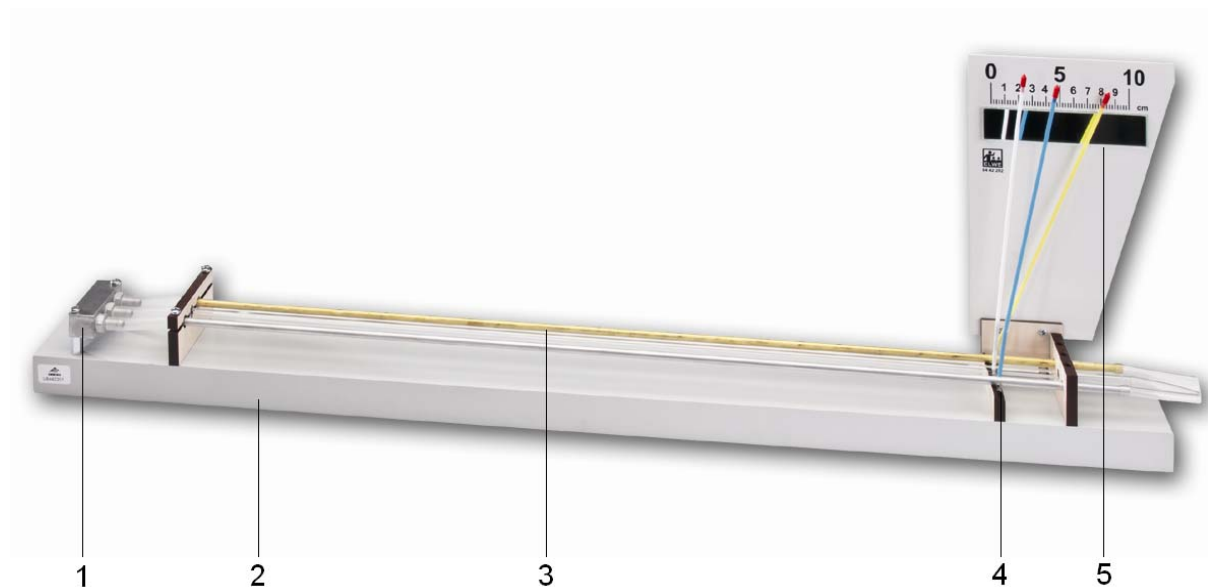


## Längenausdehnungsapparat mit 3 Zeigern 1000830

### Bedienungsanleitung

02/13SF



- 1 Dampfverteiler mit Silikonschlauch
- 2 Stativschiene
- 3 Proberohre

- 4 Rollachse mit Zeigern
- 5 Skala

#### 1. Sicherheitshinweise

Glasröhre ist zerbrechlich. Verletzungsgefahr!

- Gerät vorsichtig behandeln.
- Material speichert die Wärme. Verbrennungsgefahr!
- Röhren nach dem Experiment erst abkühlen lassen.

#### 2. Beschreibung

Das Längenausdehnungsgerät dient zur gleichzeitigen Messung und zum Vergleich der thermischen Längenausdehnungskoeffizienten röhrenförmiger Körper verschiedener Materialien.

Auf einer Aluminiumschiene sind drei Proberöhre in einem Dampfverteiler fest gelagert. Die freie Ende jedes Rohrs liegt beweglich auf einer Rollachse. Die Anzeige der Längenausdehnung der Rohre erfolgt durch drei unterschiedlich farbige Zeiger auf einer Spiegelskala.

#### 3. Lieferumfang

- 1 Längenausdehnungsgerät
- 3 Proberöhre (Messing, Aluminium, Glas)
- 1 Messskala mit Spiegel
- 3 Zeiger

#### 4. Technische Daten

|              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| Abmessungen: | 830 mm x 80 mm x 70 mm <sup>3</sup> |
| Masse:       | ca. 1200 g                          |
| Proberohre:  | Messing, Aluminium, Glas            |
| Abmessungen: | 700 mm x 6 mm Ø                     |
| Messlänge:   | 600 mm                              |

#### 5. Bedienung

Zur Durchführung des Experiments sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

|                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 1 Dampferzeuger (230 V, 50/60 Hz) | 1001049 |
| oder                              |         |
| 1 Dampferzeuger (115 V, 50/60 Hz) | 1006769 |

- Spiegelskala auf die Stativschiene aufsetzen.
- Zeiger so unter die Rohre klemmen, dass Längenänderung messbar ist.
- Alle Zeiger auf Null stellen.
- Dampferzeuger zur Hälfte mit Wasser füllen, auf Heizplatte stellen, Korkdeckel aufsetzen und mit Haltebügel sichern.

