

Propriétés de la matière

Material properties

**Ref :
253 080**

Français – p 1

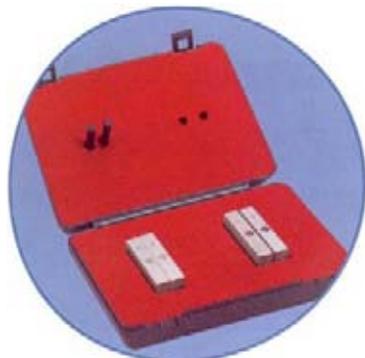
English – p 5

Version : 6010

Transfert d'énergie thermique

Thermal energy transfer kit

1 Description



Ce dispositif est destiné à l'étude du transfert d'énergie thermique par conduction et par rayonnement. Il se compose d'une mallette en matière plastique qui sert à la fois au rangement du matériel et à l'expérience.

La mallette contient les éléments suivants disposés dans une mousse isolante préformée :

- 2 blocs en acier inox de même taille,
- 2 blocs parallélépipédiques en aluminium, également de même taille.
- 2 tiges filetées en plastique servant au déplacement des blocs (en particulier lorsqu'ils sont chauds).

Chaque bloc est percé d'un trou dans lequel on insère une sonde thermométrique (non-fournie).

La mallette peut être complétée par deux thermomètres **réf. 251 040**, un chronomètre **réf. 351 037** et un bain-marie 20-80°C **réf. 591 004**.

2 Caractéristiques techniques

- Dimensions mallette : 170 x 120 x 50 mm
- Dimensions blocs métalliques : 30 x 55 x 10 mm
- Orifices pour sondes de température : = Ø 3 ou 6 mm

3 Objectifs

Deux types de transfert sont réalisables :

- transfert d'énergie thermique par conduction lorsque les deux blocs sont placés au contact l'un de l'autre.
- transfert d'énergie thermique par rayonnement (et dans une faible mesure par convection dû à la présence d'air lorsque les deux blocs sont séparés par une mince épaisseur d'air (environ 2 mm))

Les blocs sont placés dans une enceinte adiabatique (du au fort pouvoir isolant de la mousse), leurs températures initiales étant différentes.

Un transfert d'énergie thermique s'établit entre eux, celui dont la température est la plus élevée cède une partie de son énergie au second. Les températures des deux corps tendent vers une limite commune qui est leur température d'équilibre.

4 Manipulations

L'expérience peut se faire de deux façons : manuellement ou par informatique.

4.1 Expérience manuelle

4.1.1 Mise en oeuvre

L'un des deux blocs métalliques est chauffé en le plongeant dans de l'eau très chaude, à une température de 80°C pendant quelques minutes pour que la température du bloc soit bien uniforme.

La sonde du thermomètre doit également être portée à 80°C pour réaliser des premières mesures correctes.

L'autre bloc est déjà mis en place dans le logement prévu dans la mousse de la mallette à température ambiante.



Transfert par conduction :

On dispose les deux blocs d'acier inox côte à côte dans le logement de gauche de la valise. Ils y entrent par frottement afin que leurs faces soient bien au contact l'une de l'autre.

Transfert par rayonnement :

On dispose les deux blocs d'aluminium dans le logement de droite de la valise. Ils sont séparés par 2 mm d'air. On peut les bloquer à l'aide de 2 allumettes pour maintenir leur écartement constant.

Dans les 2 cas, les blocs sont recouverts de cache isolant, percé pour le passage des thermomètres.

Après quelques secondes (pour laisser aux thermomètres le temps de se porter à la température des blocs), on procède aux relevés des températures à des intervalles de temps égaux, par exemple 10 s pour le transfert par rayonnement qui est plus lent.

Les mesures des deux températures sont faites « au vol » simultanément puis reportées dans un tableau. L'équilibre thermique est atteint après environ 3 min pour le transfert par rayonnement.

