

# 1003253 / Satz 4 Kalorimeterzylinder U30070

## Bedienungsanleitung

11/08 ALF



- 1 Kalorimeter, Stahl
- 2 Kalorimeter, Messing
- 3 Kalorimeter, Kupfer
- 4 Kalorimeter, Aluminium

### 1. Sicherheitshinweise

Verbrennungsgefahr durch Heizelement oder Kalorimeter.

- Apparatur vor dem Abbau abkühlen lassen.

### 2. Beschreibung

Der Satz 4 Kalorimeterzylinder dient zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazitäten von Aluminium, Messing, Kupfer und Stahl.

Die Kalorimeterzylinder sind mit zwei Bohrungen versehen, um einen Heizstab (12,5 mm Durchmesser) sowie ein Thermometer oder eine Temperatursonde (8 mm Durchmesser) aufzunehmen.

### 3. Technische Daten

Masse Zylinder: ca. 1 kg (Genauigkeit  $\pm 2\%$ )

Material	Höhe (mm)	Durchmesser (mm)	Spezifische Wärme J/(kg*K)
Aluminium	84	75	896
Messing	84	44	377
Kupfer	85	43	385
Stahl	92	44	452

### 4. Zusätzlich erforderliche Geräte

- 1 DC-Netzgerät 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz) U33020-230
- oder
- 1 DC-Netzgerät 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz) U33020-115
- 1 Heizelement, 12 V U30075
- 1 Thermometer, -20°C bis +110°C U40911
- 1 Mechanische Stoppuhr, 30 min U40800

### 5. Bedienung

- Kalorimeterzylinder wiegen und die Masse notieren.
- Kalorimeterzylinder auf eine hitzefeste Unterlage stellen und ihn mit Isolationsmaterial umgeben, so dass der Wärmeverlust so klein wie möglich ist.
- Heizelement und Thermometer in die entsprechenden Bohrungen einsetzen. Zuvor einige Tropfen Öl oder Wasser in die Thermometerbohrung geben, um einen guten thermischen Kontakt zwischen Thermometer und Kalorimeter herzustellen.
- Schaltung gemäß Fig. 1 herstellen.
- Netzgerät einschalten und einen Strom von ca. 4 A einstellen. Danach Netzgerät wieder ausschalten.

- Vor Start des Messlaufs einige Minuten warten. Dann die Anfangstemperatur des Kalorimeterzylinders ablesen.
- Netzgerät einschalten und gleichzeitig die Zeitmessung starten.
- Abwarten bis die Temperatur um ca. 20° C gestiegen ist. Zeit und Endtemperatur notieren.

Die spezifische Wärmekapazität ist gegeben durch die Gleichung:

$$I \cdot U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

mit  $I$ : Strom,  $U$ : Spannung,  $t$ : Zeit,  $m$ : Masse des Kalorimeterzylinders  $c$ : spezifische Wärmekapazität,  $O_1$ : Anfangstemperatur,  $O_2$ : Endtemperatur

## 6. Allgemeine Hinweise

### 6.1 Hinweise zur Fehlerminimierung

Angenommen, dass die Strom- und Spannungsanzeigen hinreichend genau sind, liegen die zwei Hauptfehlerquellen des Experiments beim Ablesen der Temperatur und im Wärmeverlust.

Der Wärmeverlust ist davon abhängig, wie hoch die Endtemperatur über der Raumtemperatur liegt. Er lässt sich dadurch minimieren, dass der Temperaturanstieg möglichst klein gehalten wird.

Wenn die Ablesegenauigkeit des Thermometers 1° C beträgt, dann ergibt sich ein relativ großer Fehler von 10% bei einem Temperaturanstieg um 10° C.

Deshalb gilt es einen Ausgleich zu finden zwischen dem Fehler, der durch Wärmeverlust bei einem großen Temperaturanstieg verursacht wird, und dem relativ großen Fehler beim Ablesen der Temperatur bei einer geringen Temperaturerhöhung.

Eine Erhöhung der Temperatur um 20° C ergibt eine Fehlerquote von 5% (bei einer Ablesegenauigkeit des Thermometers von 1° C) und einen relativ geringen Fehler durch Wärmeverlust.