- Längenausdehnungsgerät und Dampferzeuger mittels Schlauch verbinden.
- Zum Auffangen von Kondenswasser eine Schale unter die Rohrenden stellen.
- Zimmertemperatur  $T$  messen.
- Heizplatte einschalten.
- Dampf längere Zeit durch die Proberohre strömen lassen, bis diese die Siedetemperatur des Wassers von  $100^\circ\text{C}$  erreicht haben und dabei die Zeigerausschläge beobachten.
- Längenausdehnung  $\Delta l$  von der Skala ablesen (0,1 mm Längenausdehnung entsprechen 4 cm Zeigerausschlag auf der Skala).
- Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zur Raumtemperatur ermitteln.

Der lineare Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  der verschiedenen Materialien lässt sich mit der Gleichung

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

berechnen, wobei  $l$  der Länge der Rohre vom Festlager bis zur Auflage auf der Rollachse entspricht.

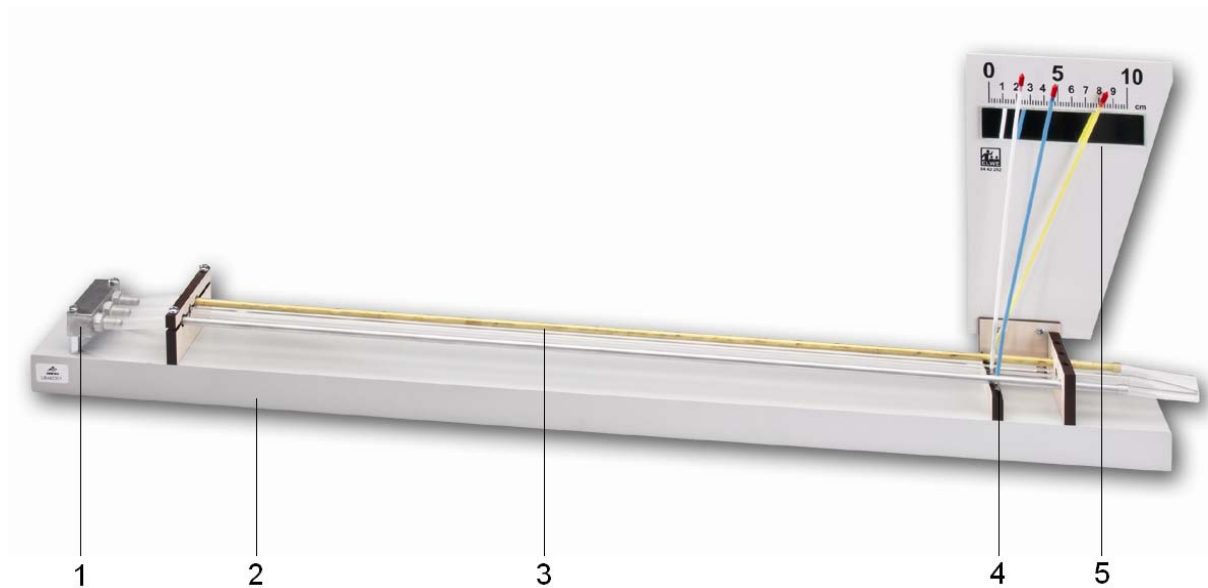


Fig. 1 Experimenteller Aufbau

## Linear Expansion Apparatus with Three Pointers 1000830

### Instruction sheet

02/13SF



- 1 Steam generator with silicone hose
- 2 Base strip
- 3 Sample tubes

- 4 Pilot bearing with pointers
- 5 Scale

### 1. Safety instructions

The glass tube is breakable. Risk of injury!

- Handle the apparatus with care.
- Danger of serious burns! It is a property of all the materials that these tubes are made of that they store heat.
- Therefore, allow the tubes to cool after every experiment.

### 2. Description

The thermal expansion apparatus is used for the simultaneous measurement and comparison of the coefficient of thermal expansion of tubular

bodies made of different materials.

