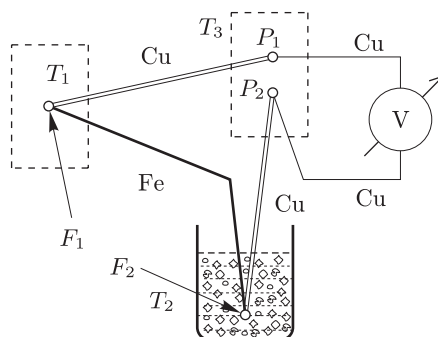


**Megoldás. A termoelem elkészítése.** A termoelemet úgy készítettem el, hogy egy kb. 40 cm hosszúságú, 1 mm átmérőjű vasdrót végeit laposra kalapáltam, a lemezszerű végeket a drót mindkét végén kb. 5 mm-es darabon visszahajtva a keletkezett résekbe egy-egy 0,5 mm átmérőjű rézdrót végeit szorítottam, a vaslemezeket satuval a rézdróra préseltem, majd a lemezek széleit ponthegesztővel rögzítettem. A drótok végeit szigetelőszalaggal tekertem körbe. Így az 1. ábrának megfelelően két érintkezési („forrasztási”) pontot sikerült létrehoznom ( $F_1$ ,  $F_2$ ).



1. ábra. A termoelem és a méréshez használt összeállítás vázlatos rajza

#### A mérés végrehajtása

1. *A termoelem kalibrációja.* A feszültségmérésekhez kétféle mérőműszert használtam. Az egyik egy Metex M-4650 CR típusú digitális multiméter volt, amely 200 mV-os méréstartományában a 0,01 mV pontosságú méréseket tesz lehetővé. A másik műszer egy precíziós „Solartron 7071 Computing Voltmeter” volt, amelynek felbontása a legérzékenyebb méréstartományban 0,01  $\mu$ V.

A rézdrótok  $P_1$  és  $P_2$  végeit a megfelelő voltmérő bemeneteihez csatlakoztattam az 1. ábrán bemutatott sémának megfelelő módon. A mérőeszköz és a  $P_1$ – $P_2$  csatlakozási pontok a mérés során végig a laboratóriumnak megfelelő  $T_3 = (23,0 \pm 0,2)$  °C hőmérsékletűek voltak.

A termoelem  $F_2$  forrasztási pontját egy darált jéget és vizet tartalmazó speciális Dewar-edénybe merítettem, amely  $T_2 = (0,00 \pm 0,05)$  °C-os hőmérsékletet biztosított. Az  $F_1$  forrasztási pontot egy Lauda RE106 típusú termosztát termosztálóközegébe merítettem (desztillált víz), amelynek  $T_1$  hőmérséklete 0,1 °C pontossággal szabályozható volt. A termosztát hőmérsékletét 0,0 és 55,0 °C-os hőmérsékletértékek között változtattam.

A mért adatokat az 1. táblázatban foglaltam össze.

$T/^\circ\text{C}$	$U_{\text{Sol}}/\text{V}$	$U_{\text{Met}}/\text{mV}$	$T/^\circ\text{C}$	$U_{\text{Sol}}/\text{V}$	$U_{\text{Met}}/\text{mV}$
0	0,000 004 44	0,00	32,5	0,000 408 03	0,40
5	0,000 061 93	0,06	35,0	0,000 437 57	0,43
7,5	0,000 089 93	0,09	37,5	0,000 468 76	0,46
10,0	0,000 123 86	0,12	40,0	0,000 498,33	0,49
15,0	0,000 188 52	0,18	45,0	0,000 557 43	0,55
20,0	0,000 251 92	0,25	50,0	0,000 616 67	0,61
25,0	0,000 315 61	0,31	55,0	0,000 676 53	0,67
30,0	0,000 377 18	0,37			

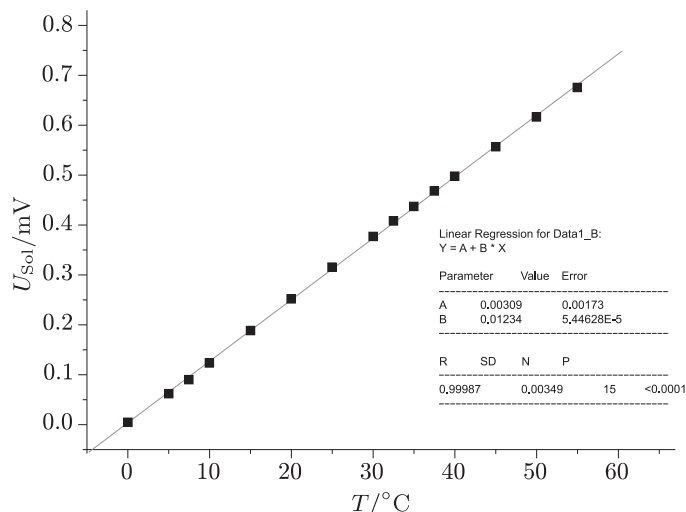
1. táblázat. A termosztát különböző  $T$  hőmérsékleténél leolvasott feszültségértékek

