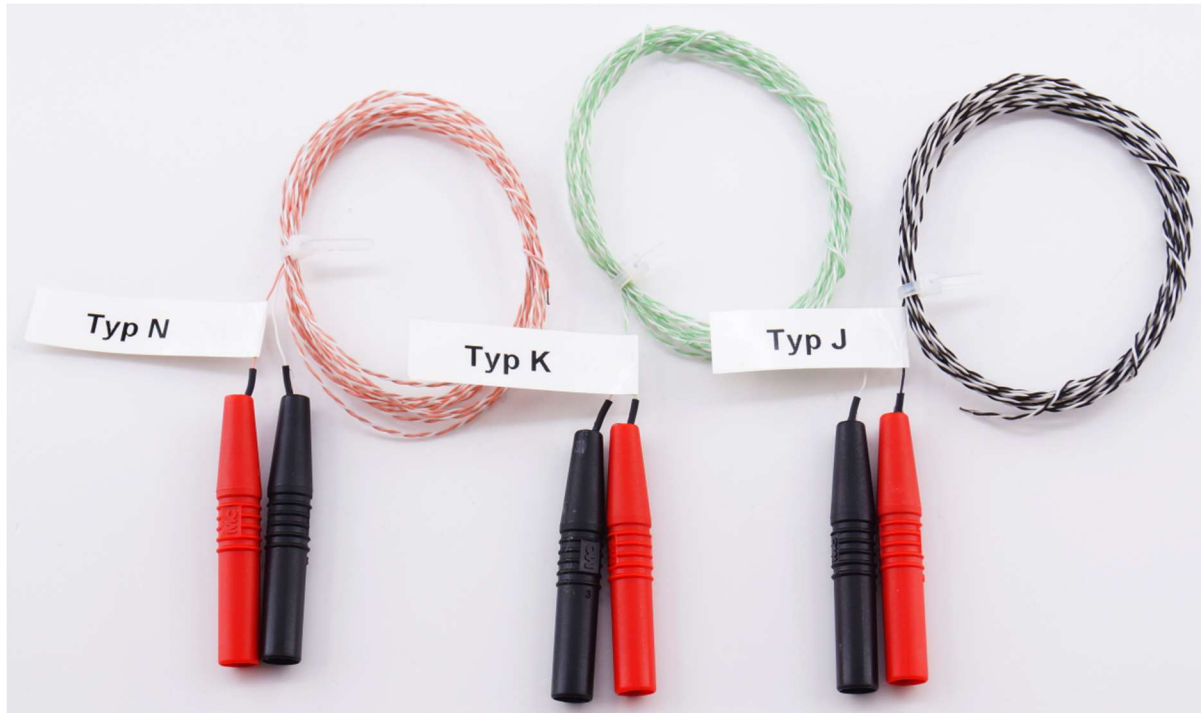


Satz 3 Thermopaare 1017904

Bedienungsanleitung

01/25 SD/UD



1. Sicherheitshinweise



Alle drei Thermopaare sind ausschließlich für die Benutzung mit dem Messverstärker U 1020742 (230 V) bzw. 1020744 (115 V) oder einem anderen geeigneten Messgerät vorgesehen.

- Keine Fremdspannung an die 4-mm-Sicherheitsstecker legen.

2. Lieferumfang

- 1 Thermopaar Typ N, NiCrSi–NiSi (rot-weiss)
- 1 Thermopaar Typ K, NiCr–NiAl (grün-weiss)
- 1 Thermopaar Typ J, Fe–CuNi (schwarz-weiss)

3. Zusätzlich erforderliche Geräte

- | | |
|--|---------|
| 1 Messverstärker U @230 V | 1020742 |
| oder | |
| 1 Messverstärker U @115 V | 1020744 |
| 1 Digital-Multimeter P3340 | 1002785 |
| 1 Sicherheitsexperimentierkabel, 75cm, rot, blau, (2 Stk.) | 1017718 |

4. Technische Daten

- Leitungslänge: 2 m
 Betriebstemperatur: -75°C bis +250°C
 Anschluss: 1 Paar 4-mm-Sicherheitsstecker
- Empfindlichkeiten der Thermopaare:
- | | |
|---------------------|-----------|
| Typ N, NiCrSi–NiSi: | 30 µV / K |
| Typ K, NiCr–NiAl: | 42 µV / K |
| Typ J, Fe–CuNi: | 54 µV / K |

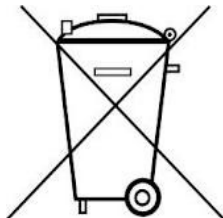
5. Beschreibung

Alle drei Thermopaare bestehen jeweils aus zwei unterschiedlichen, isolierten Metalldrähten, die an einem Ende kontaktiert sind und am anderen Ende Sicherheitsstecker als Anschlüsse besitzen. Die Metalldrähte des Thermopaars vom Typ N (NiCrSi–NiSi) sind rot-weiss, die des Thermopaars vom Typ K (NiCr–NiAl) grün-weiss und die des Thermopaars vom Typ J (Fe–CuNi) schwarz-weiss isoliert.

In einem Metalldraht, dessen Enden sich auf unterschiedlichen Temperaturen befinden, findet auf Grund der unterschiedlich schnellen thermischen Bewegung der Elektronen am warmen und am kalten Ende eine Thermoeffusion statt. Durch den Diffusionsstrom lädt sich das kalte Ende negativ gegenüber dem warmen Ende auf. Zwischen den beiden Enden entsteht eine Thermoeffusionsspannung, die proportional zur Temperaturdifferenz zwischen den Drahtenden ist, mit dem Seebeck-Koeffizient als Proportionalitätskonstante. Werden zwei unterschiedliche Metalldrähte zusammengefügt, deren Berührungsstellen sich auf unterschiedlichen Temperaturen T_1 und T_2 befinden, entsteht ein Thermoelement bzw. Thermopaar, wenn an einer Berührungsstelle ein Voltmeter dazwischengeschaltet wird. Das Voltmeter zeigt dann die Thermospannung an, die direkt proportional zur Temperaturdifferenz zwischen den Berührungsstellen ist. Als Proportionalitätsfaktor tritt die Differenz der Seebeck-Koeffizienten der beiden Metalle auf, die der Empfindlichkeit des Thermopaars entspricht.

6. Reinigung, Entsorgung

- Zum Reinigen ein weiches, feuchtes Tuch benutzen.
- Thermopaare nach Messung im Wasser mit einem weichen Tuch abtrocknen.
- Die Verpackung ist bei den örtlichen Recyclingstellen zu entsorgen.
- Sofern die Thermopaare selbst entsorgt werden sollen, so gehören diese nicht in den normalen Hausmüll. Es sind die lokalen Vorschriften einzuhalten.



7. Beispielexperiment

Bestimmung der Empfindlichkeiten der Thermopaare

Benötigte Geräte:

1 Satz 3 Thermopaare	1017904
1 Stabthermometer $-10^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$, Skalenteilung 1°C	1002879
1 Thermometerclip	1003528
1 Becherglas 500 ml hohe Form	1025692
1 Magnetrührer und Heizung @230 V	1002807
oder	
1 Magnetrührer und Heizung @115 V	1002806
1 Messverstärker U @230 V	1020742
oder	
1 Messverstärker U @115 V	1020744
1 Digital-Multimeter P3340	1002785
1 Sicherheitsexperimentierkabel, 75cm, rot, blau, (2 Stk.)	1017718

- Experiment gemäß Fig. 1 aufbauen.
- Eines der drei Thermopaare mit Hilfe der Sicherheitsstecker an die Eingänge des Messverstärkers anschließen. Die Eingangsbuchsen des Messverstärkers entsprechen der Referenzstelle, die sich auf der Temperatur T_1 befindet.
- Verstärkungsfaktor 10^3 und Zeitkonstante 0 s einstellen.
- Becherglas einige Zentimeter hoch mit Wasser füllen, Thermometer und Thermopaar eintauchen und Heizung anstellen.
- Thermospannung in Abhängigkeit von der Temperatur T_2 z.B. in Schritten von 5°C bis 80°C aufnehmen.
- Experiment mit den anderen beiden Thermopaaren wiederholen.
- Die gemessenen Werte für die drei Thermopaare in ein Diagramm eintragen und jeweils eine Ausgleichsgerade anpassen (Fig. 2).
- Die Empfindlichkeiten der Thermopaare ergeben sich aus den Geradensteigungen. Sie entsprechen jeweils der Differenz der Seebeck-Koeffizienten der beiden Metalle, aus denen das Thermopaar besteht.