### 6.2 Vermeidung von Wärmeverlust nach Rumford

Nach Rumford kann der Wärmeverlust durch folgenden Prozess vermieden werden. Wird der Kalorimeterzylinder vor dem Experiment für einige Stunden in einem Kühlschrank aufbewahrt, so liegt seine Anfangstemperatur um 0 unter Raumtemperatur. Wenn dann seine Endtemperatur um 0 über Raumtemperatur liegt, dann ist die aufgenommene Wärmemenge, solange seine Temperatur unter Raumtemperatur ist, gleich der Wärmemenge, die er abgibt, wenn seine Temperatur über Raumtemperatur ist. Es findet dann kein Wärmeverlust statt.

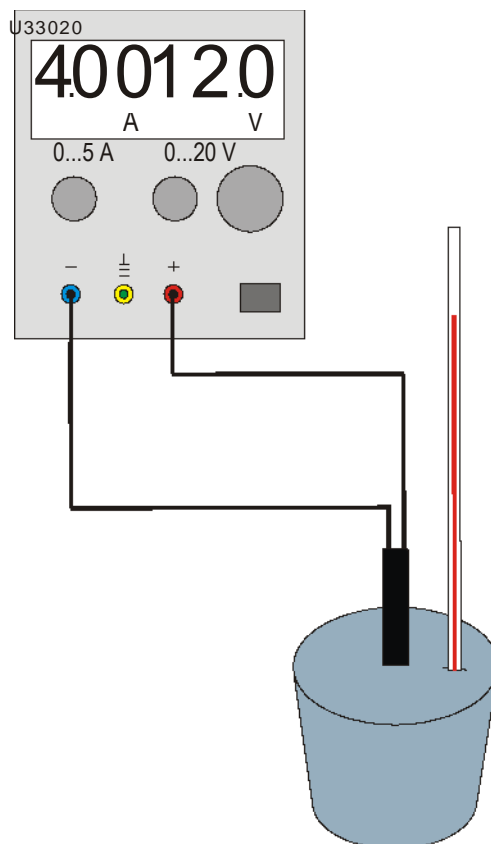


Fig. 1 Experimenteller Aufbau

# 1003253 / Set of 4 Metal Block Calorimeters U30070

## Instruction Sheet

11/08 ALF



- 1 Steel calorimeter
- 2 Brass calorimeter
- 3 Copper calorimeter
- 4 Aluminium calorimeter

### 1. Safety instructions

There is a risk of burns from heater or calorimeter.

- Allow apparatus to cool before moving it.

### 2. Description

The set of 4 metal block calorimeters is used to determine the specific heat capacity of aluminium, brass, copper and steel.

The metal blocks are drilled with two holes to accommodate an immersion heater (12.5 mm dia.) and a thermometer or temperature probe (8 mm dia.).

### 3. Technical data

Mass of block: approx. 1 kg ( $\pm 2\%$  accuracy)

Material	Height (mm)	Diameter (mm)	Specific heat J/(kg*K)
Aluminium	84	75	896
Brass	84	44	377
Copper	85	43	385
Steel	92	44	452

### 4. Additionally required equipment

- 1 DC Power Supply 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz) U33020-230
- or
- 1 DC Power Supply 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz) U33020-115
- 1 Immersion Heater, 12 V U30075
- 1 Thermometer -20°C to +110°C U40911
- 1 Mechanical stopwatch, 30 min U40800

### 5. Operation

- Weigh the calorimeter block and record its mass.
- Place the calorimeter block on a heat proof mat surrounded by insulation, so that the heat losses are kept to the minimum.
- Insert the immersion heater and the thermometer into the appropriate hole. Drop some oil or water into the thermometer hole to ensure good thermal contact between the thermometer and the block.
- Set up the circuitry according fig. 1.
- Switch on the power supply and adjust it to give a current of about 4 A. Switch the heater off.

- Before starting the experimental run, wait for a few minutes before taking the temperature of the calorimeter block.
- Switch on the heater and start the clock.
- Wait until the temperature has risen about 20°C and record the time and final temperature.

The specific heat capacity can then be calculated from the equation:

$$I \cdot U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

with  $I$ : current,  $U$ : voltage,  $t$ : time,  $m$ : mass of calorimeter block,  $c$ : specific heat capacity,  $O_1$ : initial temperature,  $O_2$ : final temperature

## 6. General notes

### 6.1 Explanation of how to minimise the error

Assuming that the readings for the current and voltage are reasonable accurate, the two main sources of error in the experiment will be the readings of the temperature change and the effects of any heat loss.