Three sample tubes are mounted on an aluminium base strip. The free end of each tube rests on a pilot bearing. The thermal expansion of the tubes is demonstrated by three pointers, each of a different colour, on a mirror scale.

### 3. Scope of delivery

- 1 Thermal expansion apparatus
- 3 Sample tubes (brass, aluminium, glass)
- 1 Measurement scale with mirror
- 3 Pointers

#### 4. Technical data

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| Dimensions:   | 830 x 80 x 70 mm <sup>3</sup> |
| Weight:       | 1200 g approx.                |
| Sample tubes: | Brass, aluminium, glass       |
| Dimensions:   | 700 mm x 6 mm Ø               |
| Tube length:  | 600 mm                        |

#### 5. Operation

In order to perform the experiment, the following equipment is additionally required:

1 Steam generator (230 V, 50/60 Hz) 1001049  
or  
1 Steam generator (115 V, 50/60 Hz) 1006769

- Mount the mirror scale onto the base strip.
- Clamp the pointers below the tubes so as to facilitate the measurement of thermal expansion.
- Calibrate all pointers to zero.
- Fill half of the steam generator with water, place it onto the hot plate, insert the cork cover and fasten it shut with the securing clamp.

- Connect the thermal expansion apparatus to the steam generator with a hose.
- Place a dish below the sample tube ends in order to collect condensed water.
- Measure the room temperature  $T$ .
- Switch on the hot plate.
- Allow the steam to flow for some time through the sample tubes. This should continue till the tubes have attained a temperature equal to the boiling point of water (100°C). Observe the respective pointer deflections
- Read the thermal expansion  $\Delta l$  off the scale (0.1 mm thermal expansion corresponds to 4 cm pointer deflection on the scale).
- Calculate the temperature difference  $\Delta T$  in relation to the room temperature.

The coefficient of linear thermal expansion  $\alpha$  of different materials can be determined by the formula:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

where  $l$  is the length of the tube measured from its fixed bearing up to the pilot bearing.



Fig. 1 Experimental set-up

## Dilatometre à trois aiguilles 1000830

### Instructions d'utilisation

02/13SF



1 Distributeur de vapeur muni d'un tuyau en silicone  
2 Rail support  
3 Tubes d'essai

4 Axe de défilement à aiguilles  
5 Échelle graduée

### 1. Consignes de sécurité

Les tubes en verre étant fragiles. Risque de blessure !

- Manipulez le dispositif avec précautions. Le matériau emmagasine la chaleur. Attention au risque de brûlure !
- Laissez d'abord refroidir les tubes après les essais expérimentaux.

### 2. Description

Le dispositif de dilatation linéaire sert à mesurer et à comparer simultanément les coefficients de dilatation linéaire thermique caractérisant les corps tubulaires de différents matériaux.

Trois tubes d'essai sont disposés sur un rail en aluminium ; ils y sont solidement fixés dans un distributeur de vapeur. L'extrémité libre de chaque tube pourra se déplacer sur un axe de défilement. L'affichage de la dilatation linéaire des tubes se fait au moyen de trois aiguilles de couleur différente sur une échelle à miroir.

### 3. Étendue de la livraison

1 dispositif de dilatation linéaire  
3 tubes d'essai (en laiton, en aluminium, en verre)  
1 échelle graduée à miroir  
3 aiguilles

#### 4. Caractéristiques techniques

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| Dimensionnements :   | 830 x 80 x 70 mm <sup>3</sup>     |
| Poids :              | d'environ 1 200 g                 |
| Tubes d'essai :      | en laiton, en aluminium, en verre |
| Dimensionnements :   | 700 mm x 6 mm Ø                   |
| Longueur de mesure : | de 600 mm                         |

#### 5. Manipulation

Pour la réalisation de l'essai expérimental, vous aurez en outre besoin des appareils ci-dessous :

1 générateur de vapeur (230 V, 50/60 Hz) 1001049  
ou  
1 générateur de vapeur (115 V, 50/60 Hz) 1006769

- Placez l'échelle à miroir sur le rail support.
- Coincez les aiguilles sous les tubes, de manière à pouvoir mesurer la déformation linéaire.
- Remettez toutes les aiguilles à zéro.
- Remplissez le générateur de vapeur à moitié d'eau, placez-le sur la plaque chauffante, recouvrez-le du couvercle en liège, puis fixez l'ensemble à l'aide de l'étrier de maintien.

