

Chaleur

La chaleur comme forme d'énergie

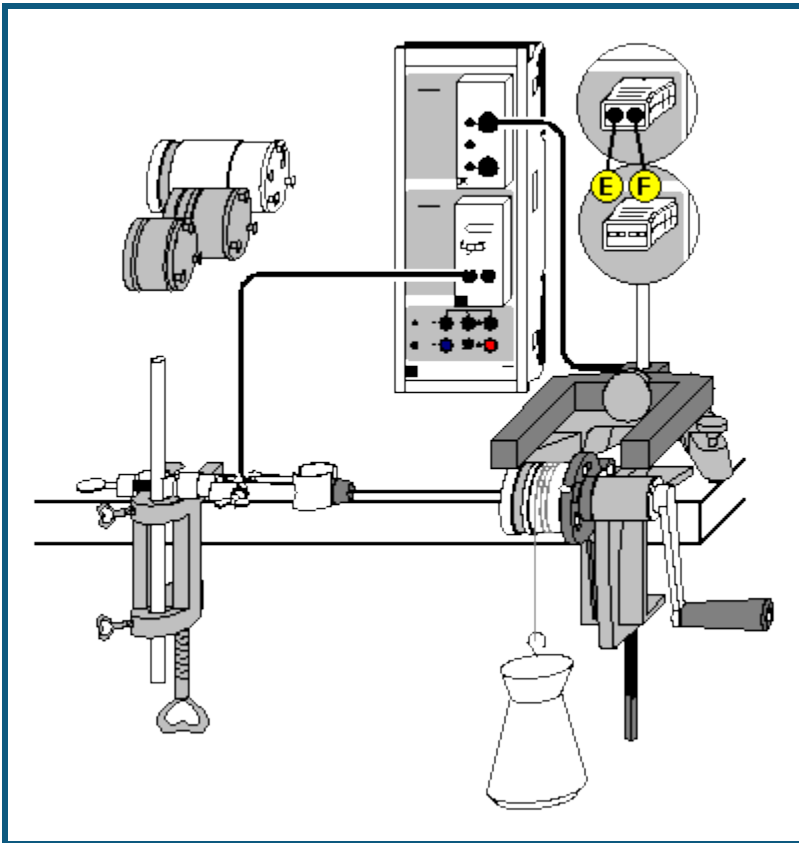
Transformation de l'énergie mécanique en chaleur


Transformation de l'énergie
mécanique en énergie
thermique - tracé et
évaluation avec CASSY

Description tirée de CASSY Lab 2

Pour charger des exemples et des
paramétrages, merci de bien vouloir
utiliser l'aide de CASSY Lab 2.

Conversion de l'énergie mécanique en énergie thermique



 Convient aussi pour [Pocket-CASSY](#)

Remarque de sécurité

Choisir l'emplacement de l'expérimentateur de manière à exclure les risques de blessure consécutifs à la chute imprévue de la masse de 5 kg.

Description de l'expérience

L'énergie compte parmi les grandeurs fondamentales de la physique. Elle peut prendre plusieurs formes et passer d'une forme à une autre sans perdre ses capacités énergétiques. L'énergie totale est conservée dans un système clos lors des processus de conversion.

Dans cette expérience, il s'agit de procéder à la mise en évidence expérimentale de l'équivalence entre l'énergie mécanique E_m (le travail) et l'énergie thermique E_{th} (la chaleur). Pour ce faire, on exécute un travail mécanique E_m en tournant une manivelle contre la force de frottement. Ceci aboutit à une élévation de la température du calorimètre et donc à une augmentation de l'énergie thermique E_{th} . Les deux formes d'énergie exprimées en newtonmètres (Nm) et en joules (J) peuvent être saisies quantitativement par la mesure de la température ϑ et du nombre de tours ; l'expérience a ainsi prouvé leur équivalence numérique, soit : $E_m = E_{th}$.

Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	adaptateur timer ou timer S	524 034 ou 524 074
1	adaptateur température	524 045
1	sonde de température NiCr-Ni	666 193
	ou	
1	adaptateur NiCr-Ni S	524 0673
1	sonde de température NiCr-Ni, type K	529 676
1	barrière lumineuse, infrarouge	337 46



1	câble de connexion à 6 pôles, 1,5 m	501 16
1	appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur	388 00
1	Calorimètre	
	par ex.	
	calorimètre à eau	388 01
	ou	
	calorimètre en cuivre avec chauffage	388 02
	ou	
	calorimètre en aluminium avec chauffage	388 03
	ou	
	grand calorimètre en aluminium avec chauffage	388 04
1	pince de table simple	301 07
1	pied en V, petit modèle	300 02
1	tige, 10 cm	300 40
1	tige, 25 cm	300 41
1	noix avec pince	301 11
1	masse marquée avec crochet, 5 kg	388 24
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Montage expérimental (voir schéma)