4.1.2 Données et mesures

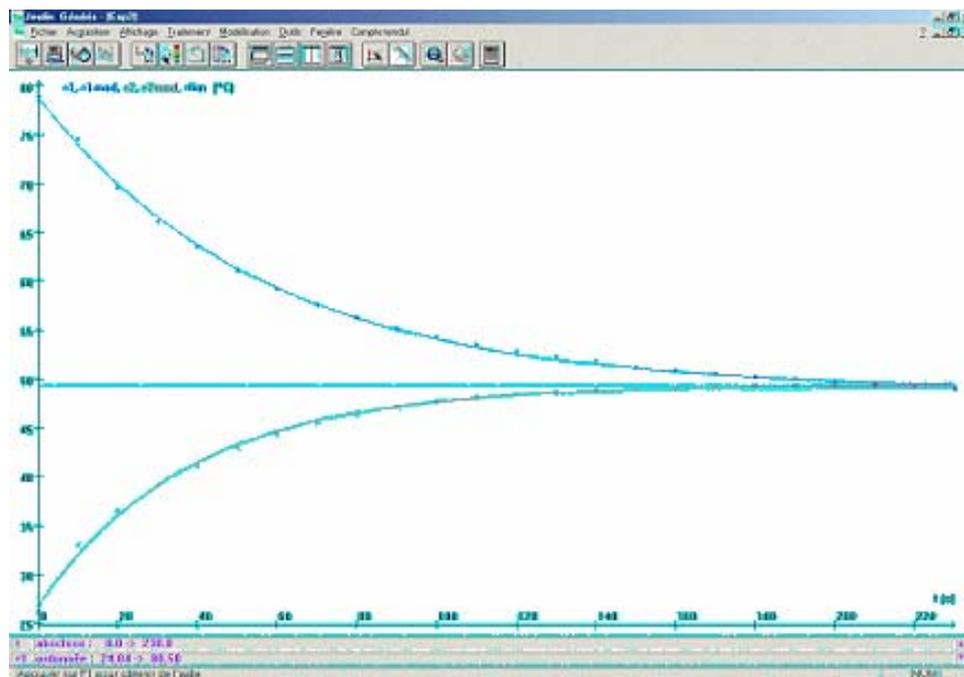
Dans un binôme chaque élève est responsable du relevé d'une température ; l'un surveille en plus le chronomètre et donne le signal de lecture toutes les 10 s ; l'autre est responsable de la copie des valeurs lues dans un tableau.

Voici un exemple de relevé manuel des températures dans le cas d'un transfert par conduction :

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
θ_1 (°C)	79.0	74.5	69.6	66.1	63.6	61.1	59.2	57.6	56.3	55.2
θ_2 (°C)	26.0	33.0	36.5	39.1	41.2	43.0	44.4	45.5	46.4	47.1
t (s)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
θ_1 (°C)	54.3	53.5	52.8	52.3	51.8	51.2	50.9	50.6	50.2	50
θ_2 (°C)	47.7	48.1	48.4	48.7	48.9	48.9	49.0	49.1	49.2	49.2

4.1.3 Exploitation des mesures

Le report des point expérimentaux et le trace des courbes d'évolution des températures $\theta_1 = f(t)$ et $\theta_2 = g(t)$ peut être représenté soit sur papier millimétré soit à l'aide du tableur de Génériss comme ci-dessous.



Les élèves peuvent observer une température limite commune, la température d'équilibre, et constater que cet équilibre ne s'établit pas instantanément. On peut estimer qu'il faut environ trois minutes pour l'atteindre.

L'allure des courbes en trait plein (résultats d'une modélisation) montre l'aspect exponentiel de l'évolution des températures. L'absence de symétrie des deux courbes par rapport à la température d'équilibre suggère qu'il y a déperdition de chaleur (surtout pour le solide le plus chaud).

La température d'équilibre théorique devrait être la moyenne des températures de départ (les deux sont identiques) soit 52,5 °C or elle est seulement de 49,5°C soit un écart relatif d'environ 6%.

