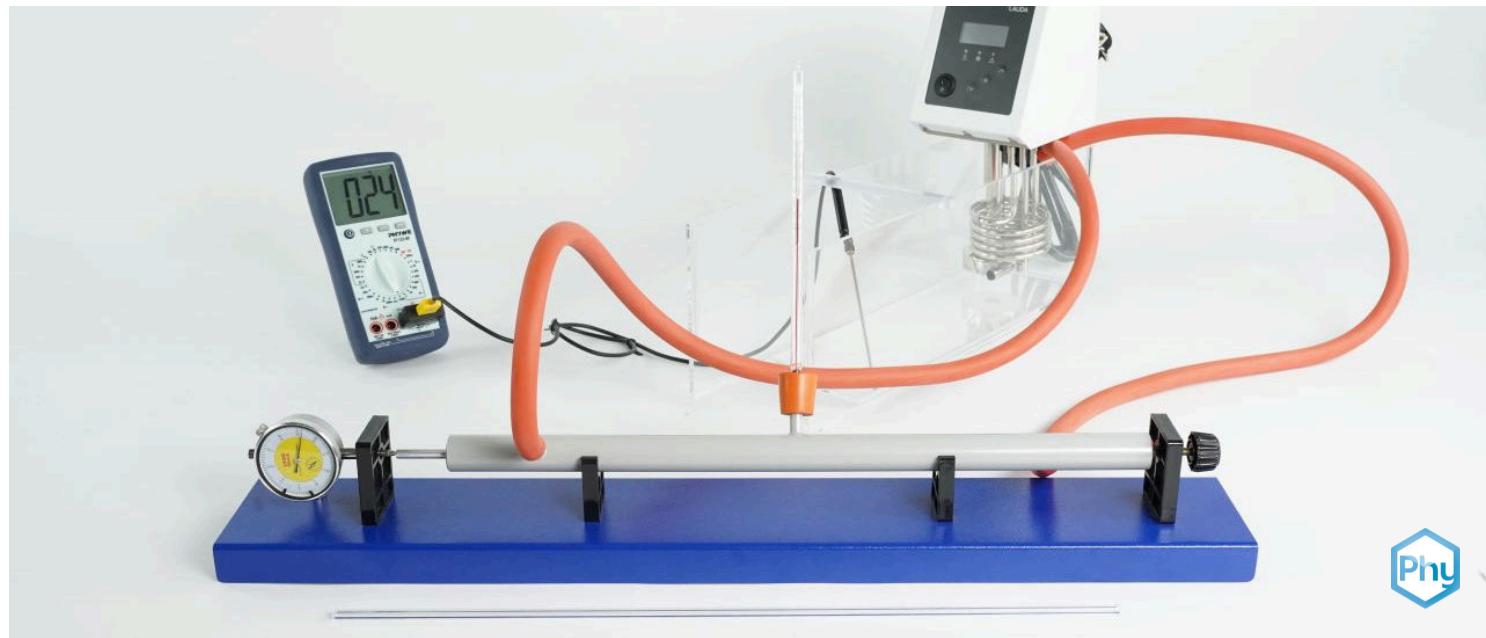


Expansion thermique des solides et des liquides



Physique

Thermodynamique

Température et chaleur



Niveau de difficulté

difficile



Taille du groupe

-



Temps de préparation

20 procès-verbal



Délai d'exécution

45+ procès-verbal

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/65d85501d95eec00025501d4>

PHYWE

Informations générales

Application

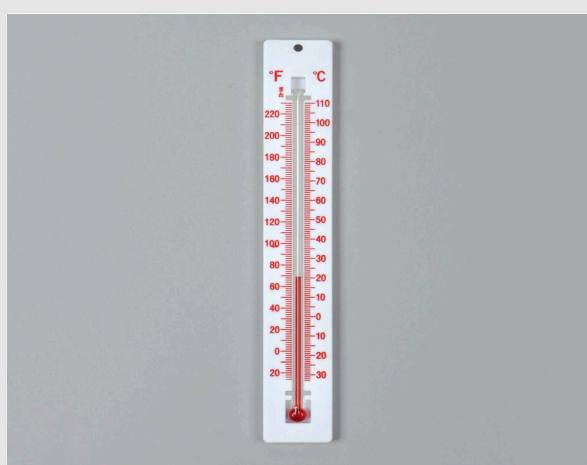
PHYWE

Fig.1 un thermomètre à mercure

La dilatation et la contraction des matériaux doivent être prises en compte lors de la conception de structures ou d'applications mécaniques, car un changement de climat ou de température ambiante peut entraîner des défauts, des dysfonctionnements, voire des accidents graves.