A mért értékek hibáját a Metex készülék esetében az eszköz felbontása határozta meg ( $\pm 0,01$  mV). A Solartron 7071 voltmérő rendkívüli érzékenysége lehetővé tette a leolvasott értékek statisztikai feldolgozását, amelynek alapján a feszültségadatok standard hibája nem volt nagyobb, mint  $\pm 4,5$   $\mu$ V.

A 2. ábrán a Solartron voltmérővel mért adatokat mutatom be. Látható, hogy a mért pontok kitűnően illeszkednek az  $U_{\text{Sol}}/\text{mV} = 0,01234 \cdot T + 0,00309$  egyenletű egyenesre. Az illeszkedés statisztikai adatai az ábrán láthatóak. Ha a pontokra másodfokú polinomot (parabolát) illesztünk, akkor annak egyenlete:

$$U_{\text{Sol}}/\text{mV} = -9,539 14 \cdot 10^{-6} T^2 + 0,012 86 T - 0,001 17,$$

a másodfokú tag együtthatója láthatóan igen kicsi.

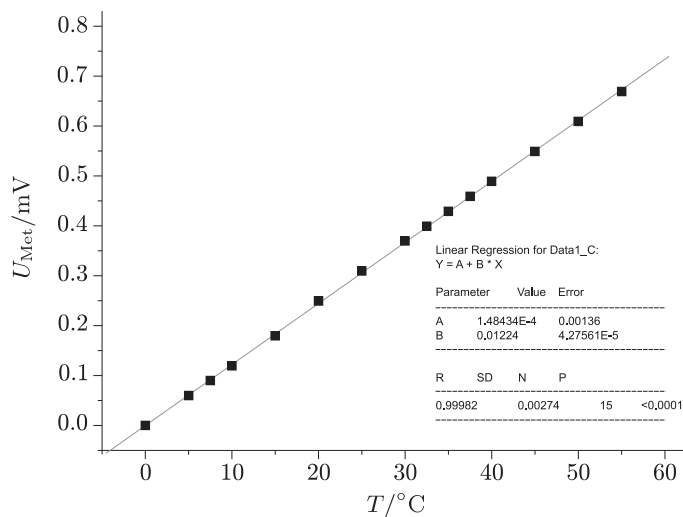


2. ábra. A Solartron 7071 voltmérővel mért adatok az illesztett egyenessel

A 3. ábrán a Metex M-4650 CR voltmérővel mért adatokat mutatom be. Látható, hogy a mért pontok kitűnően illeszkednek az

$$U_{\text{Met}}/\text{mV} = 0,01224 \cdot T + 1,48434 \cdot 10^{-4}$$

egyenletű egyenesre. Az illeszkedés statisztikai adatai az ábrán láthatóak. Ha a pontokra másodfokú polinomot (parabolát) illesztünk, akkor annak egyenlete:  $U_{\text{Met}}/\text{mV} = -6,64883 \cdot 10^{-6}T^2 + 0,0126T - 0,00282$ , a másodfokú tag együtthatója itt is nagyon kicsi.



3. ábra. A Metex M-4650 CR voltmérővel mért adatok az illesztett egyenessel

2. A bőrfelületi hőmérséklet mérése. A bőrfelületi hőmérséklet mérését úgy hajtottam végre, hogy az  $F_1$  forrasztási pontot a mutató, a középső és a hüvelykujjam közé fogtam úgy, hogy a bőrfelületek teljesen befedjék.

A Solartron 7071 voltmérővel mért értékek 1 perces átlaga  $U_{\text{Sol}}^{\text{B}} = (0,446 \pm 0,005)$  mV a Metex voltmérővel mért érték stabilan  $U_{\text{Met}}^{\text{B}} = 0,44$  mV volt.

A mért értéket a kalibrációs egyenesek egyenletébe helyettesítve a bőrfelületi hőmérséklet a Solartron voltmérővel mérve  $T_{\text{Sol}}^{\text{B}} = (35,89 \pm 0,15)$  °C. A Metex voltmérővel kapott érték  $T_{\text{Met}}^{\text{B}} = 36$  °C. (A másodfokú polinomok egyenletéből is hasonló értékeket kapunk.)

A bőrfelület hőmérsékletére a kétféle műszerrel végzett mérés alapján a  $(35,9 \pm 0,2)$  °C értéket fogadhatjuk el.