

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ ΤΥΠΟΥ R, ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ Ε.Ι.Μ., ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΓΕΡΜΑΝΙΚΟ ΕΘΝΙΚΟ ΦΟΡΕΑ ΜΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ P.T.B.

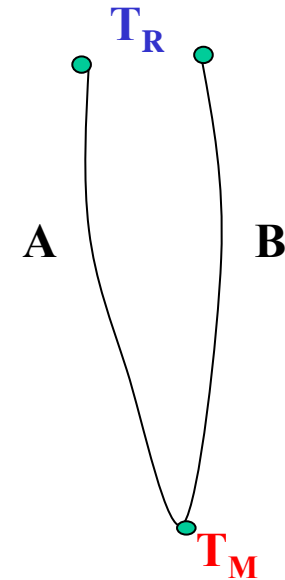
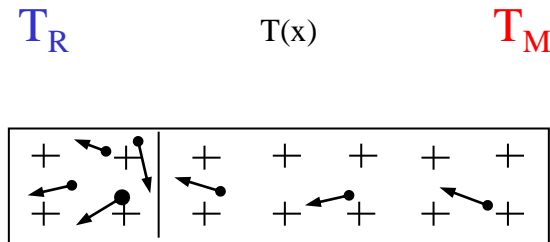
Κοκκίνη Ευμορφία και Αναγνώστου Μιλτιάδης

Διεύθυνση Φυσικών Μεγεθών
Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας

ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΗ

- ❖ Οι πιο γνωστοί και ευρέως διαδεδομένοι αισθητήρες θερμοκρασίας
- ❖ Πρόκειται για δύο αγωγούς διαφορετικών μετάλλων, τα θερμοστοιχεία (*thermoelements*), ενωμένους στο ένα άκρο τους (*measuring junction*)
- ❖ Χαρακτηρίζονται από
 - ✓ απλότητα κατασκευής
 - ✓ χαμηλό κόστος
 - ✓ μεγάλο εύρος θερμοκρασίας
 - ✓ πολλαπλές χρήσεις

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ SEEBECK



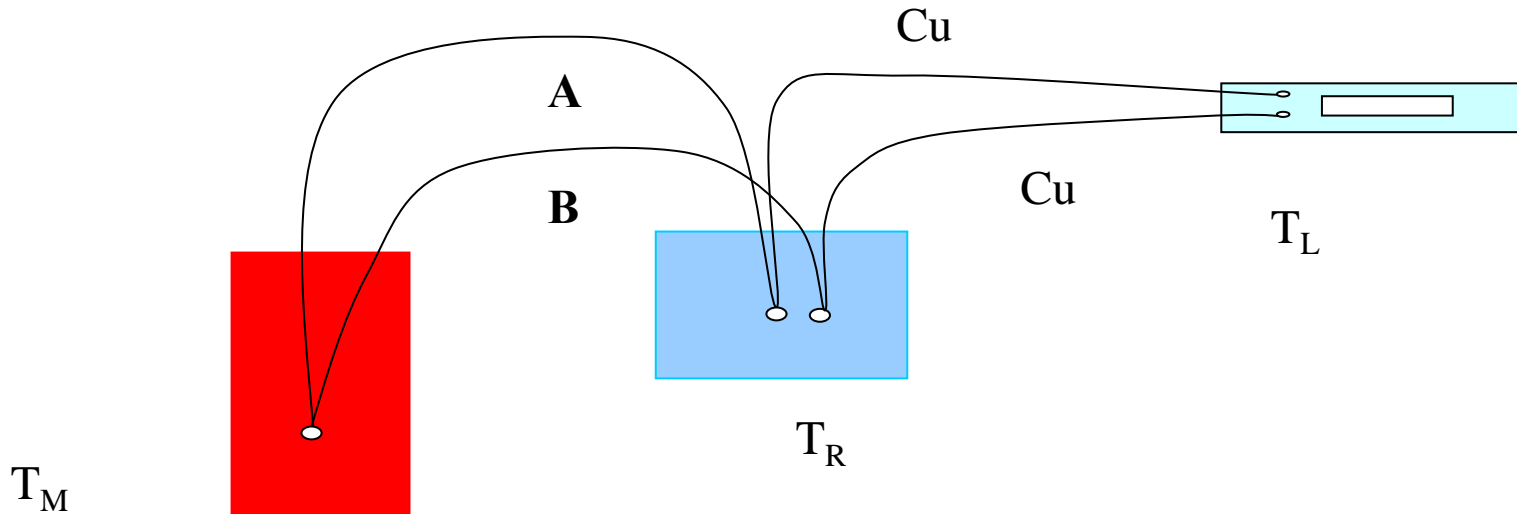
$$Emf = \int_{T_R}^{T_M} S dT$$

Για να μετρηθεί η παραγόμενη τάση απαιτούνται δύο σύρματα σε επαφή (θερμοζεύγος):

$$E = \int_{T_R}^{T_M} S_A dT + \int_{T_M}^{T_R} S_B dT = \int_{T_R}^{T_M} S_A dT - \int_{T_R}^{T_M} S_B dT$$