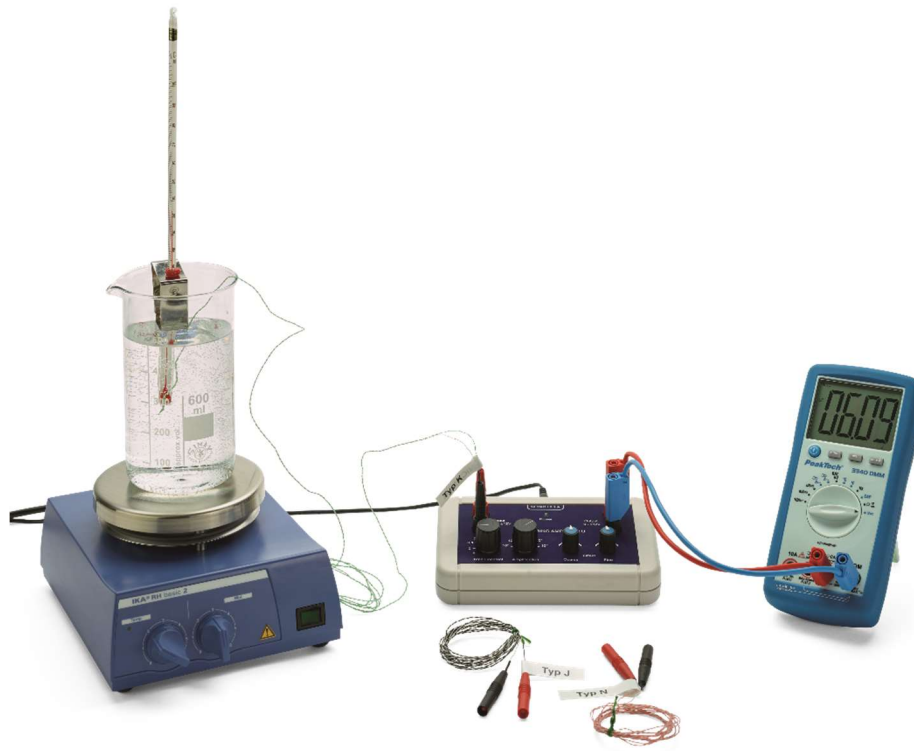


Fig. 1: Experimenteller Aufbau

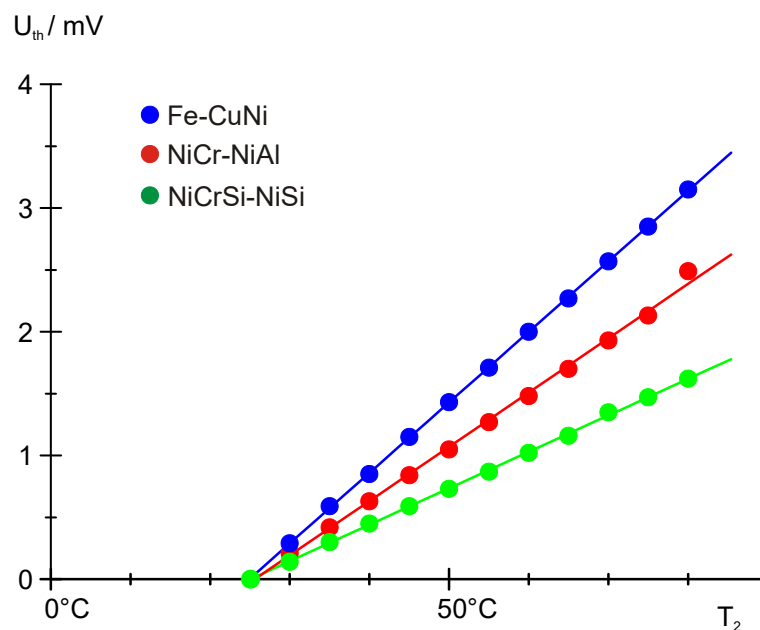
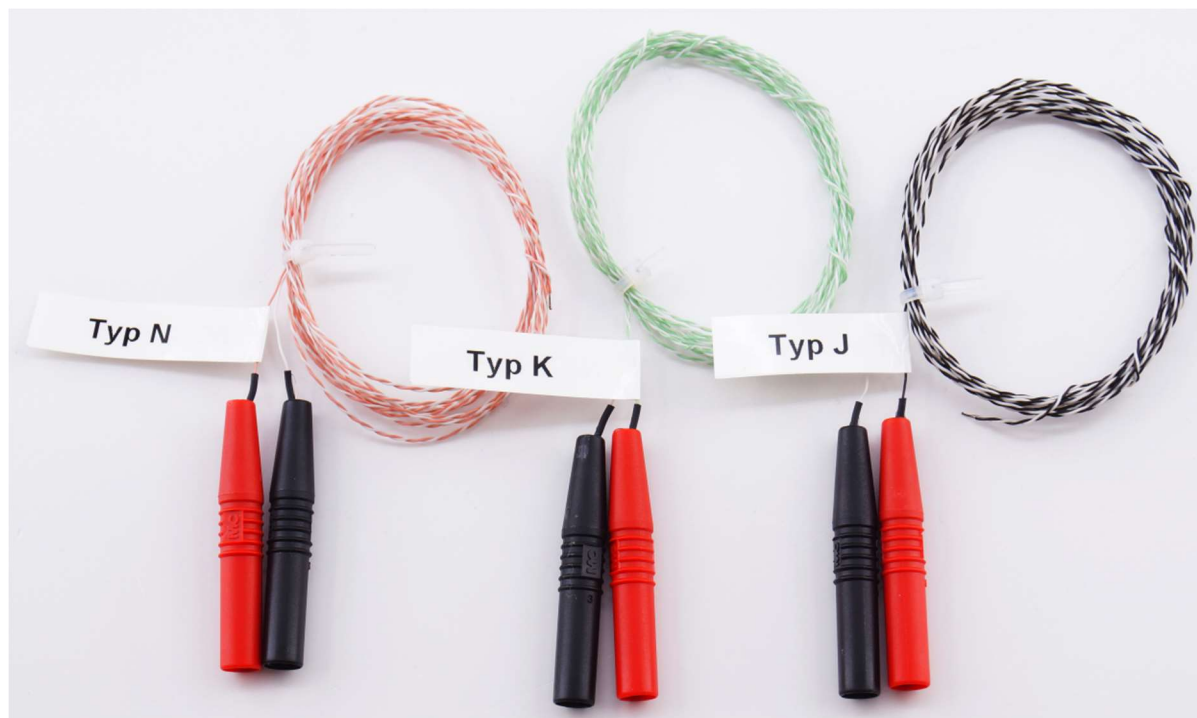


Fig. 2: Thermospannungen in Abhängigkeit von der Temperatur für Thermopaare vom Typ N (grün), K (rot) und J (blau). Die Messkurven schneiden die T_2 -Achse des Diagramms bei der Temperatur $T_1 = 23^\circ\text{C}$ der Referenzstelle (Eingangsbuchsen des Messverstärkers)

Set of 3 Thermocouples 1017904

Instruction manual

01/25 SD/UD



1. Safety instructions



All three thermocouples are exclusively to be used with the measurement amplifier U 1020742 (230 V) or 1020744 (115 V) or another such suitable device.

- Do not apply any external voltage to the 4mm safety plugs.

3. Additionally required equipment

1 Measurement Amplifier U @230 V	1020742
or	
1 Measurement Amplifier U @115 V	1020744
1 Digital-Multimeter P3340	1002785
1 Safety Experiment Leads, 75cm, red, blue, (2 pcs)	1017718

2. Contents

- 1 Thermocouple type N, NiCrSi–NiSi (red-white)
- 1 Thermocouple type K, NiCr–NiAl (green-white)
- 1 Thermocouple type J, Fe–CuNi (black-white)

4. Technical data

Length of wires:	2 m
Operating temperature:	-75°C to +250°C
Connectors:	1 pair of 4-mm safety plugs

Sensitivity of thermocouples:

Type N, NiCrSi–NiSi:	30 $\mu\text{V} / \text{K}$
Type K, NiCr–NiAl:	42 $\mu\text{V} / \text{K}$
Type J, Fe–CuNi:	54 $\mu\text{V} / \text{K}$

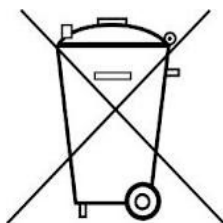
5. Description

All three thermocouples consist of two different insulated metal wires, which are connected together at one end, while the other ends may be connected via safety plugs. The metal wires of the type-N thermocouple (NiCrSi–NiSi) are colour-coded with red and white insulation, those of the type-K thermocouple (NiCr–NiAl) are green and white and those of the type-J thermocouple (Fe–CuNi) are black and white.