Par exemple, ce principe est très important pour la conception de chemins de fer et d'avions, la construction de ponts, le rivetage de deux métaux, le thermomètre à liquide et bien d'autres choses encore.

Autres informations (1/2)

PHYWE

Connaissances préalables



Dans un solide ou un liquide, il existe un équilibre dynamique entre les forces de cohésion qui maintiennent les atomes ou les molécules ensemble, et les conditions créées par la température. Les forces de liaison entre les atomes varient d'un matériau à l'autre.

Principe scientifique



La dilatation volumique des liquides et la dilatation linéaire de divers matériaux sont déterminées en fonction de la température.

Autres informations (2/2)

PHYWE

Objectif

d



Apprendre à connaître la dilatation thermique des solides et des liquides.

Tâches



1. Pour déterminer l'expansion volumique de l'acétate d'éthyle ($C_4H_8O_2$), l'alcool à brûler, l'huile d'olive, le glycérol et l'eau en fonction de la température, à l'aide du pycnomètre.
2. Déterminer la dilatation linéaire du laiton, de l'aluminium et de l'acier en fonction de la température à l'aide d'un dilatomètre.

Consignes de sécurité

PHYWE

Pour cette expérience, les instructions générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences, s'appliquent. Pour les phrases H et P, veuillez consulter la fiche de données de sécurité du produit chimique concerné.

Acétate d'éthyle

H225 : Liquide et vapeur hautement inflammables.

H319 : Provoque une grave irritation des yeux.

H336 : Peut provoquer de la somnolence ou des vertiges.

EUH066 : Une exposition répétée peut provoquer un dessèchement ou des craquelures de la peau.

P210 : Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et autres sources d'inflammation. Ne pas fumer.

Théorie (1/4)

PHYWE

Augmentation de la température T entraîne une augmentation de l'amplitude vibratoire des atomes dans le réseau cristallin du solide. La courbe de potentiel des forces de liaison ne correspond qu'en première approximation à la parabole d'une oscillation harmonique (ligne pointillée) ; elle est généralement plus plate dans le cas de grandes distances interatomiques que dans le cas de petites distances.

Si l'amplitude vibratoire est importante, le centre d'oscillation se déplace donc vers des distances interatomiques plus grandes. L'espacement moyen entre les atomes augmente, de même que le volume total V (à pression constante p).

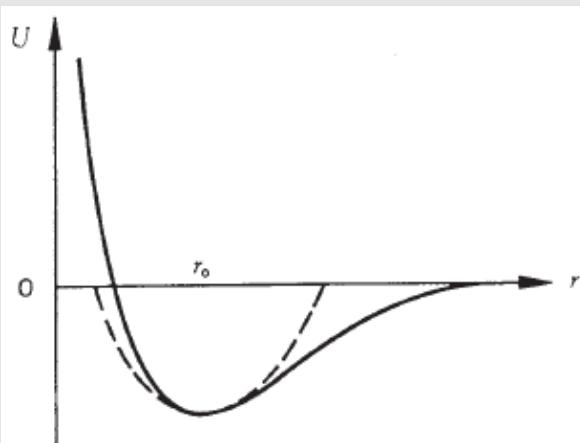


Fig. 2. Courbe de potentiel en fonction de l'espacement interatomique r

Théorie (2/4)

PHYWE

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$$

est appelé coefficient d'expansion volumique ; si une seule dimension est considérée, le coefficient d'expansion linéaire peut être défini comme suit

$$\alpha_1 = \frac{1}{l} \left(\frac{\partial l}{\partial T} \right)_p$$

où l est la longueur totale du corps.

Théorie (3/4)

PHYWE

Étant donné que les changements de longueur

$$\Delta l = l - l_0$$

sont faibles par rapport à la longueur originale l_0

$$\alpha_1 = \frac{\Delta l}{l_0} \left(\frac{l}{\Delta \theta} \right)$$

et donc

$$l = l_0 [1 + \alpha_1 (\theta - \theta_0)]$$

où θ_0 est la température initiale.