- Raccordez le dispositif de dilatation linéaire au générateur de vapeur à l'aide du tuyau flexible.
- Placez une cuvette sous l'extrémité des tubes, elle permettra de recueillir l'eau de condensation.
- Mesurez la température ambiante  $T$ .
- Allumez la plaque chauffante.
- Laissez la vapeur s'écouler un certain temps par les tubes d'essai — jusqu'à ce que ces derniers aient atteint la température d'ébullition de l'eau (100° C) — tout en observant les déviations de l'aiguille.
- Lisez la dilatation linéaire  $\Delta l$  sur l'échelle graduée (une dilatation linéaire de 0,1 mm correspondant à une déviation de l'aiguille de 4 cm sur l'échelle graduée).
- Déterminez la différence de température  $\Delta T$  par rapport à la température ambiante.

Le coefficient de dilatation linéaire  $\alpha$  des différents matériaux pourra se calculer à l'aide de l'équation

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

$l$  correspondant à la longueur des tubes, mesurée à partir du roulement fixe jusqu'au support de l'axe de défilement.

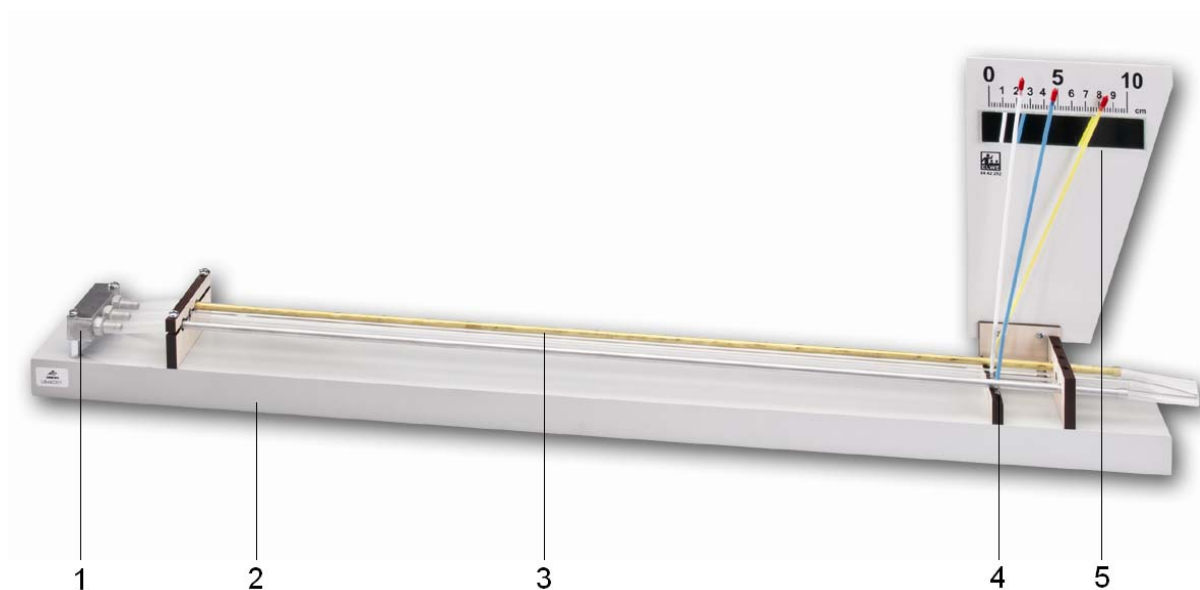


Fig. 1 Montage expérimental

## Apparecchio per la dilatazione lineare con tre indicatori 1000830

### Istruzioni per l'uso

02/13SF



1 collettore di vapore con tubo di silicone  
2 guida  
3 tubi di prova

4 asse longitudinale con indicatori  
5 scala

### 1. Norme di sicurezza

Il tubo di vetro è fragile. Pericolo di lesioni!

- Maneggiare l'apparecchio con cautela.

Il materiale immagazzina il calore. Pericolo di ustioni!

- Dopo l'esperimento lasciare raffreddare i tubi.

### 2. Descrizione

Il dilatometro serve per la misurazione simultanea e il confronto dei coefficienti di dilatazione lineare di corpi tubolari di diversi materiali.

Tre tubi di prova sono fissati in un collettore di vapore su una guida di alluminio. L'estremità libera di ogni tubo può muoversi lungo un asse longitudinale. La dilatazione longitudinale dei tubi viene indicata su una scala a specchio da tre lineare di colore diverso.

