**Mérési jegyzőkönyv**

**05. Fajhő mérése**

A mérést végezte és a jegyzőkönyvet készítette:

Radics Máté (RAMRAAT.ELTE), Fizika BSc II. évfolyam

A leadás ideje: 2010. november 30. (kedd)

**1. A mérés célja**

A mérés célja egy adott minta fajhőjének meghatározása volt.

Mérési feladatok:

1. A kaloriméter vízértékének meghatározása
2. A kijelölt mintha fajhőjének meghatározása ejtéses (a továbbiakban „a”) és ráfűtéses (a továbbiakban „b”) módszerrel
3. A mért lehűlési paraméterekből a kaloriméter és a minta hőátadási tényezőjének kiszámítása
4. Hibaszámítás

**2. Mérőeszközök**

* Isoperibol kaloriméter (a fűtőszál ellenállása: $R=4,60\pm 0,01 Ω$)
* Vizsgálandó minta (az 1-es jelű)
* Termosztát
* Digitális voltmérő
* Számítógép mérő- és kiértékelőprogrammal
* Nagy pontosságú mérleg

**3. A mérés elve**

A fajhőt legegyszerűbben a definíciója alapján mérhetjük: ismert tömegű anyaggal hőt közlünk, és mérjük a hőmérsékletváltozást. A gyakorlati megvalósításnál gondoskodni kell arról, hogy a közölt hőt valóban a minta vegye fel. Erre a célra a legelterjedtebb módszer a kaloriméter alkalmazása. Mivel a kaloriméter alkatrészei is vesznek fel hőt, így a bevitt hőmennyiség még ideális szigetelés esetén sem egyedül a benne elhelyezett minta hőmérsékletének emelésére fordítódik. A kalorimetrikus méréseknél a kaloriméter által felvett hőt a kaloriméter vízértékének (azaz a hőkapacitásának) meghatározásával vehetjük figyelembe.

**4. A mért adatok**

**4.1. A vízérték meghatározása:**

A környezeti hőmérséklet $T\_{k0}=14,59\pm 0,005°C$, a fűtési feszültség $U=1,994\pm 0,0005 V$ volt. A program szerint

$ϵ\_{0}=0,122323 \frac{1}{min};T\_{a}=14,6188°C$; $T\_{0}^{\*}=18,74\pm 0,02°C$ ($T\_{a}$ az aszimptotikus hőmérséklet, $T\_{0}^{\*}$ a kaloriméter korrigált hőmérséklete.) Fűtési idő: $t\_{f0}=108,04 s$.

$$v=\frac{U^{2}}{R}t\_{f}⋅\frac{1}{T^{\*}-T\_{k}}=\frac{93,385}{4,205}=22,208 \frac{J}{K}$$



A környezeti hőmérséklet és a korrigált hőmérséklet hibáját a program által készített ábrából becsültem meg.

 $\frac{Δv}{v}=2\frac{ΔU}{U}+\frac{ΔR}{R}+\frac{ΔT\_{k}+ΔT^{\*}}{ΔT}=2\frac{0,0005}{0,994}+\frac{0,01}{4,60}+\frac{0,005+0,02}{4,15}=0,009$, így $Δv=0,2\frac{J}{K}$. Tehát a kaloriméter vízértéke:

$$v=22,2\pm 0,2 \frac{J}{K}$$

**4.2. A minta fajhőjének meghatározása az „a” módszerrel**

$ϵ'=3,0734;$ $T\_{k}=14,62\pm 0,02°C$; $T^{\*}=17,64\pm 0,03°C$, a minta kezdeti hőmérséklete:

$T\_{m0}=32,7\pm 0,05°C$.

$$T\_{m}^{\*}=T\_{k}+\frac{ϵ^{,}}{ϵ^{,}-ϵ\_{0}}\left(T^{\*}-T\_{k}\right)=14,62+\frac{3,0734}{3,0734-0,122323}\left(17,64-14,62\right)=17,77\pm 0,05°C$$



A minta tömege:

|  |  |
| --- | --- |
| $$i$$ | $$m\_{i} (g)$$ |
| 1 | 4,7815 |
| 2 | 4,7812 |
| 3 | 4,7811 |
| 4 | 4,7812 |
| 5 | 4,7812 |

A tömegek átlaga: $\overbar{m}=4,7812$, szórása: $Δm=0,0002$, így $m=0,0047812\pm 2⋅10^{-7} kg$.