Obviously the heat loss will depend on the excess temperature above the room temperature, so this can be minimised by keeping the temperature rise as small as possible.

If the thermometer can only be read accurately to 1°, then a temperature rise of 10° would give a 10% error, which is really too large for this type of experiment. Therefore, it is a balance between the error introduced by a large temperature increase causing heat losses, and a small temperature increase giving a large percentage error in the temperature readings. A 20° rise in temperature will give a 5% error in reading the thermometer (assuming it can only be read accurately to 1°) and a reasonable low error due to heat loss.

### 6.2 Rumford's correction

Rumford argued that heat losses could be eliminated by the following process. If the metal block is kept in a fridge for several hours before the experiment, then it will start at, say, 0 below room temperature. If its final temperature after the experiment was 0 above room temperature, then the heat it took in while below room temperature would be equal to the heat it gave out while above room temperature, so there would be no heat loss.

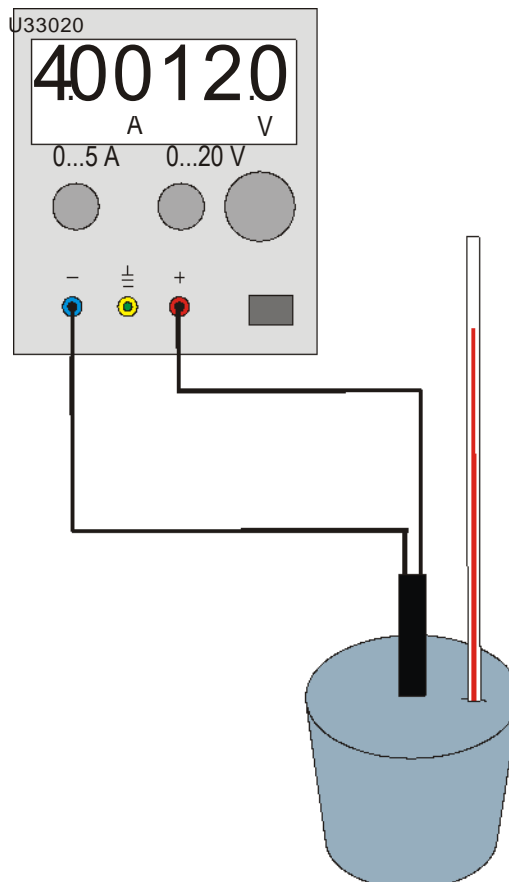


Fig. 1 Experimental set up

## 1003253 / Blocs calorimétriques en métal, jeu de 4 U30070

### Manuel d'utilisation

11/08ALF



- 1 Bloc calorimétrique, acier
- 2 Bloc calorimétrique, laiton
- 3 Bloc calorimétrique, cuivre
- 4 Bloc calorimétrique, aluminium

#### 1. Consignes de sécurité

Risques de brûlures provenant de l'élément de chauffage ou du calorimètre !

- Laissez toujours refroidir l'appareillage avant de le démonter.

#### 2. Description

Ces blocs calorimétriques en métal de forme cylindrique servent à déterminer la capacité thermique spécifique de l'aluminium, du laiton, du cuivre et de l'acier.

Les blocs en métal présentent deux alésages permettant d'y rattacher un thermoplongeur (diamètre de 12,5 mm) et un thermomètre ou une sonde de température (8 mm Ø).

#### 3. Caractéristiques techniques

Masse de chaque bloc: env. 1 kg (précision de  $\pm 2\%$ )

Matériau	Hauteur (mm)	Diamètre (mm)	Chaleur spécifique J/(kg*K)
Aluminium	84	75	896
Laiton	84	44	377
Cuivre	85	43	385
Acier	92	44	452

#### 4 Accessoires supplémentaires requis

- 1 Alimentation CC 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz) U33020-230
- ou
- 1 Alimentation CC 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz) U33020-115
- 1 Thermoplongeur, 12 V U30075
- 1 Thermomètre, -20°C - +110°C U40911
- 1 Chronomètre mécanique, 30 min U40800

#### 5. Commande

- Pesez le bloc calorimétrique de forme cylindrique et notez-en la masse.
- Posez le bloc calorimétrique de forme cylindrique sur une surface résistant à la chaleur et enveloppez-le d'un matériel isolant afin de minimiser au maximum la déperdition de chaleur.
- Insérez l'élément de chauffage et le thermomètre dans les alésages correspondants. Mettez auparavant quelques gouttes d'huile ou d'eau dans l'alésage destiné au thermomètre afin d'assurer un bon contact thermique entre le thermomètre et le calorimètre.
- Formez le circuit conformément à la figure 1.
- Allumez le bloc d'alimentation et réglez un courant d'environ 4 ampères. Éteignez ensuite de nouveau le bloc d'alimentation.