### 3. Dotazione

1 dilatometro  
3 tubi di prova (ottone, alluminio, vetro)  
1 scala graduata con specchio  
3 indicatori

#### 4. Dati tecnici

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Dimensioni:                  | 830 x 80 x 70 mm <sup>3</sup> |
| Peso:                        | ca. 1.200 g                   |
| Tubi di prova:               | ottone, alluminio,<br>vetro   |
| Dimensioni:                  | 700 mm x 6 mm Ø               |
| Lunghezza di<br>misurazione: | 600 mm                        |

#### 5. Comandi

Per l'esperimento sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 generatore di vapore (230 V, 50/60 Hz) 1001049

oppure

1 generatore di vapore (115 V, 50/60 Hz) 1006769

- Montare la scala a specchio sulla guida.
- Fissare gli indicatori sotto i tubi in modo da poter misurare la variazione di lunghezza.
- Posizionare tutti gli indicatori sullo zero.
- Riempire d'acqua il generatore di vapore fino a metà, posizionarlo sulla piastra di

riscaldamento e fissarlo con l'apposita staffa.

- Collegare il dilatometro al generatore di vapore utilizzando il tubo flessibile.
- Posizionare una bacinella sotto le estremità dei tubi per raccogliere la condensa.
- Misurare la temperatura ambiente  $T$ .
- Accendere la piastra di riscaldamento.
- Far fluire il vapore attraverso i tubi di prova per lungo tempo, finché non raggiungono la temperatura di ebollizione dell'acqua, pari a 100° C, e quindi osservare le deviazioni degli indicatori.
- Leggere la dilatazione lineare  $\Delta l$  sulla scala (0,1 mm di dilatazione lineare corrisponde a 4 cm di derivazione dell'indicatore sulla scala).
- Determinare la differenza di temperatura  $\Delta T$  rispetto alla temperatura ambiente.

Il coefficiente di dilatazione lineare  $\alpha$  dei diversi materiali si calcola con l'equazione

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

dove  $l$  corrisponde alla lunghezza del tubo dal cuscinetto fisso all'appoggio sull'asse longitudinale.



Fig. 1 Struttura sperimentale



## Aparato para la dilatación con tres agujas 1000830

### Instrucciones de uso

02/13SF



1 Distribuidor de vapor con manguera de silicona  
2 Carril soporte  
3 Tubos de muestra

4 Eje rotativo de índices  
5 Escala

### 1. Advertencias de seguridad

El tubo de vidrio es frágil. ¡Peligro de heridas!

- Maneje el aparato con cuidado.
- El material acumula el calor. ¡Peligro de quemaduras!
- Los tubos se deben dejar enfriar después del experimentos.

Sobre un carril de aluminio se encuentran tres tubos de prueba conectados con el distribuidor de vapor por medio de tubos de silicona. Cada uno de los extremos libres de los tubos se encuentra sobre un eje giratorio que lleva un índice frente a una escala espejular vertical, para indicar directamente la dilatación de los tubos debida al vapor caliente.

### 2. Descripción

El aparato de dilatación térmica sirve para la medición simultánea y para la comparación de los coeficientes de dilatación térmica de cuerpos en forma de tubos de diferentes materiales.

### 3. Volumen de suministro

- 1 Aparato de dilatación térmica
- 3 Tubos de prueba (Latón, Aluminio, Vidrio)
- 1 Escala de medida espejular
- 3 Indices

#### 4. Datos técnicos

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| Dimensiones:        | 830 x 80 x 70 mm <sup>3</sup> |
| Masa:               | aprox. 1200 g                 |
| Tubos de prueba:    | latón, aluminio. vidrio       |
| Dimensiones:        | 700 mm x 6 mm Ø               |
| Longitud de medida: | 600 mm                        |

#### 5. Manejo

Para la realización del experimento se necesitan adicionalmente los siguientes aparatos:

1 Generador de vapor (230 V, 50/60 Hz) 1001049  
ó  
1 Generador de vapor (115 V, 50/60 Hz) 1006769

- Se coloca verticalmente la escala espejular sobre el carril soporte.
- Se colocan y aprietan los índices debajo de los tubos de tal forma que se pueda leer la variación de la longitud.
- Todos los índices se ponen en cero
- El generador de vapor se llena de agua hasta la mitad, se coloca sobre la placa calentadora. Se coloca la tapa de corcho y se asegura con el estribo de sujeción.