In a metal wire, the ends of which are at different temperatures, the differing propagation speeds of electrons at the warm and the cold end result in thermal diffusion taking place. The current resulting from this diffusion causes the cooler end to become negatively charged with respect to the warmer end. A thermal diffusion voltage arises between the two ends, which is proportional to the difference in temperature between the two ends, with the Seebeck coefficient being the constant of proportionality. If wires of two different metals are connected at the ends, with these ends being at different temperatures T_1 and T_2 , and a voltmeter is connected between the wires at one of the points of contact, the apparatus which results is called a thermocouple. The voltmeter then displays a thermal voltage which is directly proportional to the temperature difference between the points of contact. The constant of proportionality in this case is the difference between the Seebeck coefficients of the two metals. This corresponds to the sensitivity of the thermocouple.

6. Cleaning, disposal

- In order to clean the equipment, use a soft, damp cloth.
- After taking measurements in water, dry off the thermocouples with a soft cloth.
- The packaging should be disposed at local recycling centres.
- If the thermocouples themselves are to be disposed of, they must not be included with normal household waste. Local regulations are to be obeyed.



7. Sample experiment

Determining the sensitivity of the thermocouples

Required equipment:

1 Set of 3 Thermocouples	1017904
1 Tube Thermometer, Graduated -10 – 110°C	1002879
1 Thermometer clip	1003528
1 Beaker 500 ml tall form	1025692
1 Magnetic Stirrer with Heater @230 V	1002807
oder	
1 Magnetic Stirrer with Heater @115 V	1002806
1 Measurement Amplifier U @230 V	1020742
oder	
1 Measurement Amplifier U @115 V	1020744
1 Digital-Multimeter P3340	1002785
1 Safety Experiment Leads, 75cm, red, blue, (2 pcs)	1017718

- Set up the experiment as in Fig. 1.
- Connect one of the three thermocouples to the inputs of the measurement amplifier via the safety plugs. The input sockets of the measurement amplifier represent the reference point which is at temperature T_1 .
- Set a gain factor (amplification) of 10^3 and a time constant of 0 s.
- Fill the glass beaker with a few centimetres of water and dip the thermocouple pair into it before turning on the heating.
- Record the thermocouple voltage as a function of temperature T_2 , e.g. in steps of 5°C up to 80°C.
- Repeat the experiment with the other two thermocouples.
- Plot the measurements for all three thermocouples on a single graph and fit a straight line to each set of measurements (Fig. 2).
- The sensitivity of the thermocouple pairs is given by the gradient of the line in each case. They each correspond to the difference between the Seebeck coefficients of the two metals from which the thermocouples are made.

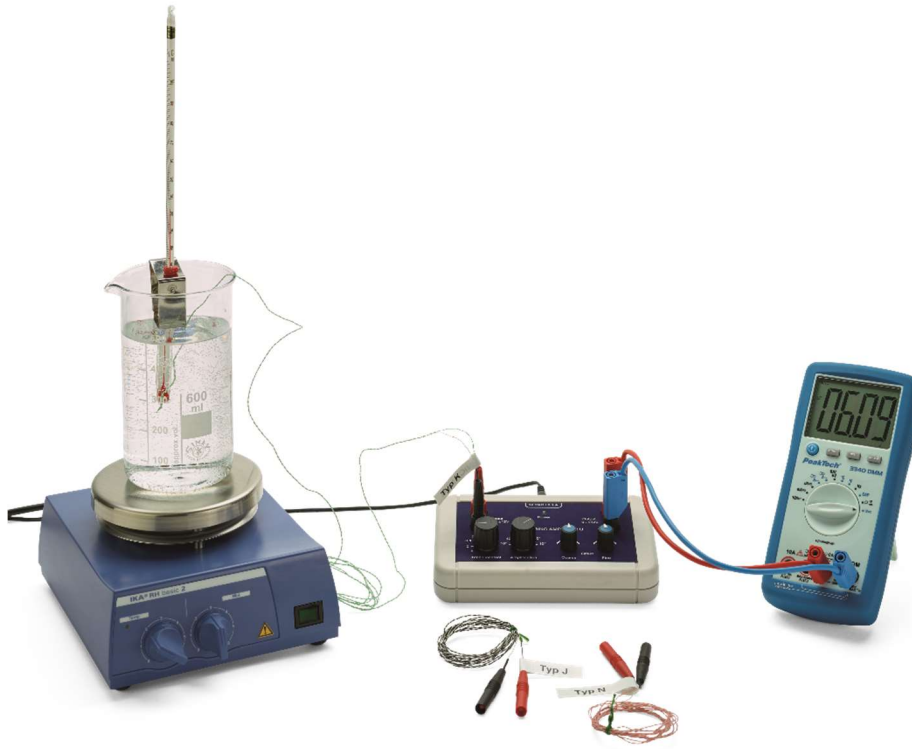


Fig. 1: Experiment set-up

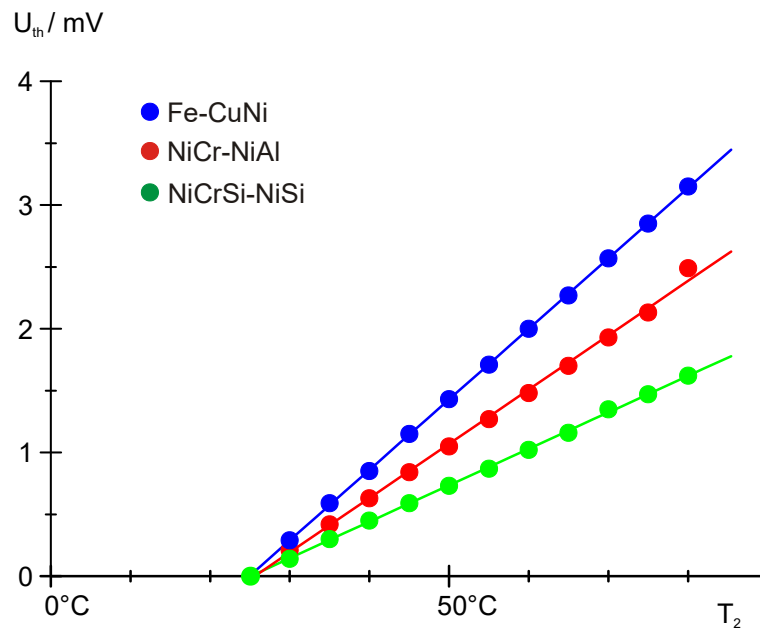
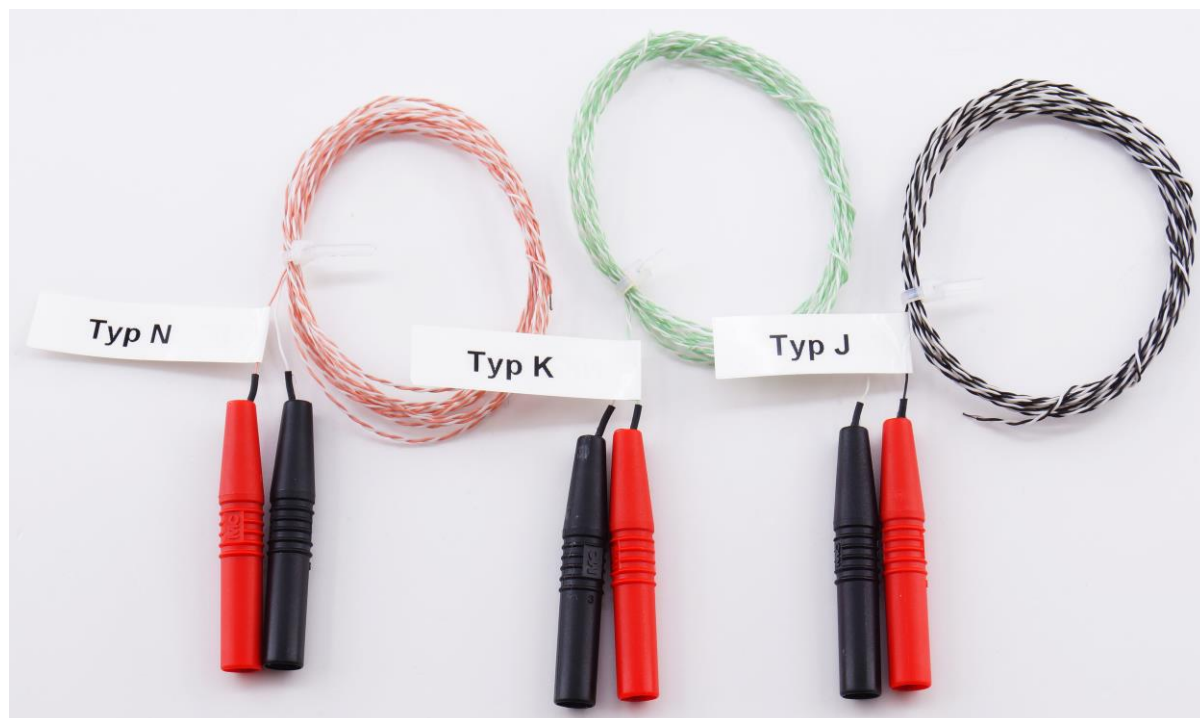


Fig. 2: Thermocouple voltages as a function of temperature for thermocouples of type N (green), K (red) and J (blue). The curves intersect with the T_2 axis of the graph at temperature $T_1 = 23^\circ\text{C}$, the reference point (input sockets of measurement amplifier)

Juego de 3 termoelementos 1017904

Instrucciones de uso

01/25 SD/UD



1. Advertencias de seguridad



Los tres termoelementos están previstos para ser usados exclusivamente con el amplificador de medida U 1020742 (230 V) resp. 1020744 (115 V) o con otro aparato de medida apropiado.