4.2 Expérience informatisée

4.2.1 Matériel complémentaire nécessaire :

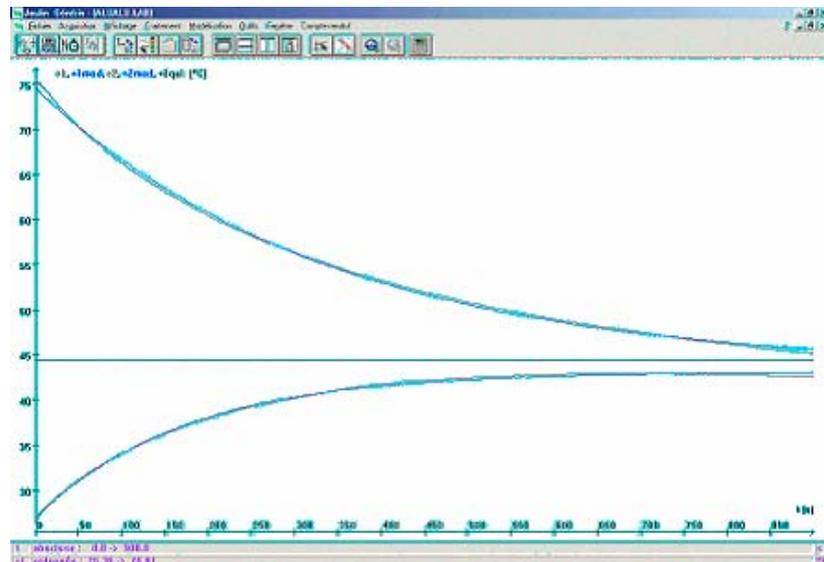
- 2 thermomètres initio[®] à sortie analogique réf. **251 045**
ou 2 sondes thermocouple type K(2) réf. **253 063**
+ 2 adaptateurs ESAO[®] 4 thermocouple type K(2) réf. **452 106**
- Une console ESAO[®] 4 plus réf. **451 401**

4.2.2 Mise en oeuvre

Les conditions expérimentales sont identiques à celles de l'expérience manuelle, seule la saisie des mesures est automatique.

Elle est lancée par l'opérateur et programmée dans les paramètres de Génériss pour une durée de 15 min par exemple pour le transfert par rayonnement.

Les résultats obtenus apparaissent dans la reproduction d'écran ci-dessous.



Les courbes rouges sont les saisies de données et les courbes bleues représentent des modèles exponentiels. La température d'équilibre est une droite d'ordonnée 44,5°C.

Ici encore il y a déperdition de chaleur : les deux courbes d'évolution des températures ne sont pas symétriques par rapport à la droite θ_{equ} et la température d'équilibre devrait être la moyenne des températures de départ, soit 50°C puisque les deux blocs sont identiques. L'écart relatif est cette fois de 11 %.

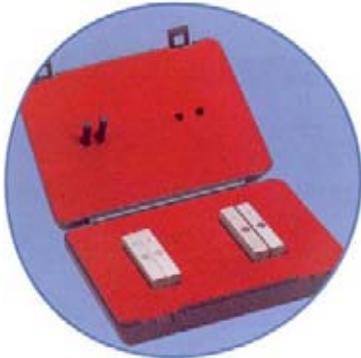
5 Service après vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers. Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
+33 (0)2 32 29 40 50

1 Description

Each block has a hole into which the temperature sensor is inserted (not supplied).



This device is designed to study the transfer of thermal energy by conduction and radiation. It consists of a plastic kit that is used to store the equipment and for the experiment.

The kit contains the following elements placed in a preformed insulating foam:

- 2 parallelepipedal blocks in stainless steel of the same size
- 2 parallelepipedal blocks in aluminium also of the same size.
- 2 threaded shafts in plastic used for moving the blocks (especially when they are hot).

The kit may be completed by two Initio[®] thermometers, **part no. 251 040**,
a stopwatch **part no. 351 037**
and a water bath 20-80°C, **part no. 591 004**.

2 Technical characteristics

- Dimensions of the kit: 170 x 120 x 50 mm
- Dimensions of the metal blocks: 30 x 55 x 10 mm
- Ports for the temperature sensors: $\varnothing = 3$ or 6 mm

3 Objectives

Two types of heat transfers can be carried out:

- Transfer of thermal energy by conduction when the two blocks are in contact with one another
- Transfer of thermal energy by radiation (and a little by conduction due to the presence of air) when the two blocks are separated by a thin layer of air (about 2mm).

The blocks are placed in an adiabatic chamber (due to the powerful insulating properties of foam), their initial temperatures being different.

There is a transfer of thermal energy between them: the one with a higher temperature gives up part of its energy to the other. The temperatures of the two bodies tend towards a common limit, which is their equilibrium temperature.

4 Experiments

The experiment can be performed in two ways: manually or computerized.

4.1 Manual experiment

4.1.1 Implementation

One of the two metal blocks is heated by immersing it in very hot water at a temperature of 80°C for a few minutes so that the temperature of the block is uniform.

The thermometer probe must also be at 80°C to carry out correct initial measurements.

The other block is already placed in the slot provided in the foam of the kit at ambient temperature.



Transfer by conduction:

Place the two stainless steel blocks side by side in the left slot of the case. As they must be in proper contact with each other, there is some friction amongst them when they are inserted.

