

(Émilie & Laure, 04/02/2010)

Biblio : "Mesures thermiques. Températures et flux" Labelle

- Quanta II "Thermodynamique et applications"
- BUP "Les hautes températures" n° 619 (1954)

← vachement bien

Introduction

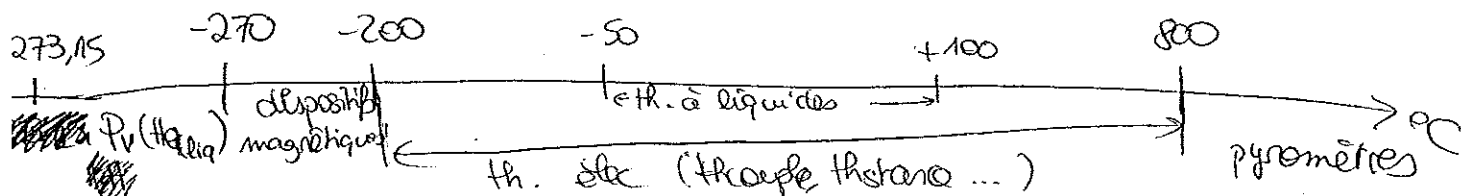
- température : notion intuitive (c'est chaud / froid)
- pour quantifier : température thermodynamique (ent)

$$T = \left. \frac{\partial U}{\partial S} \right|_V$$

(s'identifie ac T cinétique GP) (isothermes Amagat)

- 1^{er} thermomètre connu ~ XVIII^e

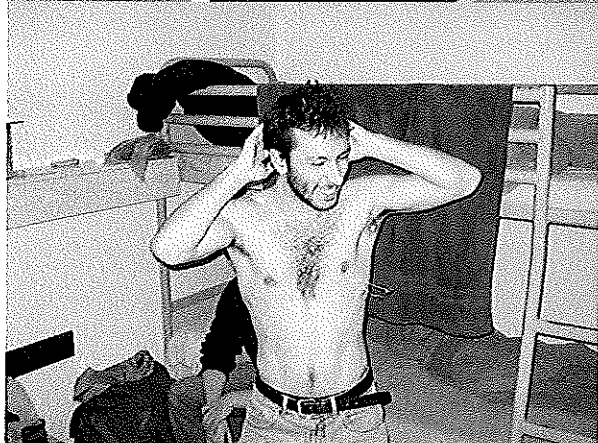
- différents types, ≠ gammes de T° :



- thermomètre primaire : pas besoin d'étalonnage (on se sert d'un pt connu genre pt triple)
- ≠ thermomètre secondaire : étalonnage préalable



Quelques
exemples
de
thermomètres ...



I - Un thermomètre à dilatation : le thermomètre à gaz

Principe du thermomètre normal à hydrogène =

dilatation du gaz avec la température (ou augmentation de
isobare

pression isochore).

H₂ considéré comme GP.

• utilisable entre -200°C et 300°C

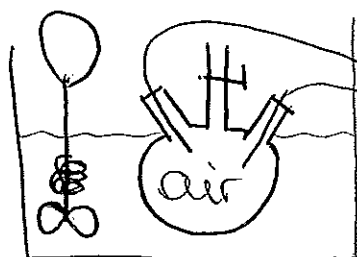
réserve aux labs spécialisés

thermomètre primaire

→ Pour illustrer le principe, on propose l'exp. suivante avec
de l'air, assimilé à GP. $PV = nRT$

pas de fuite (ballon fermé) V, n sont constants

thermostat

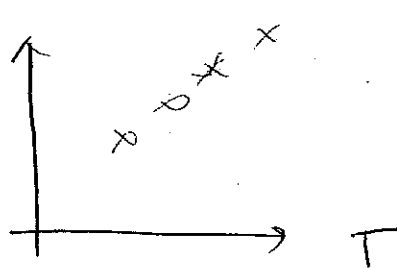


$$\rightarrow P = \underbrace{\frac{nR}{V}}_{\text{est}} T$$

l'eau à 80°C puis on laisse refroidir tranquillement
(comme ça l'équilibre thermique a le temps de
s'établir).

on relève P, T (synchrone) $P(T)$ COURBE

allure:



enfin en théorie

Pb avec petite pression ou présence d'une
peu d'eau qui perturbe pression violemment

un peu encombrant comme thermomètre + imprécisions

II - Quelques thermomètres électriques

- NB: un thermomètre de référence = (par choix) thermomètre à alcool (comme celui pour vérifier si on a de la fièvre), $T_{amb} = \dots^\circ C$
- Ex de caractéristiques qui peuvent, selon les cas, présenter un intérêt notable : linéarité, sensibilité, temps réponse
 - thermomètre secondaire = on regarde un paramètre qui varie avec la température $\rightarrow$ nécessité d'un étalonnage.

1 - Thermistance CTN

c'est quoi? un semi-conducteur

si $T \uparrow$ le nb de porteurs de charges varie, souvent augmente d'où $R \downarrow$, ie CTN = coefficient de température négatif $\alpha = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}$, mais $\exists$ des CTP (pouche d'oxyde)

- Relève $R = f(T)$ COURBE

oh ben c'est pas trop linéaire

ms classique: loi $R = R_0 \exp(B/T)$ R_0, B : des

on trace $\ln R = f(\frac{1}{T})$ COURBE
joli...