- No se debe conectar ninguna tensión en las clavijas de seguridad de 4-mm.

2. Volumen de suministro

- 1 Termoelemento Tipo N, NiCrSi–NiSi (rojo-blanco)
- 1 Termoelemento Tipo K, NiCr–NiAl (verde-blanco)
- 1 Termoelemento Tipo J, Fe–CuNi (negro-blanco)

3. Aparatos requeridos adicionalmente

- 1 Amplificador de medida U @230 V 1020742 o
- 1 Amplificador de medida U @115 V 1020744
- 1 Multímetro digital P3340 1002785
- 1 Cables experimental de seguridad, 75 cm, azul, rojo, (2 uds.) 1017718

4. Datos técnicos

- Longitud de los cables: 2 m
- Temperatura de trabajo: de -75°C hasta +250°C
- Conectores: 1 par de clavijas de seguridad de 4-mm
- Sensibilidades de los termoelementos:
 - Tipo N, NiCrSi–NiSi: 30 $\mu\text{V} / \text{K}$
 - Tipo K, NiCr–NiAl: 42 $\mu\text{V} / \text{K}$
 - Tipo J, Fe–CuNi: 54 $\mu\text{V} / \text{K}$

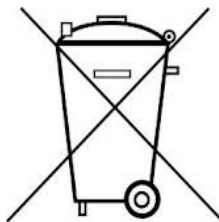
5. Descripción

Cada uno de los tres termoelementos se componen de dos alambres metálicos diferentes aislados, los cuales están en contacto entre sí en un extremo y en el otro extremo están dotados de clavijas de seguridad como puntos de contacto. Los alambres metálicos del termoelemento de tipo N (NiCrSi–NiSi) están aislado en rojo-blanco, los del termoelemento tipo K (NiCr–NiAl) en verde-blanco y los del termoelemento tipo J (Fe–CuNi) en negro-blanco.

En un alambre metálico cuyos extremos se encuentran a temperaturas diferentes tiene lugar una difusión térmica debido a los diferentes movimientos térmicos rápidos de los electrones en el extremo caliente y el extremo frío. Por la corriente de difusión el extremo frío se carga negativamente con respecto al extremo caliente. Entre los dos extremos se genera una tensión eléctrica de difusión térmica la cual es proporcional a la diferencia de temperaturas entre los dos extremos del alambre, teniendo al coeficiente de Seebeck como constante de proporcionalidad. Si dos alambres metálicos diferentes se unen, cuyos puntos de contacto se encuentran a las temperaturas diferentes T_1 y T_2 , se origina un termoelemento resp. un termopar, cuando en uno de los puntos de contacto se intercala un voltímetro. El voltímetro muestra entonces la tensión termoeléctrica, la cual es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre los puntos de contacto. Como factor de proporcionalidad se tiene la diferencia entre los coeficientes de Seebeck de los dos metales, la cual corresponde a la sensibilidad del termoelemento.

6. Limpieza, desecho

- Para la limpieza se utiliza un trapo suave humedecido.
- Después de una inmersión en agua los termoelementos se secan con un trapo suave.
- Los embalajes se desechan en los puntos de reciclaje locales.
- En caso de que se deban desechar los termoelementos, éstos no deben formar parte de la basura doméstica. Se siguen las condiciones de reciclaje locales.



7. Experimento ejemplar

Determinación de la sensibilidad de los termopares

Aparato requeridos:

1 Juego de 3 termoelementos	1017904
1 Termómetro de barra, graduado -10° – 110°C	1002879
1 Pinza de termómetro	1003528
1 Vaso de precipitados de forma elevada 500 ml	1025692
1 Agitador magnético con calefacción @230 V	1002807
o	
1 Agitador magnético con calefacción @115 V	1002806
1 Amplificador de medida U @230 V	1020742
o	
1 Amplificador de medida U @115 V	1020744
1 Multímetro digital P3340	1002785
1 Cables experimental de seguridad, 75 cm, azul, rojo, (2 uds.)	1017718

- Se monta el experimento de acuerdo con la Fig. 1.
- Se toma uno de los termoelementos y se conecta a las entradas del amplificador de medida por medio de las clavijas de seguridad. Los casquillos de entrada del amplificador de medida corresponden al punto de referencia, el cual se encuentra a la temperatura T_1 .
- Se ajusta el factor de ganancia (amplificación) 10^3 y la constante de tiempo 0 s.
- Se llena el vaso de precipitados con unos centímetros de altura de agua, se sumergen el termómetro y el termoelemento en el agua, se conecta la calefacción.
- Se registra la tensión termoeléctrica en dependencia con la temperatura T_2 ; por ejemplo en pasos de 5°C hasta 80°C .
- Se repite el experimento con los otros dos termoelementos.
- Los valores medidos con cada uno de los tres termoelementos se llevan a un diagrama y para cada uno se ajusta una recta de compensación (Fig. 2).
- Las sensibilidades de los termoelementos se obtienen de las pendientes de las rectas. Cada una de éstas corresponde a la diferencia de los coeficientes de Seebeck de los metales que forman el termoelemento.



Fig. 1: Montaje experimental

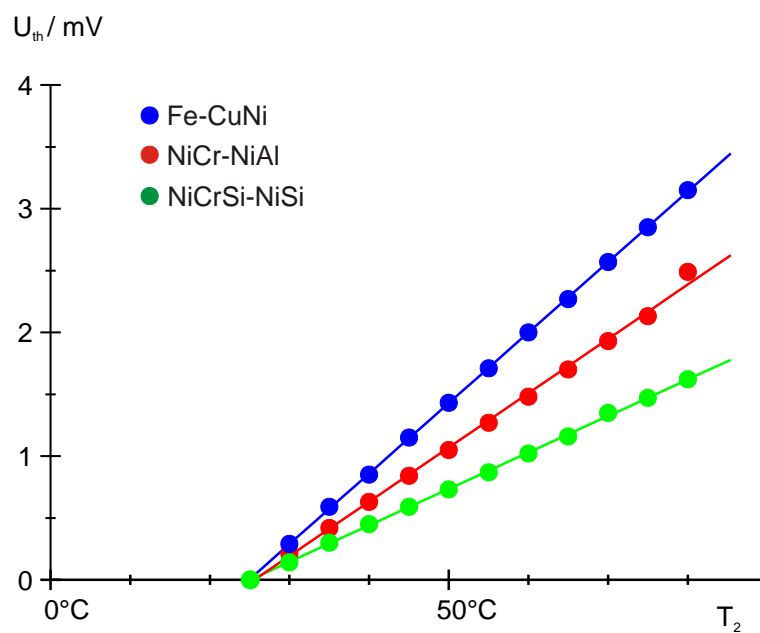
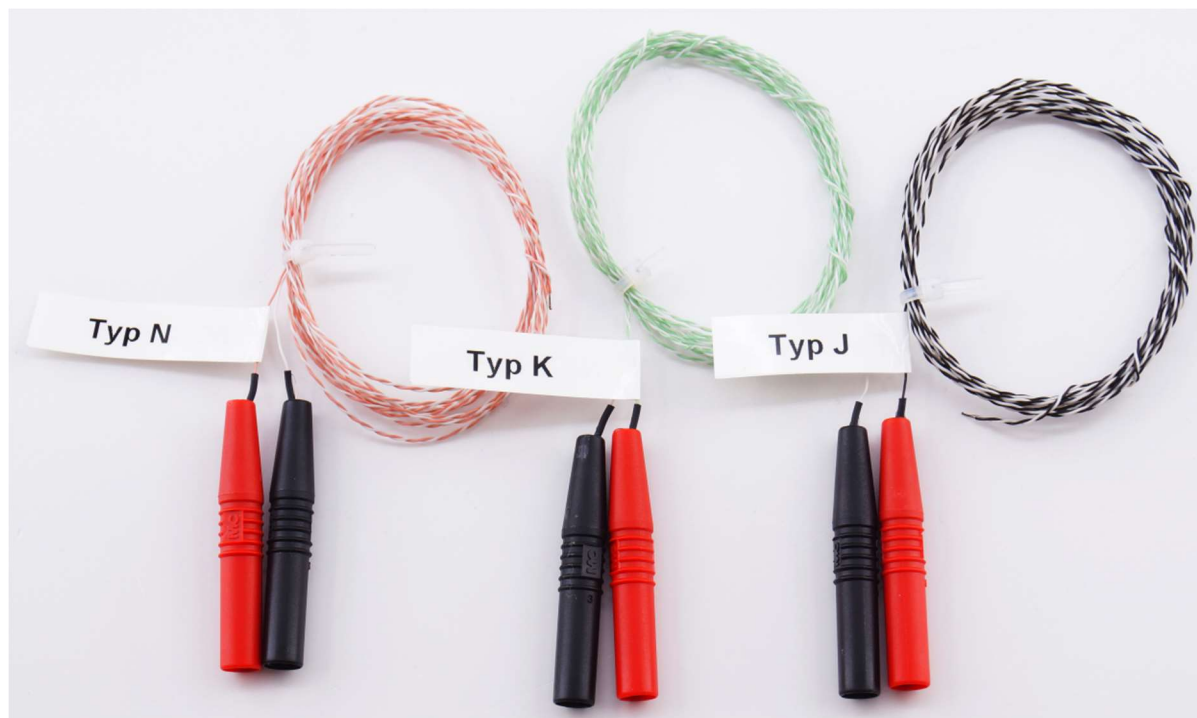