- Attendez quelques minutes avant de démarrer le cycle de mesures. Relevez ensuite la température initiale du bloc calorimétrique de forme cylindrique.
- Allumez le bloc d'alimentation tout en démarrant simultanément la mesure du temps.
- Attendez que la température soit montée à environ 20° C. Notez le temps ainsi que la température finale.

L'équation suivante permet d'obtenir la capacité thermique spécifique :

$$I \cdot U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

$I$  : étant le courant,  $U$  : étant la tension,  $t$  : étant le temps,  $m$  : étant la masse du bloc calorimétrique de forme cylindrique,  $c$  : étant la capacité thermique spécifique,  $O_1$  : étant la température initiale et  $O_2$  : étant la température finale

## 6. Remarques générales

### 6.1 Conseils utiles permettant de minimiser les erreurs

Si nous partons de l'hypothèse que les affichages de courant et de tension sont suffisamment précis, dans cet essai expérimental, les deux sources principales d'erreurs sont d'une part liées à la lecture de la température et d'autre part à la déperdition de chaleur.

La déperdition de chaleur dépend de combien la température finale dépasse la température ambiante. Il est possible de minimiser cette déperdition en réduisant autant que possible la montée en température.

Si la précision de lecture du thermomètre est de 1° C, l'erreur relativement élevée prend alors une valeur de 10 % pour une montée en température de 10° C.

Il s'agit donc de trouver une compensation entre d'une part l'erreur liée à la déperdition de chaleur provenant d'une montée en température élevée et d'autre part l'erreur relativement élevée se produisant lors de la lecture de la température pour une augmentation faible de température.

Une augmentation de la température de 20° C se traduit par un taux d'erreur de 5 % (pour une précision de lecture du thermomètre de 1° C) et un taux d'erreur relativement faible lié à la déperdition de chaleur.

### 6.2 Prévention d'une déperdition de chaleur selon Rumford

Selon Rumford, il est possible d'éviter une déperdition de chaleur en appliquant la procédure suivante. Si le bloc calorimétrique de forme cylindrique est conservé quelques heures au réfrigérateur avant l'essai expérimental, sa température initiale est alors inférieure de 0 à la température ambiante. Lorsque sa température finale dépasse la température ambiante de 0, et tant que sa température est supérieure à la température ambiante, la quantité de chaleur absorbée est alors égale à la quantité de valeur dégagée par le bloc calorimétrique lorsque sa température est supérieure à la température ambiante. Il ne se manifeste alors aucune déperdition de chaleur.

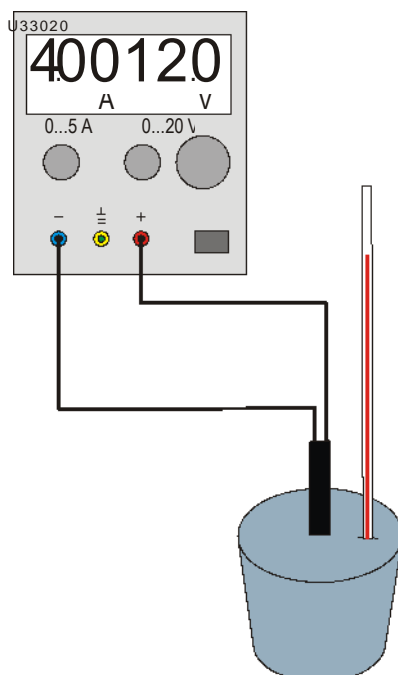


Fig. 1 : Appareillage expérimental

## 1003253 / Blocchi calorimetrici di metallo, set di 4 U30070

### Istruzioni per l'uso

11/08ALF



- 1 Corpo calorimetro, acciaio
- 2 Corpo calorimetro, ottone
- 3 Corpo calorimetro, rame
- 4 Corpo calorimetro, alluminio

#### 1. Norme di sicurezza

Pericolo di ustioni dovute all'elemento termico o al barometro.

