

Augmentation de l'énergie interne par le travail mécanique

VÉRIFICATION DU 1ER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

- Mesure de la température du corps en aluminium en fonction du nombre de tours sous le cordon de frottement.
- Vérification de la proportionnalité entre la variation de température et le travail de frottement et confirmation du 1er théorème.
- Définition de la capacité thermique spécifique de l'aluminium.

UE2030300

04/16 JS

NOTIONS DE BASE GENERALES

La modification ΔE de l'énergie interne d'un système est, selon le 1^{er} principe de la thermodynamique, égale à la somme du travail accompli ΔW et de la chaleur transformée ΔQ . La modification peut être constatée par le biais de la variation proportionnelle ΔT de la température du système en l'absence de tout changement d'état de l'unité et de toute réaction chimique.

L'expérience a pour but d'examiner l'augmentation de l'énergie interne d'un corps en aluminium par le travail mécanique. A cet effet, un corps cylindrique est mis en rotation autour de son axe au moyen d'une manivelle et réchauffé par le frottement d'un cordon glissant sur sa surface latérale. La force de frottement F correspond au poids d'une masse suspendue à l'extrémité du cordon de frottement et maintenue en suspension par la force de frottement. n rotations du corps réalisent le travail de frottement

$$(1) \quad \Delta W_n = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

d : diamètre du corps

Le travail de frottement provoque l'augmentation de la température du corps de la valeur de départ T_0 à la valeur finale T_n . Parallèlement, l'énergie interne augmente de la valeur

$$(2) \quad \Delta E_n = m \cdot c_{Al} \cdot (T_n - T_0)$$

m : masse du corps
 c_{Al} : capacité thermique spécifique de l'aluminium

Afin d'éviter autant que possible un échange de chaleur avec l'environnement, avant le début de la mesure, le corps est refroidi à une température initiale de T_0 , légèrement inférieure à la température ambiante. De plus, la mesure est stoppée dès qu'une température finale T_n est atteinte, celle-ci étant, de la même manière, très légèrement supérieure à la température ambiante.

On garantit ainsi que la modification de l'énergie interne concorde avec le travail réalisé. On obtient donc l'équation

$$(3) \quad \Delta E_n = \Delta W_n$$



Fig. 1: Dispositif de mesure

LISTE DES APPAREILS

1 Dispositif de mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur	1002658 (U10365)
1 Multimètre numérique P1035	1002781 (U11806)
1 Paire de cordons de sécurité, 75 cm	1017718 (U13812)

MONTAGE

- Fixez le dispositif de mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur au bord stable d'une table.
- Laissez refroidir le corps cylindrique en aluminium, enveloppé d'un sachet en plastique, au réfrigérateur à une température ambiante de 5 degrés à 10 degrés Celsius.

RÉALISATION

- Le corps cylindrique en aluminium une fois refroidi, montez-le sur l'appareil de base.
- Versez une goutte d'huile sur le capteur de température et laissez-le s'encliqueter dans le corps cylindrique en aluminium.
- Raccordez le multimètre numérique en tant qu'ohmmètre au capteur de température.
- Remplissez le seau d'eau presque jusqu'au bord.
- Attachez les cordons de sécurité sur l'anse, commencez à l'avant en les enroulant environ cinq fois autour du corps cylindrique en aluminium ; laissez pendre le contre-poids à l'arrière.
- Soulever légèrement le seau avec précautions, tournez la manivelle lentement et vérifiez si le seau reste en suspension au cours de cette manœuvre.
- Si le seau s'abaisse, faites un enroulement de plus, s'il s'élève, faites un enroulement de moins.
- Remettez le compteur à zéro, puis consignez la résistance R du capteur de température.
- Continuez à tourner la manivelle jusqu'à ce que la température dépasse la température ambiante de 5 degrés à 10 degrés, puis consignez la résistance toutes les 10 rotations.
- Conformément à l'équation 1, calculez le travail de frottement ΔW_n à partir du nombre n de rotations.
- En appliquant la formule $T = \frac{217}{R^{0,13}} - 151$, calculez la température T en degrés Celsius à partir de la résistance R du capteur de température.

EXEMPLE DE MESURE

Masse du seau rempli : 5 kg

Poids du seau rempli : 49,05 N

Diamètre efficace du corps cylindrique en aluminium : 46 mm

Tableau 1 :

n	$\Delta W_n / J$	$R / k\Omega$	T
0	0,0	7,90	14,87°C
10	70,9	7,76	15,26°C
20	141,8	7,64	15,59°C
30	212,7	7,50	15,99°C
40	283,5	7,38	16,34°C
50	354,4	7,26	16,70°C
60	425,3	7,14	17,07°C
70	496,2	7,03	17,41°C
80	567,1	6,92	17,75°C
90	638,0	6,81	18,10°C
100	708,8	6,70	18,46°C
110	779,7	6,61	18,76°C
120	850,6	6,51	19,10°C
130	921,5	6,40	19,47°C
140	992,4	6,31	19,79°C
150	1063,3	6,23	20,07°C
160	1134,1	6,14	20,39°C
170	1205,0	6,05	20,72°C
180	1275,9	5,96	21,06°C
190	1346,8	5,88	21,36°C
200	1417,7	5,80	21,67°C
210	1488,6	5,72	21,98°C
220	1559,4	5,64	22,30°C
230	1630,3	5,57	22,58°C
240	1701,2	5,49	22,91°C
250	1772,1	5,42	23,20°C
260	1843,0	5,35	23,49°C
270	1913,9	5,28	23,79°C
280	1984,7	5,21	24,09°C
290	2055,6	5,14	24,40°C
300	2126,5	5,08	24,67°C

ÉVALUATION

Les équations 2 et 3 permettent de déduire l'équation

$$T_n = T_0 + \frac{1}{m \cdot c_{Al}} \cdot \Delta W_n$$

Il paraît donc logique de représenter les températures mesurées T_n en fonction du travail réalisé ΔW_n (cf. figure 2). Les valeurs relevées à proximité de la température ambiante se situent sur une droite dont la pente permet de calculer la capacité thermique de l'aluminium. En dessous de la température ambiante, les températures mesurées augmentent plus rapidement que la pente de la droite étant donné que le corps en aluminium absorbe de la chaleur ambiante. Au-delà de la température ambiante, de la chaleur est par contre rejetée dans l'environnement ambiant.

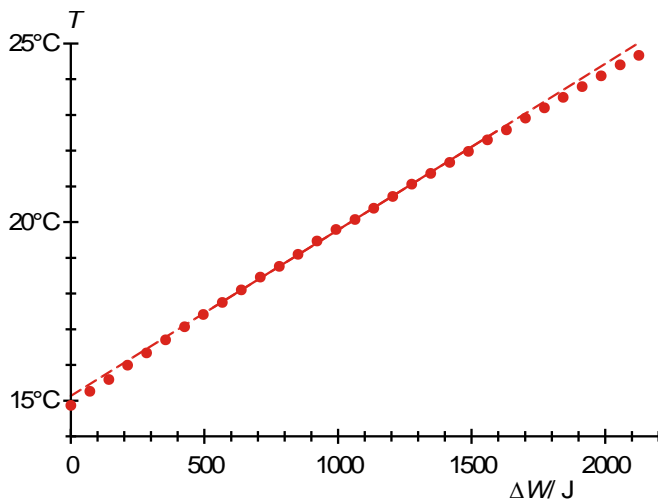


Fig. 2: Température du corps en aluminium en fonction du travail de frottement accompli