Fig. 2: Tensiones termoeléctricas en dependencia con la temperatura para termoelementos de, tipo N (verde), tipo K (rojo) y tipo J (azul). Las curvas de medida cortan el eje T_2 en la temperatura $T_1 = 23^\circ\text{C}$, la temperatura de referencia (casquillos de entrada del amplificador de medida)

Jeu de 3 thermocouples 1017904

Instructions d'utilisation

01/25 SD/UD



1. Consignes de sécurité



Les trois thermocouples sont prévus exclusivement pour être utilisés avec l'amplificateur de mesure U 1020742 (230 V) ou 1020744 (115 V) ou un autre instrument de mesure approprié.

- N'appliquez pas de tension externe aux fiches de sécurité 4-mm.

2. Matériel fourni

- 1 Thermocouple type N, NiCrSi–NiSi (rouge-blanc)
- 1 Thermocouple type K, NiCr–NiAl (vert-blanc)
- 1 Thermocouple type J, Fe–CuNi (noir-blanc)

3. Complément nécessaire

- 1 Amplificateur de mesure U @230 V 1020742 ou
- 1 Amplificateur de mesure U @115 V 1020744
- 1 Multimètre numérique P3340 1002785
- 1 Câbles d'Expérimentation de Sécurité, 75cm, bleu, rouge, (2 pcs) 1017718

4. Caractéristiques techniques

Longueur de ligne : 2 m
 Température de service : -75°C à +250°C
 Connexion : 1 paire de fiches de sécurité 4-mm

Sensibilités des thermocouples :

Type N, NiCrSi–NiSi : 30 μ V / K
 Type K, NiCr–NiAl : 42 μ V / K
 Type J, Fe–CuNi : 54 μ V / K

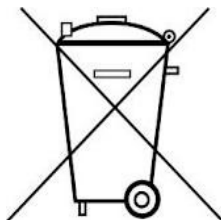
5. Description

Chacun des trois thermocouples est constitué de deux fils métalliques différents et isolés qui, à une extrémité, présentent des contacts et, à l'autre extrémité, des fiches de sécurité servant de connexions. Les fils métalliques du thermocouple de type N (NiCrSi–NiSi) ont une isolation rouge et blanche, ceux du thermocouple du type K (NiCr–NiAl) verte et blanche et ceux du thermocouple du type J (Fe–CuNi) noire et blanche.

Dans un fil métallique dont les extrémités présentent différentes températures, les différents mouvements thermiques rapides des électrons aux extrémités chaude et froide entraînent une thermodiffusion. Par le courant de diffusion, l'extrémité froide se charge négativement par rapport à l'extrémité chaude. Une tension de thermodiffusion, proportionnelle à la différence de température entre les extrémités de fil, se forme entre les deux extrémités, avec le coefficient de Seebeck comme constante de proportionnalité. Lorsqu'on assemble deux fils métalliques différents dont les points de contact se situent à différentes températures T_1 et T_2 , on obtient un couple thermoélectrique ou thermocouple, si un voltmètre est inséré à l'un des points de contact. Le voltmètre indique alors la tension thermoélectrique, qui est directement proportionnelle à la différence de température entre les points de contact. La différence des coefficients de Seebeck des deux métaux est le facteur de proportionnalité, qui correspond à la sensibilité du thermocouple.

6. Nettoyage, élimination

- Pour le nettoyage, utilisez un chiffon doux et humide.
- Après la mesure dans l'eau, séchez les thermocouples avec un chiffon sec.
- L'emballage doit être déposé aux centres de recyclage locaux.
- Si les thermocouples doivent être éliminés, ne les jetez pas avec les ordures ménagères. Respectez les prescriptions locales.



7. Exemple d'expérience

Détermination des sensibilités des thermocouples

Appareils requis :

1 Jeu de 3 thermocouples	1017904
1 Thermomètre gradué tige -10°– 110°C	1002879
1 Clip de fixation thermomètre	1003528
1 Bécher forme haute 500 ml	1025692
1 Agitateur magnétique chauffant @230 V	1002807
ou	
1 Agitateur magnétique chauffant @115 V	1002806
1 Amplificateur de mesure U @230 V	1020742
ou	
1 Amplificateur de mesure U @115 V	1020744
1 Multimètre numérique P3340	1002785
1 Câbles d'Expérimentation de Sécurité, 75cm, bleu, rouge, (2 pcs)	1017718

- Montez l'expérience comme le montre la fig. 1.
- À l'aide des fiches de sécurité, branchez l'un des thermocouples aux entrées d'amplificateur de mesure. Les prises d'entrée d'amplificateur de mesure correspondent au point de référence qui se situe sur la température T_1 .
- Réglez le gain (amplification) 10^3 et la constante de temps 0 s.
- Remplissez le becher de quelques centimètres d'eau, plongez-y le thermomètre et le thermocouple et allumez le chauffage.
- Enregistrez la tension thermique en fonction de la température T_2 par ex. en pas de 5 °C à 80 °C.
- Répétez l'expérience avec les deux autres thermocouples.
- Notez dans un diagramme les valeurs mesurées pour les trois thermocouples et adaptez-les à une ligne droite (fig. 2).
- Les sensibilités des thermocouples résultent des pentes de la droite. Elles correspondent à la différence des coefficients de Seebeck des deux métaux dont est constitué le thermocouple.