- Lasciare raffreddare l'apparecchio prima di smontarlo.

#### 2. Descrizione

Blocchi calorimetrici cilindrici in metallo, per la determinazione della capacità termica specifica di alluminio, ottone, rame e acciaio.

I blocchi di metallo presentano due fori in cui posizionare un riscaldatore a immersione (12,5 mm Ø) e un termometro o una sonda di temperatura (8 mm Ø).

#### 3. Dati tecnici

Massa dei blocchi: ca. 1 kg ( $\pm 2\%$  precisione)

Materiale	Altezza (mm)	Diametro (mm)	Calore specifico J/(kg*K)
Alluminio	84	75	896
Ottone	84	44	377
Rame	85	43	385
Acciaio	92	44	452

#### 4. Altri apparecchi necessari

1 Alimentazione CC 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz)  
U33020-230

oppure

1 Alimentazione CC 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz)  
U33020-115

1 Riscaldatore a immersione, 12 V U30075

1 Termometro da -20°C a +110°C U40911

1 Cronometro meccanico, 30 min U40800

#### 5. Utilizzo

- Pesare i cilindri calorimetrici e annotarne la massa
- Collocare il cilindro calorimetrico su una base resistente al calore e circondarlo con materiale isolante in modo che la dispersione termica sia la minore possibile.
- Inserire l'elemento termico e il termometro nei fori corrispondenti. Versare prima alcune gocce d'olio o di acqua nel foro del termometro, per creare un buon contatto termico tra termometro e calorimetro.
- Realizzare il collegamento come illustrato in Fig. 1.
- Attivare l'alimentatore e impostare una corrente di ca. 4 A. Quindi spegnere di nuovo l'alimentatore.

- Attendere alcuni minuti prima di avviare l'esecuzione della misura. Leggere quindi la temperatura iniziale del cilindro calorimetrico.
- Accendere l'alimentatore e contemporaneamente avviare la misurazione del tempo.
- Attendere fino a che la temperatura non è salita fino a circa 20°C. Annotare tempo e temperatura finale.

La capacità termica specifica è data dall'equazione:  $l$

$$U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

con  $l$ : corrente,  $U$ : tensione,  $t$ : tempo,  $m$ : massa del cilindro calorimetrico  $c$ : capacità termica specifica,  $O_1$ : temperatura iniziale,  $O_2$ : temperatura finale

## 6. Indicazioni generali

### 6.1 Indicazioni per la minimizzazione degli errori

Assunto che le indicazioni della corrente e della temperatura siano sufficientemente esatte, le due fonti principali di errore dell'esperimento stanno nella lettura della temperatura e nella dispersione termica.

La dispersione termica dipende da quanto la temperatura finale è superiore alla temperatura ambiente. Essa può essere minimizzata grazie al fatto che l'incremento di temperatura viene mantenuto il più basso possibile.

Se la precisione di lettura del termometro è pari a 1° C, risulta un errore relativamente grande del 10% in caso di un incremento di temperatura di 10° C.

Pertanto si tratta di trovare un compromesso tra l'errore dovuto alla dispersione termica, in caso di un elevato incremento di temperatura, e l'errore relativamente grande nella lettura della temperatura in caso di un aumento della temperatura ridotto.

Un aumento della temperatura di 20° C dà come risultato una percentuale di errore del 5% (con una precisione di lettura del termometro di 1° C) e un errore relativamente ridotto a causa della dispersione termica.

### 6.2 Evitare la dispersione termica in base a Rumford

Secondo Rumford la dispersione termica può essere evitata mediante il seguente processo. Se il cilindro calorimetrico prima dell'esperimento viene conservato per alcune ore in un frigorifero, la sua temperatura iniziale rispetto alla temperatura ambiente è 0 volte inferiore.

Se in seguito allo svolgimento dell'esperimento la temperatura del calorimetro è 0 superiore alla temperatura ambiente, la quantità di calore assorbita è pari alla quantità di calore che esso cede, fintantoché la sua temperatura non cala al di sotto della temperatura ambiente. Non avviene quindi nessuna dispersione termica.