- El aparato de dilatación térmica se conecta con el generador de vapor por medio del distribuidor de vapor utilizando una manguera.
- Para recoger el agua de condensación se coloca un recipiente debajo de los extremos de los tubos.
- Se mide la temperatura  $T$  del ambiente.
- Se conecta la placa calentadora.
- Se deja fluir vapor por los tubos de prueba hasta que ellos han logrado la temperatura de ebullición del agua de 100° C y al mismo tiempo se observan las desviaciones de los índices en los tubos.
- Se lee en la escala la dilatación de la longitud de los tubos  $\Delta l$  (0,1 mm de cambio de longitud corresponde a 4 cm de desviación en la escala).
- Se mide la diferencia de temperatura  $\Delta T$  con respecto a la temperatura ambiente.

El coeficiente de dilatación lineal  $\alpha$  para diferentes materiales se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

siendo  $l$  la longitud del tubo de prueba hasta el eje giratorio.



Fig. 1 Montaje experimental

## Aparelho de dilatação do comprimento com três indicadores 1000830

### Instruções para o uso

02/13SF



1 Distribuidor de vapor com mangueira de silicone  
2 Trilho do pé de apoio  
3 Tubos de amostra

4 Eixo rolante com indicador  
5 Escala

### 1. Indicações de segurança

O tubo de vidro é frágil. Perigo de ferimento!

- Manusear o aparelho com cuidado.
- O material acumula o calor. Risco de queimaduras!
- Deixar os tubos esfriar após a experiência.

Três tubos de amostras sobre um trilho de alumínio encontram-se instalados sobre um distribuidor de vapor. A extremidade livre de cada tubo é móvel sobre um eixo de rolamento. A indicação de dilatação longitudinal ocorre através de três indicadores de cores diferentes sobre uma escala com espelho.

### 2. Descrição

O aparelho de dilatação longitudinal serve para medições simultâneas e para a comparação dos coeficientes térmicos de dilatação longitudinal de corpos tubulares de diferentes materiais.

### 3. Fornecimento

1 aparelho de dilatação longitudinal  
3 tubos de amostra (latão, alumínio, vidro)  
1 escala e medição com espelho  
3 indicadores

#### 4. Dados técnicos

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| Dimensões:              | 830 x 80 x 70 mm <sup>3</sup> |
| Massa:                  | aprox. 1200 g                 |
| Tubo de amostra:        | latão, alumínio, vidro        |
| Dimensões:              | 700 mm x 6 mm Ø               |
| Comprimento de medição: | 600 mm                        |

#### 5. Utilização

Para a execução da experiência são adicionalmente necessários os seguintes aparelhos:

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 1 Produtor de vapor (230 V, 50/60 Hz) | 1001049 |
| ou                                    |         |
| 1 Produtor de vapor (115 V, 50/60 Hz) | 1006769 |

- Instalar a escala com espelho no trilho do pé de apoio.
- Encaixar o indicador debaixo dos tubos de forma que a alteração de comprimento possa ser medida.
- Zerar todos os indicadores.
- Preencher o produtor de vapor pela metade com água, instalar sobre o aquecedor,

colocar a tampa de rolha e fixar de modo seguro com a alça de fixação.

- Conectar o aparelho de dilatação longitudinal com o produtor de vapor por meio da mangueira.
- Colocar um recipiente debaixo das extremidades dos tubos para recolher a água de condensação.
- Medir a temperatura ambiente  $T$ .
- Ligar o aquecedor.
- Deixar fluir o vapor através dos tubos por um período mais longo de tempo, até que estes atinjam a temperatura de ebulição da água de 100° C e observar as variações do indicador.
- Ler a dilatação longitudinal  $\Delta l$  na escala (0,1 mm de dilatação longitudinal corresponde a 4 cm de deslocamento do indicador na escala).
- Determinar a diferença de temperatura  $\Delta T$  com relação à temperatura ambiente.

O coeficiente de dilatação longitudinal  $\alpha$  dos diferentes materiais pode ser calculado com a equação

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}$$

sendo que  $l$  é o comprimento dos tubos desde a sua fixação até o apoio no eixo de rolamento.



Fig. 1 Montagem da experiência