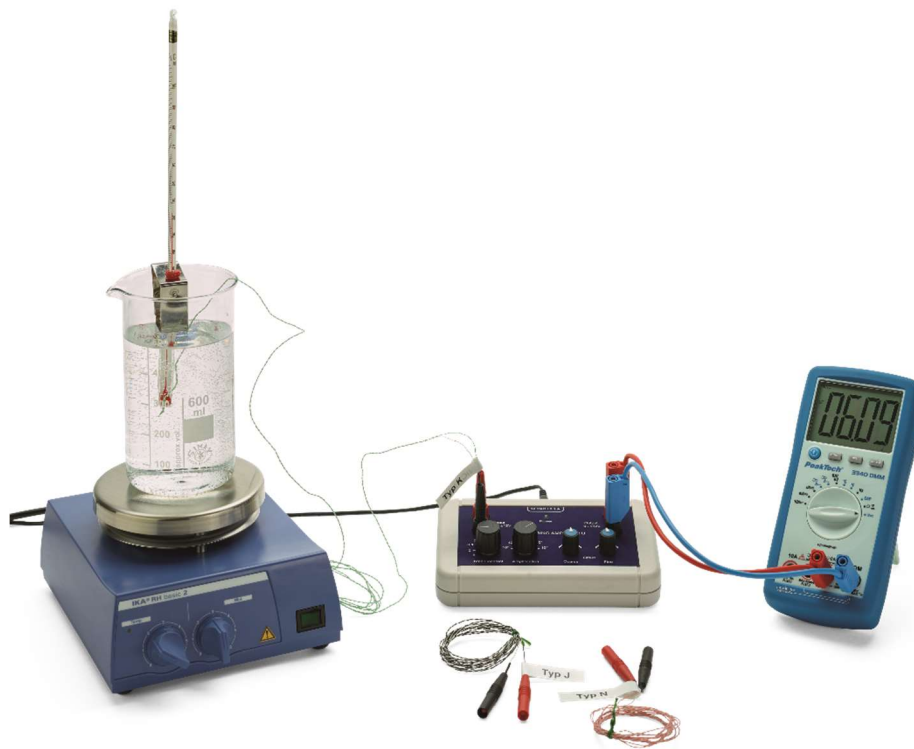


Fig. 1 : Montage expérimental

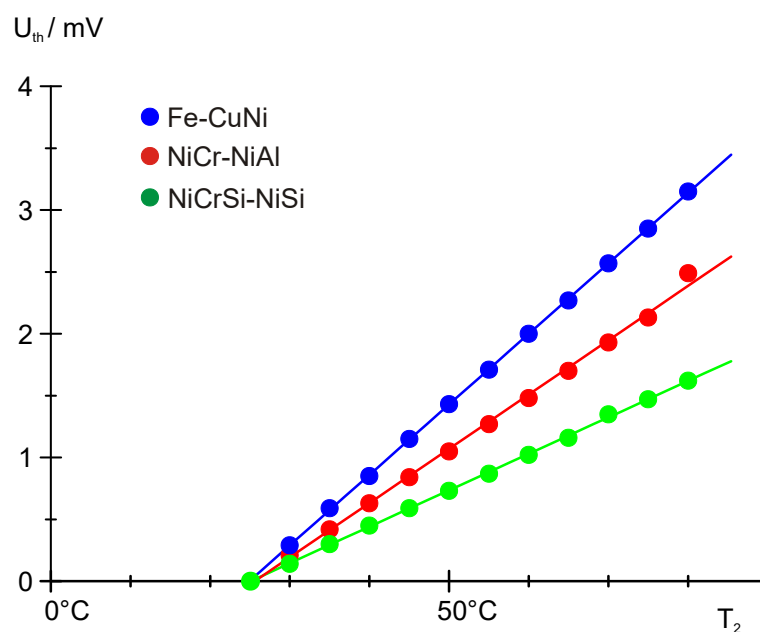
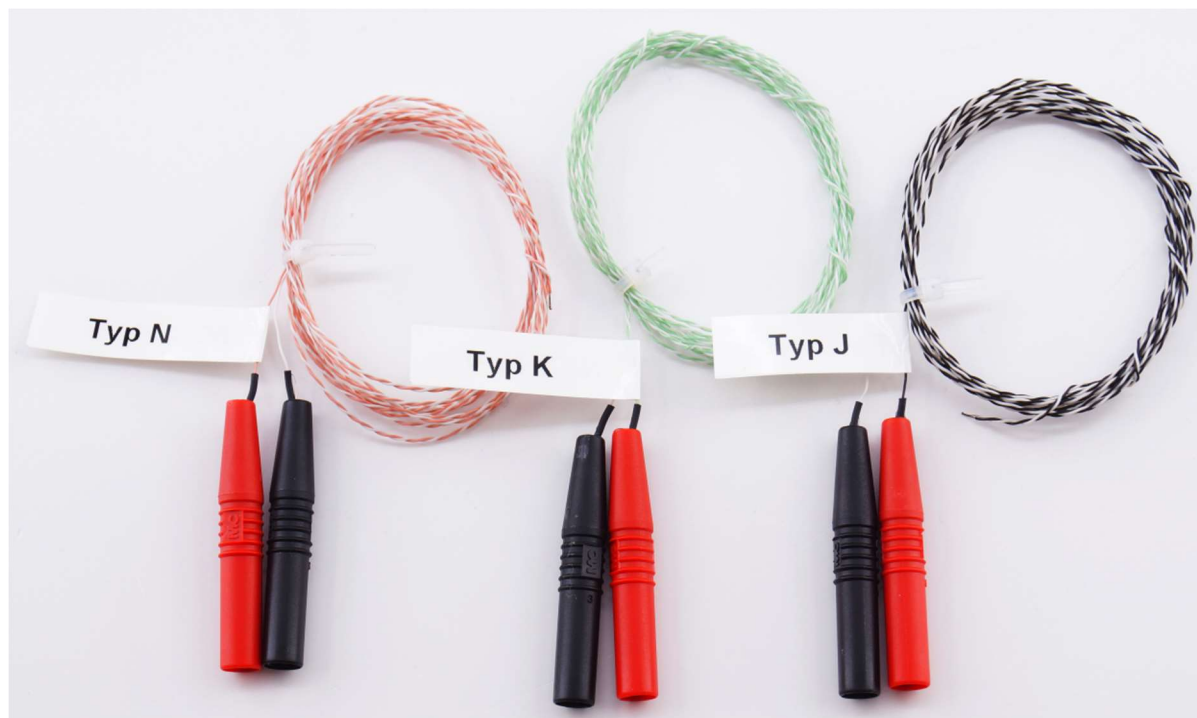


Fig. 2 : Tensions thermiques en fonction de la température pour les thermocouples du type N (vert), K (rouge) et J (bleu). Les courbes de mesure coupent l'axe T_2 du diagramme à la température $T_1 = 23^\circ\text{C}$ du point de référence (prises d'entrée d'amplificateur de mesure)

Set di 3 termoelementi 1017904

Istruzioni per l'uso

01/25 SD/UD



1. Norme di sicurezza



Tutte e tre le termocoppie sono concepite esclusivamente per l'impiego con l'amplificatore di misura U 1020742 (230 V) e 1020744 (115 V) o con altro apparecchio di misura idoneo.

- Non applicare alcuna tensione esterna alle spine di sicurezza da 4-mm.

3. Altri apparecchi necessari

- | | |
|---|---------|
| 1 Amplificatore di misura U @230 V | 1020742 |
| oppure | |
| 1 Amplificatore di misura U @115 V | 1020744 |
| 1 Multimetro digitale P3340 | 1002785 |
| 1 Cavi di Sicurezza per Esperimenti, 75 cm, blu, rosso, (2 pz.) | 1017718 |

2. Fornitura

- 1 Termocoppia tipo N, NiCrSi-NiSi (rosso-bianco)
- 1 Termocoppia tipo K, NiCr-NiAl (verde-bianco)
- 1 Termocoppia tipo J, Fe-CuNi (nero-bianco)

4. Dati tecnici

Lunghezza cavo: 2 m
 Temperatura d'esercizio: da -75°C a +250°C
 Collegamento: 1 coppia di spine di sicurezza da 4-mm

Sensibilità delle termocoppie:

Tipo N, NiCrSi-NiSi:	30 μ V / K
Tipo K, NiCr-NiAl:	42 μ V / K
Tipo J, Fe-CuNi:	54 μ V / K

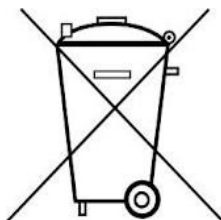
5. Descrizione

Tutte e tre le termocoppie sono formate rispettivamente da due diversi fili di metallo isolati, muniti di contatto presso un'estremità e di spine di sicurezza come collegamenti presso l'altra. I fili di metallo della termocoppia del tipo N (NiCrSi-NiSi) sono di color rosso-bianco, quelli della termocoppia del tipo K (NiCr-NiAl) di color verde-bianco e quelli della termocoppia del tipo J (Fe-CuNi) di color nero-bianco. Essi sono inoltre isolati.

In un filo in metallo, i cui capi sono mantenuti a temperature differenti, a causa delle diverse velocità di movimento termico degli elettroni si verifica una termodiffusione sull'estremità calda e sull'estremità fredda. Per effetto della corrente di diffusione, l'estremità fredda si carica negativamente rispetto all'estremità calda. Tra le due estremità si genera una tensione termoelettrica, proporzionale alla differenza di temperatura tra i capi del filo, in cui il coefficiente di Seebeck rappresenta la costante di proporzionalità. Unendo due fili di metallo, le cui zone di giunzione sono poste a differenti temperature T_1 e T_2 , e applicando un voltmetro sulla giunzione, si viene a formare un termoelemento (o termocoppia). Il voltmetro mostra quindi la tensione termica che è direttamente proporzionale alla differenza di temperatura tra i punti di giunzione. Come fattore di proporzionalità si ha la differenza tra i coefficienti di Seebeck dei due metalli, corrispondente alla sensibilità della termocoppia.

6. Pulizia, smaltimento

- Per la pulizia utilizzare un panno morbido e umido.
- Dopo la misurazione nell'acqua, asciugare le termocoppie con un panno morbido.
- Smaltire l'imballo presso i centri di raccolta e riciclaggio locali.
- Non gettare le termocoppie nei rifiuti domestici. Rispettare le disposizioni vigenti a livello locale.