- Fixer l'appareil de base pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur à un coin de la table.
- Fixer la pince de table sur le bord de la table à env. 40 cm du support en plastique de l'appareil de base. Utiliser la tige de 25 cm pour installer la noix avec pince ainsi que représenté sur la figure, en vue de la fixation ultérieure de la sonde de température.
- Placer le calorimètre avec le perçage tourné vers le haut et verser de l'eau dans ce dernier.
- Introduire le joint dans le trou et le maintenir en place avec le bouchon fileté.
- Placer le vase calorimétrique rempli d'eau dans l'appareil de base. Pour ce faire, enficher le goujon à la base du calorimètre dans la fente du support en plastique et les faire tourner pour qu'ils enclenchent et que le vase calorimétrique soit bien en place.
- Introduire la sonde de température le plus profondément possible dans l'ouverture du calorimètre et visser le bouchon fileté du calorimètre. Fixer la sonde de température avec le matériel support déjà préparé conformément à la figure.
- Placer la masse de 5 kg en dessous du vase calorimétrique.
- Enrouler le fil de nylon autour du calorimètre en lui faisant faire env. 4 (maximum 6) tours et l'attacher à la masse de 5 kg posée par terre. La masse doit pendre vers l'avant du côté de la manivelle.
- Actionner la manivelle et s'assurer que la masse de 5 kg est soulevée sur quelques centimètres et se maintient à une hauteur constante même si on continue de tourner la manivelle. Si elle est remonte trop, réduire le nombre de tours du fil de nylon ; si elle ne décolle pas du sol, augmenter le nombre de tours.
- Utiliser le pied en V pour positionner la barrière lumineuse ainsi que représenté sur la figure afin de mesurer les tours effectués N_{A1} (= nombre d'obscurcissements) puis la connecter à l'entrée A du Sensor-CASSY par le biais de l'adaptateur timer.
- Brancher la sonde de température pour la mesure de la température ϑ_{B11} à l'entrée B du Sensor-CASSY par le biais de l'adaptateur température (douille T_1).

Procédure expérimentale

■ Charger les paramétrages

- Régler le nombre de tours sur zéro en cliquant sur $\rightarrow 0 \leftarrow$ dans les [paramétrages NA1](#).
- Lancer la mesure avec .
- Tourner la manivelle tout en mesurant l'augmentation de la température en fonction du nombre de tours exécutés.
- Une fois la température finale souhaitée ϑ_{B11} atteinte, arrêter la mesure avec .

Exploitation

La température ϑ_{B11} est déjà représentée graphiquement en fonction du nombre de tours N_{A1} pendant la mesure. Le graphe préparé **Exploitation** restitue l'énergie thermique en fonction de l'énergie mécanique produite en tournant la manivelle tout en luttant contre le frottement. L'énergie mécanique E_m est donnée par le produit de la force de frottement F par la distance parcourue s :

$$E_m = F \cdot s$$

avec $F = m \cdot g$

F = force de frottement

m = masse de la masse marquée = 5 kg

g = accélération de la pesanteur = $9,81 \text{ m/s}^2$

et $s = N \cdot d \cdot \pi$

s = distance parcourue

N = nombre de tours

d = diamètre du calorimètre = 0,047 m

On a donc désormais pour l'énergie mécanique : $E_m = m \cdot g \cdot d \cdot \pi \cdot N$.

L'augmentation de l'énergie thermique suite à l'élévation de température est exprimée par :

$$E_{th} = C \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$$

La capacité thermique C dépend du calorimètre utilisé et doit être inscrite dans les [paramétrages C](#), conformément au tableau suivant :

Calorimètre	Capacité thermique $C/(J/K)$
Eau (388 01)	$40 + m_{H_2O}/g \cdot 4,2$ (avec la masse de l'eau en g)
Cuivre (388 02)	$264 + 4,2$ (pour 1 g de charge d'eau dans le perçage)
Aluminium(388 03)	$188 + 4,2$ (pour 1 g de charge d'eau dans le perçage)
Aluminium, grand (388 04)	$384 + 4,2$ (pour 1 g de charge d'eau dans le perçage)

L'équivalence entre l'énergie mécanique E_m et l'énergie thermique E_{th} peut être vérifiée par modélisation d'une [droite passant par l'origine](#). La pente de la droite passant par l'origine est habituellement inférieure à 1. Ceci résulte des pertes de chaleur non saisies telles que, par exemple, le contact thermique entre le calorimètre et le fil de nylon ou le support en plastique.