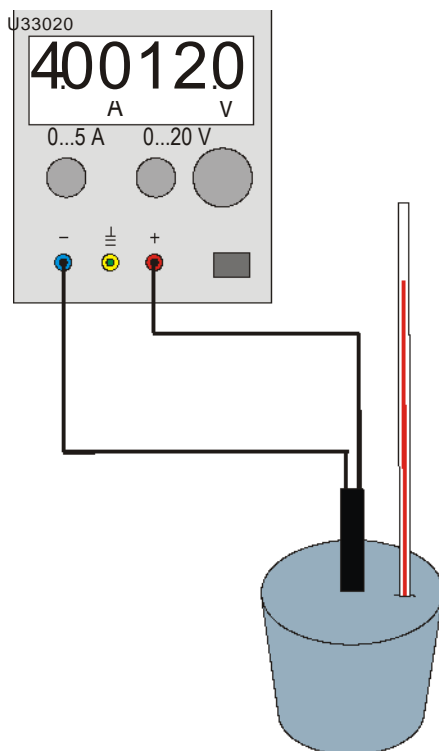


Fig. 1 Struttura sperimentale



# 1003253 / Calorímetros de bloque de metal, juego de 4 U30070

## Instrucciones de uso

11/08 ALF



- 1 Bloque calorimétrico, acero
- 2 Bloque calorimétrico, latón
- 3 Bloque calorimétrico, cobre
- 4 Bloque calorimétrico, aluminio

### 1. Advertencias de seguridad

Peligro de quemaduras por elemento calentador o por el calorímetro.

- Deje enfriar el aparato antes de desmontarlo.

### 2. Instrucciones de uso

Bloques cilíndricos calorímetros, de metal, para la determinación del calor específico del aluminio, del latón, del cobre y del acero.

En los bloques de metal se han practicado dos perforaciones para el alojamiento de un calentador sumergible (12,5 mm de diámetro), y un termómetro o una punta de sonda de temperatura (diámetro de 8 mm).

### 3. Datos técnicos

Peso de bloque:                      aprox. 1 kg ( $\pm 2\%$  de exactitud)

Material	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Calor específico J/(kg*K)
Aluminio	84	75	896
Latón	84	44	377
Cobre	85	43	385
Acero	92	44	452

### 4. Aparatos requeridos adicionalmente

- 1 Fuente de alimentación de c.c. 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 I-tz) U33020-230
- 1 Fuente de alimentación de c.c. 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 I-tz) U33020-115
- 1 Calentador sumergible, 12 V U30075
- 1 Termómetro de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+110^{\circ}\text{C}$  U40911
- 1 Cronómetro mecánico, 30 min U40800

### 5. Manejo

- Se pesa el calorímetro y se anota su masa.
- Se coloca el cilindro calorimétrico sobre una superficie resistente al calor y se envuelve con material aislante al calor para que la pérdida de calor sea mínima.
- Se insertan el elemento calentador y el termómetro en sus correspondientes orificios. Antes se vierten unas gotas de aceite o de agua en el orificio del termómetro, para lograr un buen contacto entre el termómetro y el calorímetro.
- Se realiza el circuito según la Fig. 1.
- Se conecta la fuente de alimentación y se ajusta una corriente de 4 A. Se desconecta nuevamente la fuente de alimentación.

- Antes del inicio de la serie de mediciones se esperan unos minutos. Luego se lee y anota la temperatura inicial del cilindro calorimétrico.
- Se conecta la fuente de alimentación y al mismo tiempo se inicia la medición del tiempo.
- Se espera a que la temperatura haya aumentado en unos 20° C. Se anotan el tiempo y la temperatura final.

La capacidad calorífica específica se obtiene de la ecuación:

$$I \cdot U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

con  $I$ : Corriente,  $U$ : Tensión,  $t$ : Tiempo,  $m$ : Masa del cilindro calorimétrico  $c$ : Capacidad calorífica específica,  $O_1$ : Temperatura inicial,  $O_2$ : Temperatura final

## 6. Indicaciones generales

### 6.1 Indicaciones para minimizar los errores

Suponiendo que las indicaciones para la corriente y la tensión son lo suficientemente exactas, las principales fuentes de errores en el experimento se encuentran en la lectura de la temperatura y en la pérdida de calor.