7. Esperimento di esempio

Determinazione della sensibilità delle termocoppie

Apparecchi necessari:

1 Set di 3 termoelementi	1017904
1 Termometro ad asta, graduato -10° – 110°C	1002879
1 Clip per termometro	1003528
1 Becher forma alta 500 ml	1025692
1 Agitatore magnetico con riscaldamento @230 V	1002807
oppure	
1 Agitatore magnetico con riscaldamento @115 V	1002806
1 Amplificatore di misura U @230 V	1020742
oppure	
1 Amplificatore di misura U @115 V	1020744
1 Multimetro digitale P3340	1002785
1 Cavi di Sicurezza per Esperimenti, 75 cm, blu, rosso, (2 pz.)	1017718

- Eseguire la disposizione sperimentale secondo Fig. 1.
- Collegare una delle tre termocoppie agli ingressi dell'amplificatore di misura per mezzo delle spine di sicurezza. I jack di ingresso dell'amplificatore di misura corrispondono al punto di riferimento, che si trova alla temperatura T_1 .
- Impostare l'amplificazione 10^3 e la costante temporale 0 s.
- Versare alcuni centimetri di acqua nel becher, immergervi termometro e termocoppia e accendere il riscaldamento.
- Rilevare la tensione termica in funzione della temperatura T_2 ad es. in passi da 5°C fino a 80°C .
- Ripetere l'esperimento con le altre due termocoppie.
- Registrare i valori misurati per le tre termocoppie in un diagramma e tracciare di volta in volta una retta del risultato (Fig. 2).
- La sensibilità delle termocoppie si ricava dalla pendenza delle rette. Essa corrisponde alla differenza tra i coefficienti di Seebeck dei due metalli da cui è formata la termocoppia.

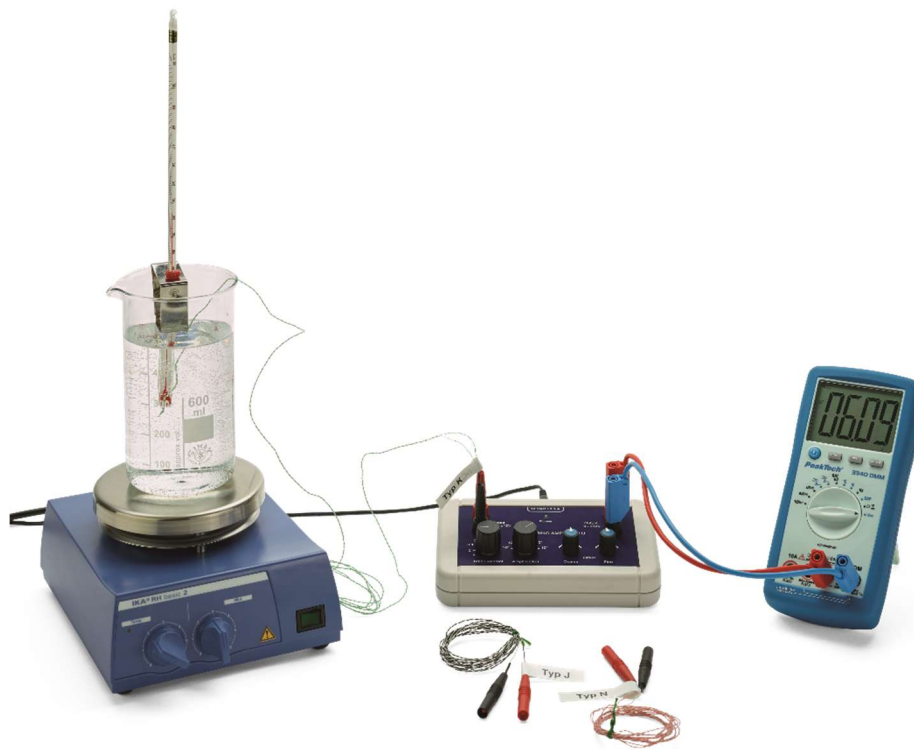


Fig. 1: Struttura sperimentale

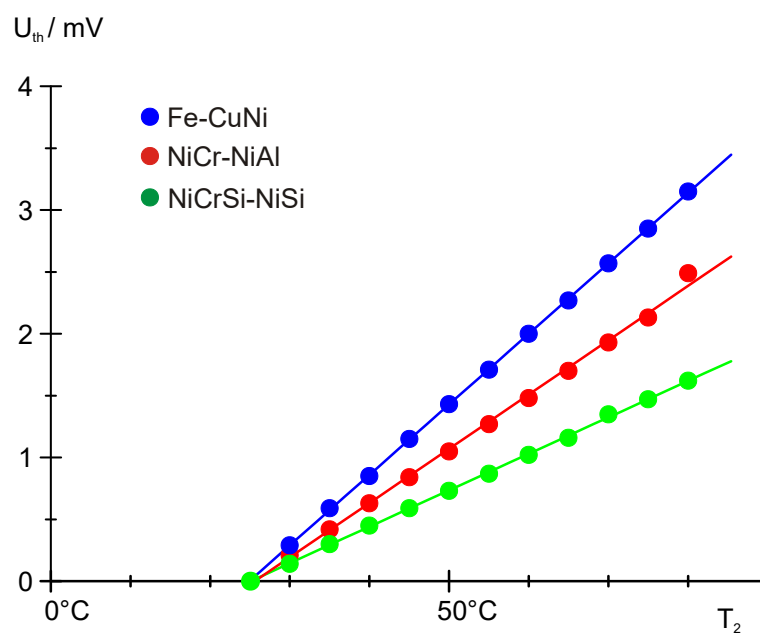
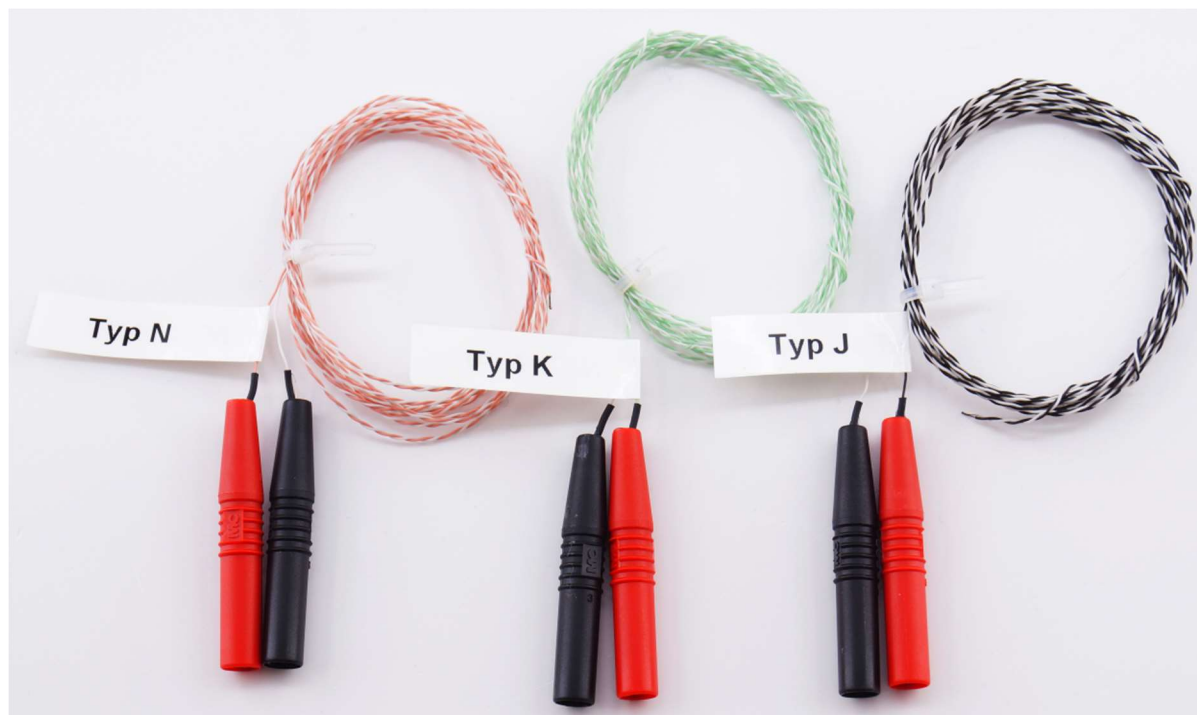


Fig. 2: Tensione termica in funzione della temperatura per termocoppie del tipo N (verde), K (rosso) e J (blu). Le curve di misurazione intersecano l'asse T_2 del diagramma in corrispondenza della temperatura di riferimento $T_1 = 23^\circ\text{C}$ (jack di ingresso dell'amplificatore di misura)

Conjunto de 3 termoelementos 1017904

Instruções de uso

01/25 SD/UD



1. Instruções de segurança



Todos os três termopares são projetados para uso exclusivo com o amplificador de medição U 1020742 (230 V) ou 1020744 (115 V) ou com outro medidor adequado.

