

Chaleur

La chaleur comme forme d'énergie

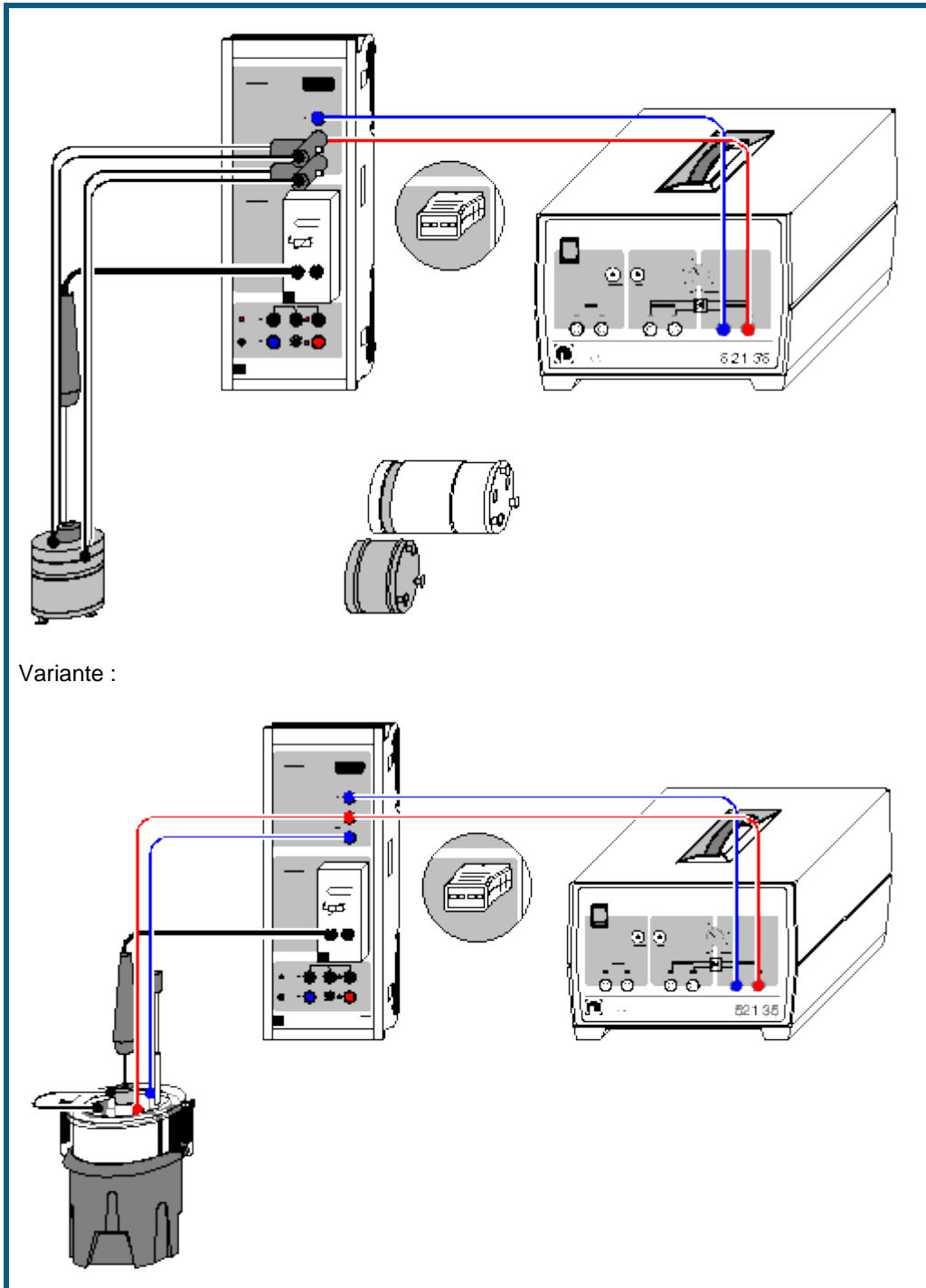
Transformation de l'énergie électrique en chaleur

Transformation de l'énergie
électrique en énergie
thermique - mesure 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 électrique en énergie thermique



Remarque de sécurité

Danger d'implosion : le vase de Dewar est un appareil en verre sous vide poussé, avec des parois minces ; il peut éclater en cas de contrainte mécanique.

Ne pas cogner le vase de Dewar et ne pas le faire tomber.

Ne pas faire tomber d'objets durs dans la paroi en verre.

Ne pas rayer la paroi en verre avec des objets pointus.

Description de l'expérience

L'énergie caractérise un travail accumulé. 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. L'énergie compte parmi les grandeurs fondamentales de la physique.

Dans cette expérience, il s'agit de procéder à la mise en évidence expérimentale de l'équivalence entre l'énergie électrique E_{el} et l'énergie thermique E_{th} . Pour ce faire, l'énergie électrique E_{el} fournie dans l'expérience dans le filament chauffant (ou spirale chauffante) est convertie en chaleur E_{th} . Ceci entraîne une élévation de la température du calorimètre (ou de l'eau dans laquelle est plongée la spirale chauffante). Il est possible de saisir quantitativement les deux formes d'énergie exprimées en watts par seconde (Ws) et joules (J) pour une tension constante U en mesurant simultanément le courant I et la température ϑ en fonction du temps t ; l'expérience a ainsi prouvé leur équivalence : $E_{el} = E_{th}$.

