supposant que ces termes sont en *valeurs absolues* (donc *positives*) et, par conséquent, mettre le bon signe devant chaque terme.

- a) Le système comprend le gaz, l'hélice et le piston. (2.5 pts)
- b) Le système comprend le gaz, la résistance, le piston et le ressort. (2.5 pts)
- c) Le système comprend le gaz, le moteur, l'hélice, la résistance, la batterie et les fils électriques. (2.5 pts)
- d) Le système comprend le gaz, l'hélice, la résistance, le piston et la balle (M). (2.5 pts)