La pérdida de calor depende de que tan alta sea la temperatura final con respecto a la temperatura ambiente. Ésta se puede minimizar haciendo que el aumento de la temperatura sea lo más mínimo posible.

Cuando la exactitud de lectura del termómetro es de 1° C , entonces se tiene un error grande del 10% cuando se tiene un aumento de temperatura de 10° C.

Se trata por lo tanto de encontrar una compensación entre el error que se origina por la pérdida de calor durante un aumento de temperatura grande y el error grande en la lectura con aumento de temperatura bajo.

Un aumento de temperatura en 20° C da una proporción de error del 5% (con una exactitud de medida del termómetro de 1° C) y un error relativamente bajo por pérdida de calor.

### 6.2 Prevención de pérdida de calor según Rumford

Según Rumford es posible prevenir la pérdida de calor con el siguiente proceso. Si antes de iniciar el experimento el cilindro calorimétrico se coloca por varias horas en un refrigerador, su temperatura inicial estará ahora en 0 por debajo de la temperatura ambiente. Entonces cuando su temperatura final se encuentre en 0 por encima de la temperatura ambiente, la cantidad de calor absorbida mientras la temperatura está por debajo de la del ambiente es igual a la cantidad de calor entregada cuando su temperatura final está en el mismo 0 por encima de la temperatura del ambiente. No tiene lugar una pérdida de calor.

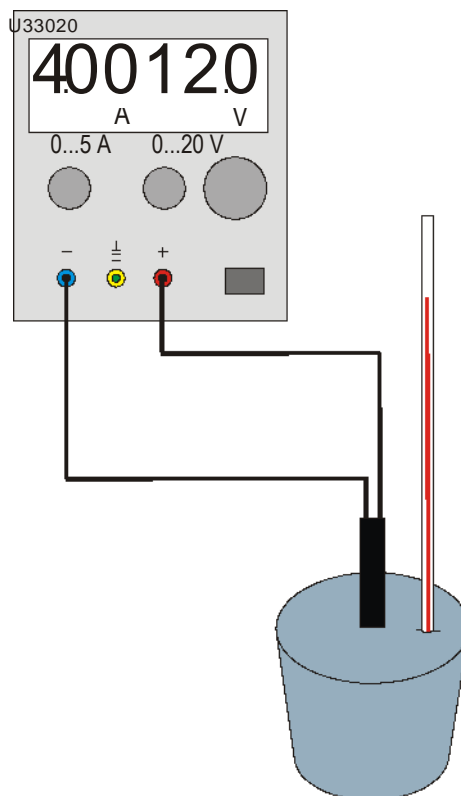


Fig. 1 Montaje de experimentación

# 1003253 / Calorímetro de bloco de metal, jogo de 4 U30070

## Manual de instruções

11/08 ALF



- 1 Bloco calorímetro, aço
- 2 Bloco calorímetro, latão
- 3 Bloco calorímetro, cobre
- 4 Bloco calorímetro, alumínio

### 1. Indicações de segurança

Perigo de queimaduras pelo elemento de aquecimento ou calorímetro.

- Deixar esfriar o aparelho antes da desmontagem.

### 2. Descrição

Blocos cilíndricos calorímetros de metal para a determinação da capacidade de calor específico do alumínio, do bronze, do cobre e do aço.

Os blocos de metal são perfurados com dois furos para acomodar um aquecedor de imersão (12,5 mm de diâmetro) e um termômetro ou sensor de temperatura (8 mm Ø).

### 3. Dados técnicos

Massa do bloco: aprox. 1 kg ( $\pm$  % de precisão)

Material	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	Calor específico J/(kg*K)
Alumínio	84	75	896
Latão	84	44	377
Cobre	85	43	385
Aço	92	44	452

### 4. Aparelhos adicionalmente exigidos

- 1 Fonte de alimentação DC 0 - 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50/60 Hz) U33020-230 ou
- 1 Fonte de alimentação DC 0 - 20 V, 0 - 5 A (115 V, 50/60 Hz) U33020-115
- 1 Aquecedor de imersão, 12 V U30075
- 1 Termômetro, -20°C a +110°C U40911
- 1 Cronômetro mecânico, 30 min U40800

### 5. Operação

- Pesar o calorímetro de cilindro e anotar a massa.
- Colocar o calorímetro de cilindro sobre uma base resistente ao calor e envolvê-lo com material isolante para que a perda de calor seja a menor possível.
- Inserir o elemento aquecedor e o termômetro nas suas respectivas furações. Antes colocar algumas gotas de óleo ou água na furação do termômetro, para estabelecer um bom contacto térmico entre o termômetro e o calorímetro.
- Estabelecer a ligação segundo Fig. 1.
- Ligar a fonte de alimentação e colocar uma corrente de aprox. 4 A. Depois desligar a fonte de alimentação de novo.