Matériel requis

1	Sensor-CASSY	524 010 ou 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	adaptateur température	524 045
1	sonde de température NiCr-Ni ou	666 193
1	adaptateur NiCr-Ni S	524 0673
1	sonde de température NiCr-Ni, type K	529 676
1	source de tension, 0...12 V par ex. transformateur variable S, TBT	521 35
1	calorimètre avec cordon, par ex. calorimètre en cuivre avec chauffage	388 02
	paire de câbles de connexion pour calorimètre ou	388 06
	calorimètre en aluminium avec chauffage	388 03
	paire de câbles de connexion pour calorimètre ou	388 06
	grand calorimètre en aluminium avec chauffage	388 04
	paire de câbles de connexion pour calorimètre ou	388 06
	appareil pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur	384 20
	vase de Dewar	386 48
	bécher, forme basse, Duran, 250 ml	664 103
	éprouvette graduée, pied en plastique, 250 ml	665 755
	paire de câbles, 50 cm, rouge et bleu	501 45
	câble d'expérience, 50 cm, noir	501 28
1	paire de câbles, 50 cm, rouge et bleu	501 45
1	PC avec Windows XP/Vista/7/8	

Montage expérimental avec calorimètre (voir schéma)

- 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.
- Introduire la sonde de température le plus profondément possible dans l'ouverture du calorimètre et visser le bouchon fileté du calorimètre.
- Ainsi qu'illustré, brancher le système CASSY au transformateur variable TBT S pour ainsi pouvoir mesurer le courant et la tension.
- Brancher l'enroulement chauffant du calorimètre à l'entrée A du Sensor-CASSY (pour ce faire, assembler les grandes fiches bananes et connecter un câble à la douille de sécurité U bleue et un autre à la douille de sécurité U rouge)
- 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).



Montage expérimental avec l'appareil pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur (voir schéma)

- Utiliser l'éprouvette graduée pour verser env. 200 ml d'eau dans le vase de Dewar.
- Placer l'appareil pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur dans le vase de Dewar et fixer le couvercle à l'aide des ressorts.
- Plonger la sonde de température équipée du joint par dessus le bouchon en caoutchouc dans le vase de Dewar. La sonde de température devrait être maintenue par le joint de manière à ce que la pointe du capteur soit située en dessous de la spirale chauffante. La pointe de la sonde de température ne doit toutefois pas toucher le fond du vase de Dewar.
- Ainsi qu'illustré, brancher le système CASSY au transformateur variable TBT S pour ainsi pouvoir mesurer le courant et la tension.
- Brancher les spirales chauffantes en montage en série à l'entrée A du Sensor-CASSY (pour ce faire, brancher le câble de l'une des spirales chauffantes à la douille de sécurité U bleue et l'autre à la douille de sécurité U rouge puis relier les raccords encore libres des deux spirales chauffantes par un câble noir)
- 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).

Remarque pour l'expérimentation

Pour réaliser l'expérience avec l'appareil pour déterminer l'équivalent électrique de la chaleur, l'eau doit être agitée pendant que la tension est enclenchée afin de garantir un échauffement uniforme. Pour ce faire, lentement agiter l'agitateur de haut en bas durant la mesure.

Procédure expérimentale

- Charger les paramètres
- Sélectionner **Tension U_{A1}** comme grandeur mesurée dans les [paramétrages IA1](#).
- Mettre le transformateur variable TBT S en route et régler la tension U_{A1} sur env. 9 V (calorimètre) ou env. 4 V (équivalent électrique de la chaleur).
- Relever la valeur mesurée U_{A1} exacte et l'inscrire comme paramètre dans les [paramétrages U](#).
- Arrêter à nouveau le transformateur variable TBT S et sélectionner cette fois-ci **Courant I_{A1}** comme grandeur mesurée et **0...2,1 A** comme gamme de mesure dans les [paramétrages UA1](#).
- Dès qu'une température initiale ϑ_{B11} constante est atteinte, lancer la mesure avec .
- Mettre le transformateur variable TBT S en marche et l'arrêter à nouveau lorsque la température finale ϑ_{B11} est atteinte.
- Lorsqu'une température finale constante est atteinte, arrêter la mesure avec .

Exploitation

La température ϑ_{B11} et le courant I_{A1} sont déjà représentés graphiquement en fonction du temps pendant la mesure. Le graphe préparé **Exploitation** restitue l'énergie thermique $E_{th} = C \cdot (\vartheta_{B11} - \vartheta_1)$ en fonction de l'énergie électrique $E_{el} = \sum U \cdot I \cdot \Delta t$. La capacité thermique C dépend du calorimètre utilisé et doit être inscrite dans les [paramétrages C](#) conformément au tableau suivant :

Calorimètre	Capacité thermique $C/(J/K)$
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)
App. p. équiv. élec. de la chaleur (384 20) avec vase de Dewar (386 48)	$(m_{H_2O}/g + 24) \cdot 4,2$ (avec la masse de l'eau en g und et équivalent en eau $m_D = 24$ g du vase de Dewar)

L'équivalence entre l'énergie électrique E_{el} 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 légèrement inférieure à la valeur attendue égale à 1 ; ceci résulte éventuellement des pertes de chaleur par rayonnement thermique et se manifeste surtout dans le cas de mesures longue durée où l'on constate que les données mesurées s'écartent nettement de la droite passant par l'origine.

Astuce

Une variante consiste à évaluer la mesure manuellement : pour ce faire, déterminer la valeur moyenne de la température initiale ϑ_1 et de la température finale ϑ_2 (cliquer avec le bouton droit de la souris sur [valeur moyenne](#)) et calculer l'énergie thermique $E_{th} = C \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$. Déterminer la durée de l'apport d'énergie électrique avec [Placer une marque → Mesurer la différence](#). Calculer ensuite $E_{el} = U \cdot I \cdot \Delta t$ et comparer la valeur obtenue avec E_{th} .