- on se sert de la modélisation pour faire mesure de T_{amb}

$R = \quad \Omega$ (ohmmètre) MESURE

$\Rightarrow T_{amb} = \quad ^\circ C$

- caractérisation temps réponse (à la louche)

$\tau = \quad s$ MESURE

(bain à $\approx 80^\circ C$) assez rapide

Bilan: Rapide, sensible ds les basses T° , ms A effet Joule

2 - Résistance métallique de Platine

Barreau de Platine dont R varie avec T .
($T \uparrow \Rightarrow$ choc augmentent $\Rightarrow R \uparrow$)

- Relevé $R = f(T)$ COURBE
assez linéaire (sur gamme de T restreinte)
ma a priori pas trop.

~~• Mesure T_{amb}
 $R = \Omega$ (ohmmètre)
 $T_{amb} = ^\circ C$ MESURE~~

- Temps réponse : $\tau =$ s MESURE
(lent)

3 - En bonus: le thermocouple

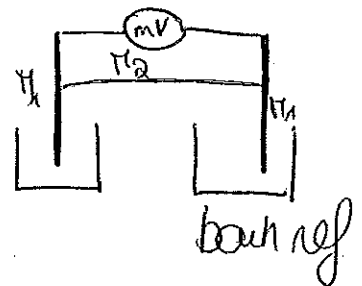
principe: apparition d'une ddp entre 2 fils

de métaux (ou alliages) $\neq$, utilise bath référence (pr fite)
 T_1 et T_2

pas trop: ddp faible (mV ou fraction mV)

effet seebeck, les coefficients thermoélectriques
sont $\neq$

(rapide)



COURBE

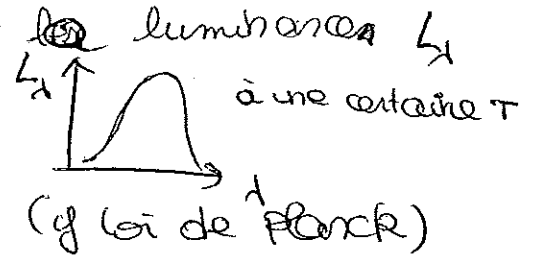
$U(T_{ref})$ linéaire

utilisés pour ajustements

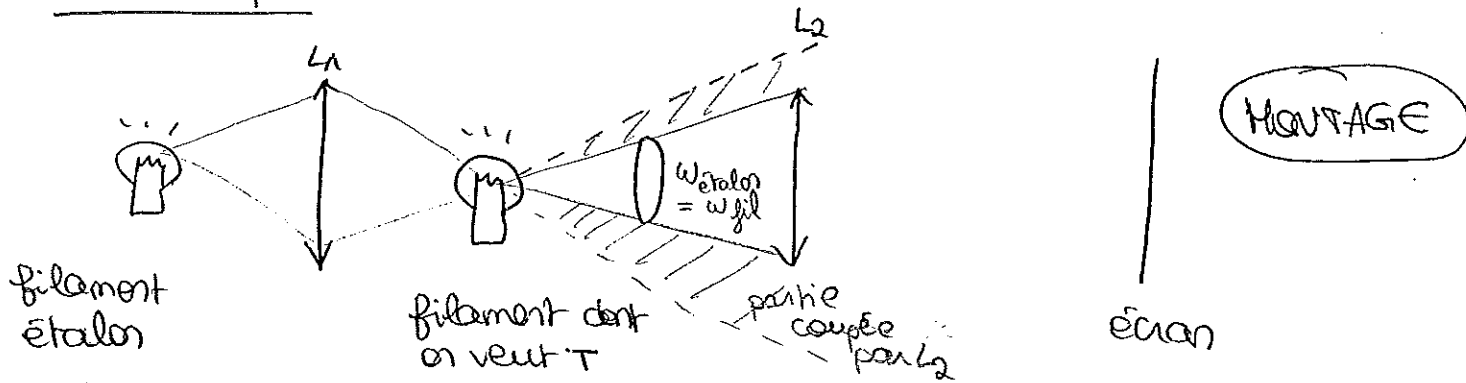
III - Thermomètre optique: pyromètre

cool pour les températures élevées

principe: déduire la t° d'un corps à partir du rayonnement qu'il émet, en comparant la ~~l~~ luminance L_1 du corps à celle du corps noir.



1 - Principe



on compare les éclairements^E (luminosités sur l'écran) des images des 2 filaments, ce qui donne comparaison des luminances. Avec des coeff de transmission de L_1 et L_2 égaux à 1 on a

$$E_{fil} = L_{fil} \omega_{fil} \leftarrow \text{angle solide}$$

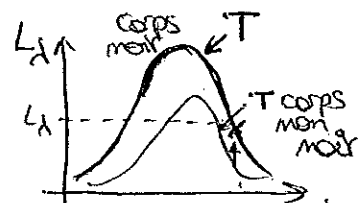
$$E_{et.} = L_{et.} \omega_{et.}$$

Δ pr que ce soit valable il faut que L_2 joue le rôle d'un diaphragme d'ouverture pr filament étalon (cf sur le schéma)
 → $\omega_{fil} = \omega_{et}$ et alors si $E_{fil} = E_{et} \Rightarrow L_{fil} = L_{et} \Rightarrow T_{fil} = T_{et}$.

2 - Mesure au pyromètre

pyromètre déjà étalonné → MESURE $T = \dots^\circ C$

- Δ T réelle en fait plus élevée car pas corps noir
- à une couleur en fait



Pt $L_\lambda(\lambda)$ pour T corps noir
 ou $L_\lambda(\lambda)$ pour $T_{réel} > T$ corps réel

conclusion

Il y a tout plein de thermomètres, qu'il faut choisir en fonction critères (gamme de t° , précision, linéarité, rapidité); chacun, chacun