Théorie (4/4)

Remarque : L'équation de Grüneisen

$$\frac{\alpha}{C_p} = y\left(\frac{\kappa}{V}\right)$$

où

$$\kappa = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$$

est la compressibilité et

$$C_p = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p$$

est la capacité thermique du solide (U = énergie interne), signifie une relation entre les propriétés mécaniques et thermiques d'un solide.

Le paramètre de Grüneisen γ est définie par la variation de la fréquence v de la vibration du réseau en fonction du volume :

$$\frac{\Delta v}{v} = -\gamma \frac{\Delta V}{V}$$

et peuvent être calculées à partir de quantités macroscopiques.

Equipement

Position	Matériel	No. d'article	Quantité
1	Dilatomètre avec indication à cadran	04233-10	1
2	Thermostat à immersion Alpha A, 100°C, 230 V	08493-93	1
3	Kit de thermostatisation externe pour thermostat Alpha A	08493-02	1
4	Cuve pour thermostat, en macrolon, 6 l	08487-02	1
5	Thermomètre de laboratoire, -10...+110°C	38056-00	1
6	Tube caoutchouc, d.i. 6mm	39282-00	2
7	Seringue 1ml, luer, jeu de 100	02593-10	1
8	Aiguille 0,6 x 60 mm, luer, jeu de 20	02599-10	1
9	Pissette 250 ml, plastique	33930-00	1
10	Ballon fond plat, 100ml, RN 19/26	35811-01	2
11	Becher boro3.3 100ml forme haute	46026-00	1
12	Acétate d éthyle 250 ml	30075-25	1
13	Glycérine 250 ml	30084-25	1
14	Huile d'olive pure, 100 ml	30177-10	2
15	Collier de serrage pour tuyau de diamètre 8-12 mm	41000-00	4
16	Tube caoutchouc, d.I. 10 Mm	39290-00	1
17	Raccord pour tuyau , diamètre 6-10mm	47516-01	2
18	Pycnomètre calibré, 25 ml	03023-00	1
19	Multimètre digital 3 1/2 digit avec thermocouple NiCr-Ni	07122-00	1
20	Portable balance, Ohaus YA102	49212-00	1



Mise en place et procédure

Mise en place (1/2)

Expérience pour l'expansion thermique volumique

Le volume du pycnomètre est déterminé et la balance étalonnée en le pesant vide puis rempli d'eau distillée. Le pycnomètre, rempli du liquide à mesurer, est mis en température dans le bain-marie (thermostat).



Fig.3. Dispositif expérimental pour la mesure de la dilatation thermique

Mise en place (2/2)

PHYWE

Expérience de dilatation thermique linéaire / Expérience de variation dimensionnelle linéaire

Le tuyau de raccordement au thermostat est enlevé et le dilatomètre est raccordé au circuit d'eau à la place. Les conduites d'alimentation et d'évacuation, doivent être éloignées le plus possible du dilatomètre afin d'éviter que son corps ne s'échauffe.

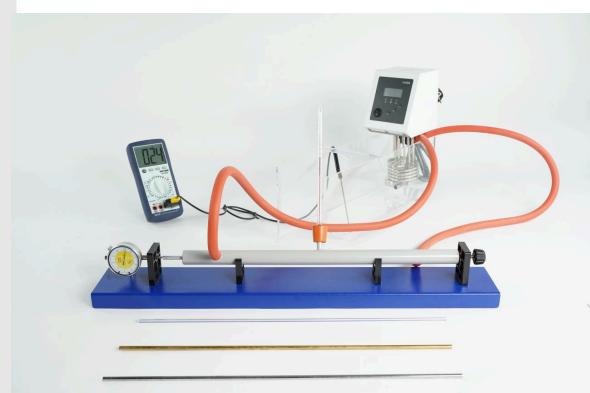


Fig. 4 Le dilatomètre est connecté au circuit d'eau

Procédure

PHYWE

Expérience sur la dilatation thermique linéaire

Le tube de mesure est serré en position ouverte, l'échelle du comparateur est réglée sur "0" et la dilatation est mesurée en fonction de la température. Choisir l'un des matériaux appropriés tels que le laiton, l'aluminium ou l'acier. Démarrer la pompe de circulation et choisir une température de 80°. Dans chaque cas, mesurer la dilatation linéaire à 20°, 30°, 40°, etc.