Transfer by radiation:

Place the two aluminium blocks in the right slot of the case. They are separated by 2 mm of air. Two matchsticks can be used to lock them in order to keep their separation constant.

In both cases, the blocks are covered with insulating covers pierced for the insertion of thermometers.

After a few seconds (to let the thermometers attain the temperature of the blocks), we note down the temperatures at constant intervals, for example 10 s for transfer by conduction and 1 min for transfer by radiation, which is slower.

Measurements of the two temperatures are taken simultaneously “on the fly” and then are entered in a table. The thermal equilibrium is attained after about 3 min for transfer by conduction and after 15 to 20 min for transfer by radiation.

4.1.2 Data and measurements

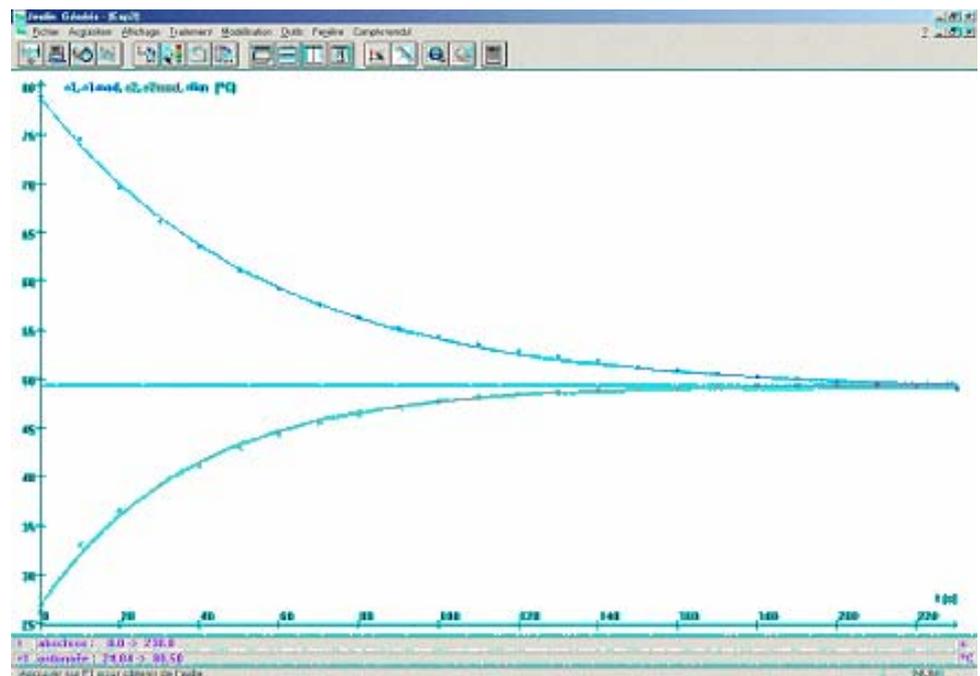
In partners, each student is responsible for noting down one of the temperatures; one of them reads the stopwatch and gives a signal every 10 s for the other to make a reading; the other is responsible for copying the values read in a table.

Here is an example of temperatures noted down manually in the case of transfer by conduction:

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
θ_1 (°C)	79.0	74.5	69.6	66.1	63.6	61.1	59.2	57.6	56.3	55.2
θ_2 (°C)	26.0	33.0	36.5	39.1	41.2	43.0	44.4	45.5	46.4	47.1
t (s)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
θ_1 (°C)	54.3	53.5	52.8	52.3	51.8	51.2	50.9	50.6	50.2	50
θ_2 (°C)	47.7	48.1	48.4	48.7	48.9	48.9	49.0	49.1	49.2	49.2

4.1.3 Processing of measurements

The transfer of experimental points and the plotting of temperature variation curves $\theta_1 = f(t)$ and $\theta_2 = g(t)$ can be represented either on a graph paper or using the Generis plotter as shown below.



The students can observe the existence of a common stagnation temperature, equilibrium temperature and note that this equilibrium is not established instantly. It can be estimated that around three minutes are required to attain it.

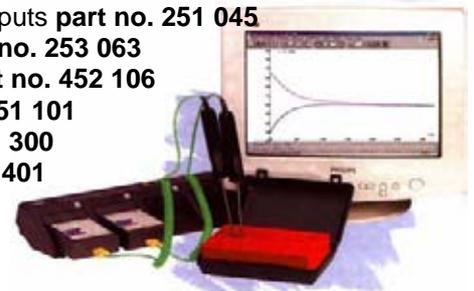
The shape of the curves in solid lines (result of a modelling) shows that the temperature variations are exponential. The lack of symmetry of the two curves in relation to the equilibrium temperature suggests that there is loss of heat (especially for the hotter solid).