- Esperar alguns minutos antes de começar o curso das medições. Depois ler a temperatura de início do calorímetro de cilindro.
- Ligar a fonte de alimentação e ao mesmo tempo começar a medição de tempo.
- Esperar até a temperatura aumentar em aprox. 20° C. Anotar o tempo e a temperatura final.

A capacidade de calor específica é dada por meio da equação:

$$I \cdot U \cdot t = m \cdot c \cdot (O_2 - O_1)$$

com  $I$ : Corrente,  $U$ : Tensão,  $t$ : Tempo,  $m$ : Massa do calorímetro de cilindro  $c$ : Capacidade de calor específica,  $O_1$ : Temperatura inicial,  $O_2$ : Temperatura final

## 6. Indicações gerais

### 6.1 Indicações para a minimização de erros

Supondo que as marcações de corrente e tensão sejam suficientemente exatas, as duas fontes de erro encontram-se na leitura da temperatura e na perda de calor.

A perda de calor é dependente de quanto alta à temperatura final se encontre acima da temperatura do ambiente. Ela pode ser minimizada, em que, no possível, o aumento de temperatura seja mantido pequeno.

Quando a precisão de leitura do termômetro é de 1° C, então resulta um erro relativamente grande de 10% num aumento de temperatura em 10° C.

Por isso vale encontrar um equilíbrio entre o erro, que é causado pela perda de calor num aumento de temperatura muito acentuado, e do erro relativamente grande na leitura de um aumento de temperatura baixo.

Um aumento de temperatura em 20° C resulta numa quota de erro de 5% (numa precisão de leitura do termômetro de 1° C) e um erro relativamente pequeno por perda de calor.

### 6.2 Evitação da perda de calor segundo Rumford

Segundo Rumford a perda de calor pode ser evitada pelo seguinte processo. Se o calorímetro de cilindro for guardado por algumas horas num refrigerador antes da experiência, então a sua temperatura inicial encontra-se por 0 abaixo da temperatura de ambiente. Se a seguir a sua temperatura final está em 0 acima da temperatura de ambiente, então a quantidade de calor recebida, enquanto a sua temperatura está abaixo da temperatura de ambiente, é igual à quantidade de temperatura que ele cede, quando a sua temperatura está acima da temperatura de ambiente. Então não dará lugar a nenhuma perda de calor.

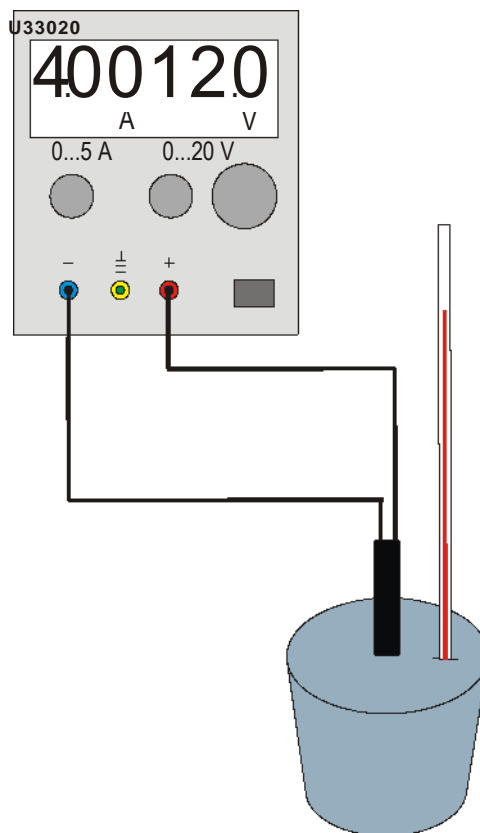


Fig. 1 Montagem experimental