Noter l'expansion linéaire dans un tableau

Évaluation (1/5)

PHYWE

Expérience pour l'expansion thermique volumique

Matériaux	$\alpha/10^{-3} K^{-1}$
a Acétate d'éthyle	1.37
b Alcool méthylique	1.11
c Huile d'olive	0.72
d Glycérol	0.50
e L'eau	0.20

Coefficient d'expansion volumique mesuré

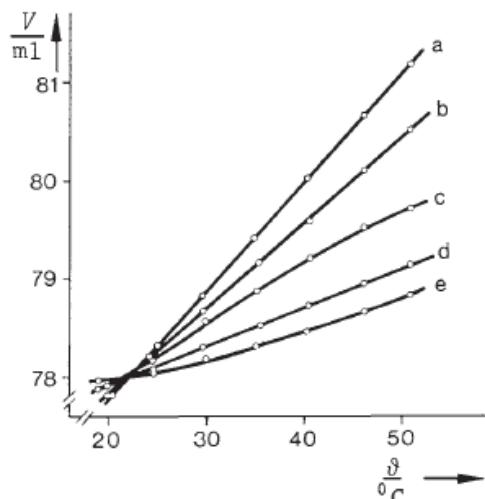


Fig. 5. Relation entre le volume V et la température θ

Évaluation (2/5)

PHYWE

Expérience de dilatation thermique linéaire

Matériaux	$\alpha/10^{-3} K^{-1}$
Aluminium	2.2
Laiton	1.8
Acier	1.1

Tab.1 Coefficients de dilatation linéaire

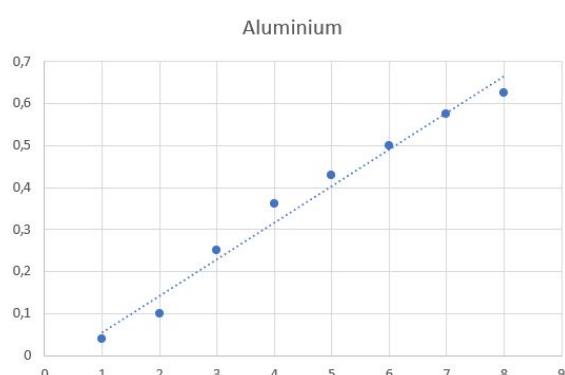


Fig. 6. Relation entre la longueur $/$ et la température θ pour l'aluminium

Évaluation (3/5)

PHYWE



Fig. 7. Relation entre la longueur / et la température θ pour le laiton

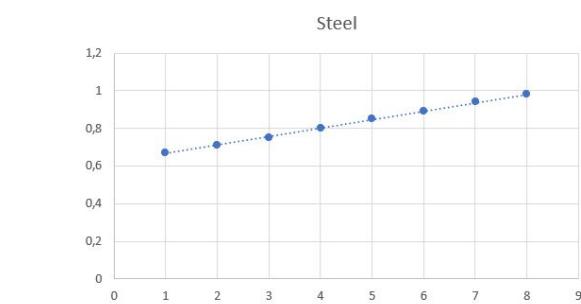


Fig. 8. Relation entre la longueur / et la température θ pour l'acier

Évaluation (4/5)

PHYWE

Décrivez l'expansion thermique :

En général, la dilatation thermique est la tendance de la matière à changer de volume en réponse à des modifications de [redacted], qui peut être décrite par le [redacted] du volume. Il décrit un changement fractionnaire de longueur ou de volume par unité de changement de température. L'expansion thermique [redacted] généralement avec l'augmentation de l'énergie de liaison, qui a également un effet sur le point de fusion des solides. Ainsi, les matériaux à point de fusion [redacted] sont plus susceptibles d'avoir une expansion thermique [redacted].

- coefficient de dilatation
- diminue
- élevé
- température
- faible

Vérifier

Évaluation (5/5)

PHYWE

Quelles sont les affirmations correctes pour expliquer la dilatation thermique d'un solide ?

- Le coefficient d'expansion volumétrique est généralement utilisé pour décrire l'expansion d'un solide.
- La dilatation d'un solide est uniforme dans toutes les dimensions pour un matériau isotrope.
- La contrainte thermique d'un solide est proportionnelle à la variation de température
- La dilatation thermique diminue généralement avec l'augmentation de l'énergie de liaison

 Vérifier

Diapositive

Score / Total

Diapositive 18: Dilatation thermique Dilatation

0/5

Diapositive 19: Dilatation thermique du solide

0/3

Score total

0/8

 Montrer les solutions

 Réessayer

12/12