The theoretical equilibrium temperature should have been the average of the initial temperatures (the two blocks are identical) i.e. 52.5 °C, and yet it is only at 49.5°C which is a relative deviation of about 6%.

4.2 Computerized experiment

4.2.1 Additional equipment required:

- 2 Initio[®] thermometers with analog outputs **part no. 251 045**
or 2 K type thermocouple probes **part no. 253 063**
+ 2 K type thermocouple adaptors **part no. 452 106**
- An ESAO[®] 4 (or 3) console **part no. 451 101**
+ an ESAO[®] 4 (or 3) card **part no. 451 300**
or an ESAO[®] 4+ console **part no. 451 401**

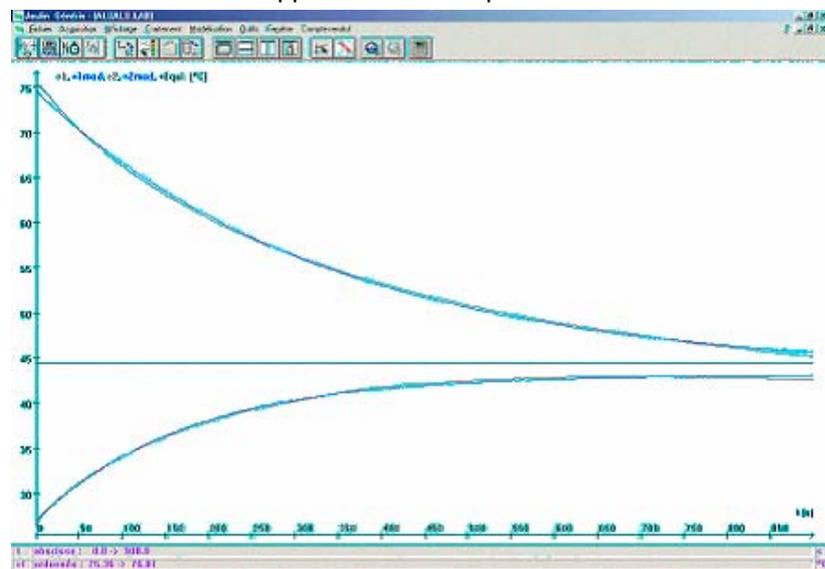


4.2.2 Implementation

The experimental conditions are identical to those of the manual experiment, only the entry of measurements is automatic.

It is started by the operator and programmed for example in the parameters of Generis for duration of 15 min, for example, for transfer by radiation.

The results obtained appear as in the reproduction of the screen below.



The red lines are the data points entered and the blue ones represent the exponential models. The equilibrium temperature is a line with 44.5 °C as ordinate.

Here too there is loss of heat: The two curves representing the variations in temperature are not symmetrical in relation to the θ_{equi} line and the equilibrium temperature must be the average of the initial temperature, i.e. 50°C because the blocks are identical. This time the relative deviation is 11%.

5 After-Sales Service

This material is under a two year warranty and should be returned to our stores in the event of any defects.

For any repairs, adjustments or spare parts, please contact:

JEULIN - TECHNICAL SUPPORT
Rue Jacques Monod
BP 1900
27 019 EVREUX CEDEX FRANCE
+33 (0)2 32 29 40 50

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts à votre disposition du Lundi au Vendredi (8h30 à 17h30)

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge immédiatement votre appel pour vous apporter une réponse adaptée à votre domaine d'expérimentation : Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Chimie, Technologie .

Service gratuit * :
+ 33 (0)2 32 29 40 50

** Hors coût d'appel*

Aide en ligne :
www.jeulin.fr

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,
Z.I. n° 1, Netreville,
BP 1900, 27019 Evreux cedex,
France

Tél. : + 33 (0)2 32 29 40 00
Fax : + 33 (0)2 32 29 43 99
Internet : www.jeulin.fr - support@jeulin.fr

Phone : + 33 (0)2 32 29 40 49
Fax : + 33 (0)2 32 29 43 05
Internet : www.jeulin.com - export@jeulin.fr

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

Direct connection for technical support

A team of experts at your disposal from Monday to Friday (opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request immediatly to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

Free service * :
+ 33 (0)2 32 29 40 50

** Call cost not included*