- Não aplicar qualquer tensão de procedência alheia nos conectores de segurança de 4 mm.

2. Conteúdo do fornecimento

- 1 Termopar tipo N, NiCrSi-NiSi (vermelho-branco)
- 1 Termopar tipo K, NiCr-NiAl (verde-branco)
- 1 Termopar tipo J, Fe-CuNi (preto-branco)

3. Aparelhos adicionalmente necessários

- 1 Amplificador de medição U @230 V 1020742 ou
- 1 Amplificador de medição U @115 V 1020744
- 1 Multímetro digital 1002785
- 1 Cabos de experimento de segurança, 1017718 75 cm, vermelho, azul, (2 unid.)

4. Dados técnicos

Comprimento da fiação: 2 m
 Temperatura de operação: -75°C até +250 °C
 Conexão: 1 par de conectores de segurança de 4-mm

Sensibilidades dos termopares:

Tipo N, NiCrSi-NiSi: 30 μ V / K
 Tipo K, NiCr-NiAl: 42 μ V / K
 Tipo J, Fe-CuNi: 54 μ V / K

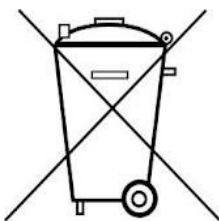
5. Descrição

Todos os três termopares são respectivamente constituídos de dois fios metálicos diferentes e isolados, contatados um ao outro em uma extremidade e, na outra, possuindo conectores de segurança. Os fios metálicos do termopar do tipo N (NiCrSi-NiSi) têm isolamento vermelho-branco, os do termopar do tipo K (NiCr-NiAl), verde-branco, e os do termopar do tipo J (Fe-CuNi), preto-branco.

Em um arame metálico, cujas extremidades se encontram em temperaturas diferentes, ocorre, por conta do movimento térmico de velocidades diferentes dos elétrons na extremidade quente e na fria, uma difusão térmica. Através da corrente de difusão, a extremidade fria adquire carga negativa perante a extremidade quente. Entre as duas extremidades, surge uma tensão de difusão térmica, proporcional à diferença de temperatura entre as extremidades do arame, com o coeficiente de Seebeck como constante de proporcionalidade. Quando se une dois arames metálicos diferentes, cujos pontos de contato se encontram em temperaturas diferentes T_1 e T_2 , constitui-se um termoelemento, ou seja, um termopar, quando em um dos pontos de contato é introduzido um voltímetro. O voltímetro, então, mostrará a tensão térmica, que é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre os pontos de contato. Como fator de proporcionalidade, surge a diferença dos coeficientes de Seebeck de ambos os metais, que corresponde à sensibilidade do termopar.

6. Limpeza, descarte

- Utilizar um pano macio e úmido para a limpeza.
- Secar os termopares com pano macio após medições na água.
- A embalagem deve ser destacada na estação local de reciclagem.
- Se os termopares tiverem que ser descartados pelo próprio proprietário/usuário, eles não podem ser descartados no lixo doméstico comum. Devem ser observadas regulações locais.



7. Exemplo de experiência

Determinação das sensibilidades dos termopares:

Aparelhos necessários:

1 Conjunto de 3 termoelementos	1017904
1 Termômetro de vara, escala -10 – 110°C	1002879
1 Clipe para termômetro	1003528
1 Copo forma alta 500 ml	1025692
1 Misturador magnético com aquecedor @230 V	1002807
ou	
1 Misturador magnético com aquecedor @115 V	1002806
1 Amplificador de medição U @230 V	1020742
ou	
1 Amplificador de medição U @115 V	1020744
1 Multímetro digital	1002785
1 Cabos de experimento de segurança, 75 cm, vermelho, azul, (2 unid.)	1017718

- Montar a experiência conforme Fig. 1.
- Conectar um dos três termopares com auxílio dos conectores de segurança nas entradas do amplificador de medição. As tomadas de entrada do amplificador de medição correspondem ao ponto de referência que se encontra na temperatura T_1 .
- Ajustar a ampliação 10^3 e a constante de tempo 0 s.
- Encher o copo com água até uma altura de alguns centímetros, mergulhar o termômetro e o termopar e ligar o aquecedor.
- Anotar a tensão térmica em dependência da temperatura T_2 , por exemplo, em etapas de 5°C até 80°C.
- Repetir a experiência com os outros dois termopares.
- Inserir os valores medidos para os três termopares em um diagrama e adequar respectivamente uma reta de ajuste (Fig. 2).
- As sensibilidades dos termopares resultam das inclinações das retas. Elas correspondem respectivamente à diferença dos coeficientes dos dois metais dos quais se constitui o termopar.

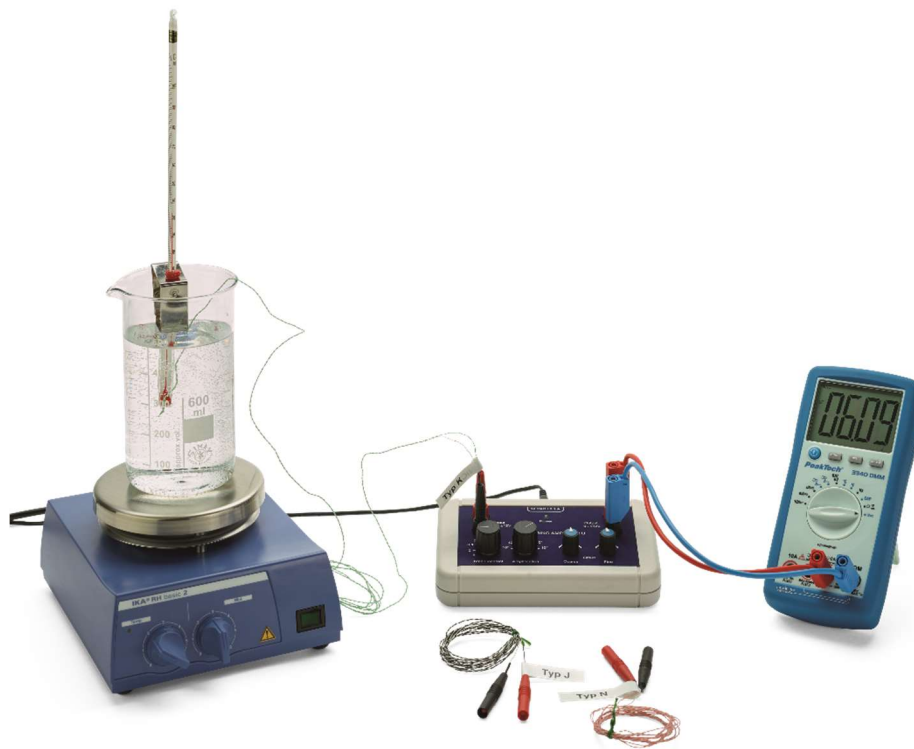


Fig. 1: Montagem da experiência

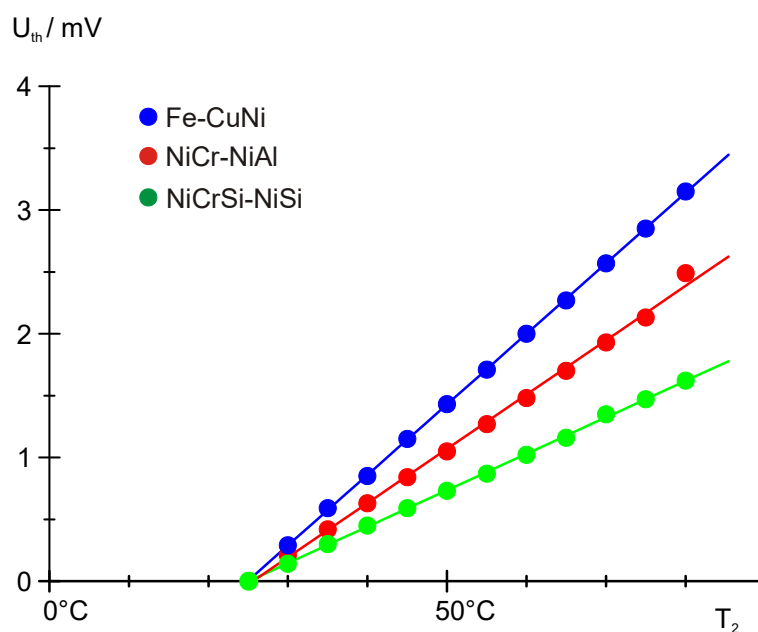


Fig. 2: Tensões térmicas em dependência da temperatura para termopares do tipo N (verde), K (vermelho) e J (azul). As curvas de medição interseccionam com o eixo T_2 do diagrama na temperatura $T_1 = 23\text{ °C}$ do ponto de referência (tomadas de entrada do amplificador de medição)