Ebből a minta fajhője:

$$c=\frac{v}{m}\frac{T^{\*}-T\_{k}}{T\_{m0}-T\_{m}^{\*}}=\frac{22,2}{0,0047812}⋅\frac{17,64-14,62}{32,7-17,77}=939,21\frac{J}{kg⋅K}$$

Hibaszámítás:

$$\frac{Δc}{c}=\frac{Δv}{v}+\frac{Δm}{m}+\frac{Δ\left(T^{\*}-T\_{k}\right)}{T^{\*}-T\_{k}}+\frac{Δ\left(T\_{m0}-T\_{m}^{\*}\right)}{T\_{m0}-T\_{m}^{\*}}=\left(…\right)=0,02$$

Ebből $Δc≈19\frac{J}{kg⋅K}$, azaz

$$c=939\pm 19\frac{J}{kg⋅K}$$

Feltételezhető, hogy a minta alumíniumból készült.

**4.3. A minta fajhőjének meghatározása a „b” módszerrel**

A környezeti hőmérséklet: $T\_{k}=14,75\pm 0,02°C$, a fűtési idő: $t\_{f}=121,39 s$. $T^{\*}=18,65\pm 0,02°C$, a közölt hőmennyiség: $Q=\frac{U^{2}}{R}t=104,9 J$, valamint az „a” módszer alapján $ϵ^{,}=3,0734\frac{1}{min}$. Ezekből

$$T\_{m}^{\*}=T\_{k}+\frac{ϵ^{'}}{ϵ^{'}-ϵ\_{0}}\left(T^{\*}-T\_{k}\right)=\left(…\right)=18,81\pm 0,02°C$$



$$c^{'}=\frac{1}{m}\frac{Q-v\left(T^{\*}-T\_{k}\right)}{T\_{m}^{\*}-T\_{k}}=\frac{1}{m}\frac{18.32}{4,06}=943,76\frac{J}{kg⋅K}$$

c’ hibáját a vízértékhez hasonlóan lehet meghatározni:

$$\frac{Δc^{'}}{c^{'}}=2\frac{ΔU}{U}+\frac{ΔR}{R}+\frac{ΔT\_{k}+ΔT^{\*}}{ΔT}+\frac{ΔT\_{m}^{\*}}{T\_{m}^{\*}}=\left(…\right)=0,02$$

Ebből $Δc^{'}≈19\frac{J}{kg⋅K}$, azaz

$$c^{'}=944\pm 19\frac{J}{kg⋅K}$$

Ez hibahatáron belül jó egyezést mutat az „a” módszerrel meghatározott értékkel.

**5. A hőátadási tényezők**

$$h=ϵ\_{0}v=0,1223⋅22,2=2,7084 \frac{J}{K⋅min}$$

$Δv=0,2$, $ϵ\_{0}$ hibáját pedig az iterációs reziduumból 0,001-nek becsülöm. $\frac{Δh}{h}=\frac{Δv}{v}+\frac{Δϵ\_{0}}{ϵ\_{0}}=0,02$, azaz

$$h=2,71\pm 0,05\frac{J}{K⋅min}$$

$$w=\overbar{c}⋅m=4,50 \frac{J}{K}$$

$$k=w\frac{ϵ⋅ϵ^{'}}{ϵ\_{0}}=10,82$$

$ϵ$ hibáját úgy adtam meg, hogy a kiértékelő programmal mindkét módszernél kiszámíttattam, majd a két értéknek vettem a szórását, ebből $Δϵ$ 0,002-nek adódott.

$ϵ'$ hibáját az „a” módszer kiértékelésekor a főszakasz végének perturbációjával számoltam:

$\overbar{ϵ}'=\frac{3,0672+3,0657+3,0680}{3}=3,067, Δϵ'=0,001,$ így $ϵ'=3,067\pm 0,001\frac{1}{min}$

$$\frac{Δk}{k}=\frac{Δm}{m}+\frac{Δc}{c}+\frac{Δϵ}{ϵ}+\frac{Δϵ^{'}}{ϵ^{'}}+\frac{Δϵ\_{0}}{ϵ\_{0}}=(…)=0,02$$

$$k=10,8\pm 0,2\frac{J}{kg⋅K}$$

Látszik, hogy k>>h, így a kaloriméter jónak mondható.

A kapott fajhőértékek diszkusszióra szorulnak, minthogy a hivatalos adatok szerint $c\_{Al}=897\frac{J}{kg⋅K}$ (@25°C). Véleményem szerint azért kaptunk magasabb értéket, mivel...

1. Az alumíniumon védő oxidréteg van, melynek hővezetési tényezője jóval kisebb, mint a tiszta alumíniumé.
2. Az oxidrétegen kívül zsír-, por-, és páraréteg is borította a mintát

Ezek az anyagok gátolták a hővezetést a kaloriméter és a minta között, ezáltal kissé meghamisítva a fajhő értékét.