E είναι η διαφορά των παραγόμενων *emf* των δύο αγωγών, που βρίσκονται στην ίδια διαφορά θερμοκρασίας

Συνδεσμολογία θερμοζεύγους με αναφορά



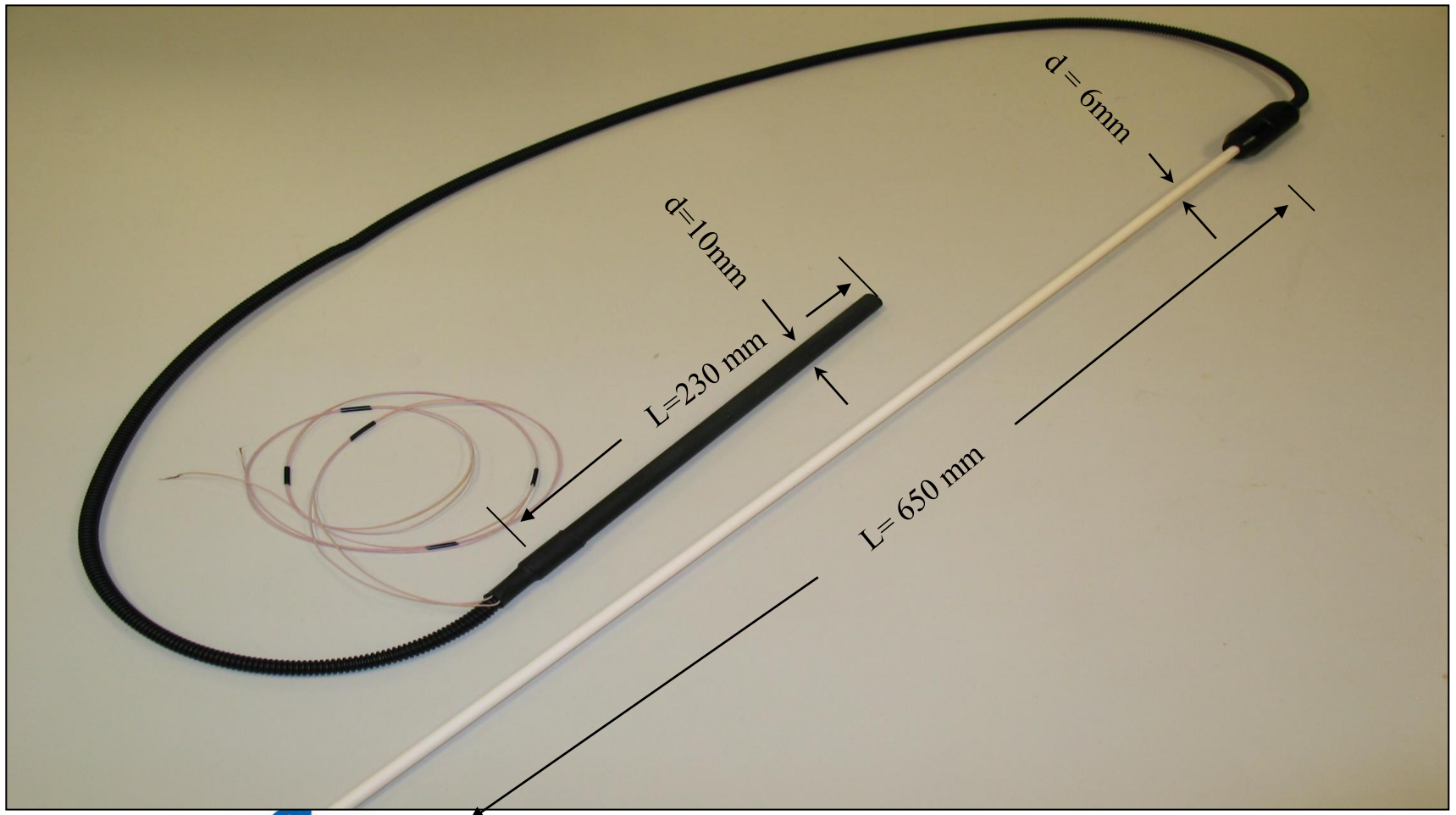
$$E = E_{AB}(T_M) - E_{AB}(T_R)$$

$$E_{AB}(T_R) = 0 \text{ \acute{o}ταν } T_R = 0^\circ\text{C}$$

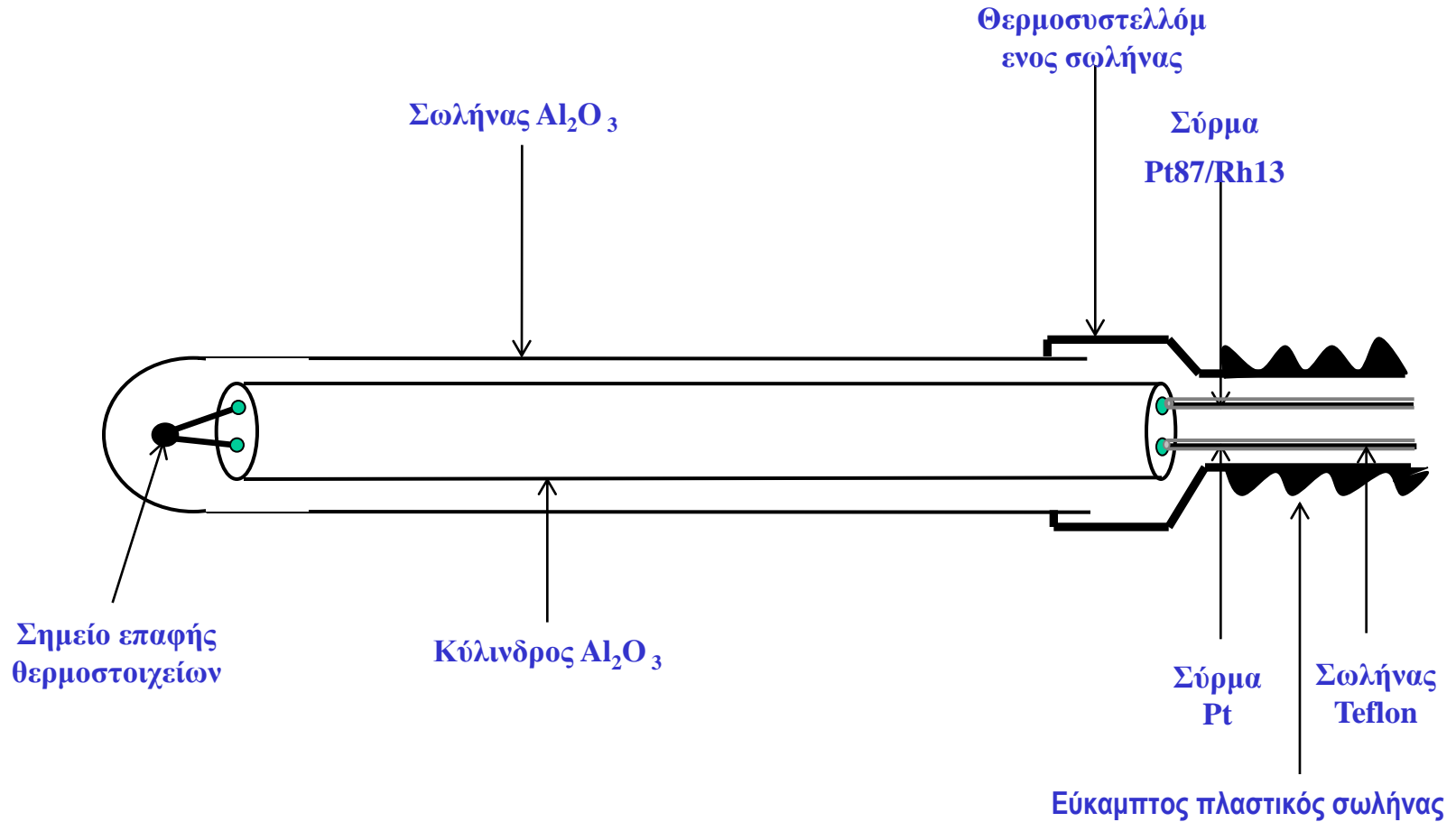
ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΩΝ

IEC Code	+ σύρμα	- σύρμα	Max Range	Emf (mV)	Std error
J	Fe	Cu-Ni	-210 to 1200 °C	-8.1 to 69.6	2.2 °C ή 0.75% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
K	Ni-Cr	Ni-Al	-270 to 1372 °C	-6.5 to 54.9	2.2 °C ή 0.75% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
T	Cu	Cu-Ni	-270 to 400 °C	-6.3 to 20.9	1 °C or 0.75% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
E	Ni-Cr	Cu-Ni	-270 to 1000 °C	-9.8 to 76.4	1.7 °C or 0.5% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
N	Ni-Cr-Si	Ni-Si-Mg	-270 to 1300 °C	-4.3 to 47.5	2.2 °C or 0.75% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
R	Pt-13%Rh	Pt	-50 to 1768 °C	-0.2 to 21.1	1.5 °C or 0.25% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
S	Pt-10%Rh	Pt	-50 to 1768 °C	-0.2 to 18.7	1.5 °C or 0.25% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
B	Pt-30%Rh	Pt-6%Rh	0 to 1820 °C	0 to 13.8	0.5% over 800 °C
G(W)*	W	W-26%Re	0 to 2320 °C	0 to 38.6	4.5 °C or 1% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
C(W5)*	W-5%Re	W-26%Re	0 to 2320 °C	0 to 37.1	4.5 °C or 1% (όποιο είναι μεγαλύτερο)
D(W3)*	W-3%Re	W-25%Re	0 to 2320 °C	0 to 39.5	4.5 °C or 1% (όποιο είναι μεγαλύτερο)

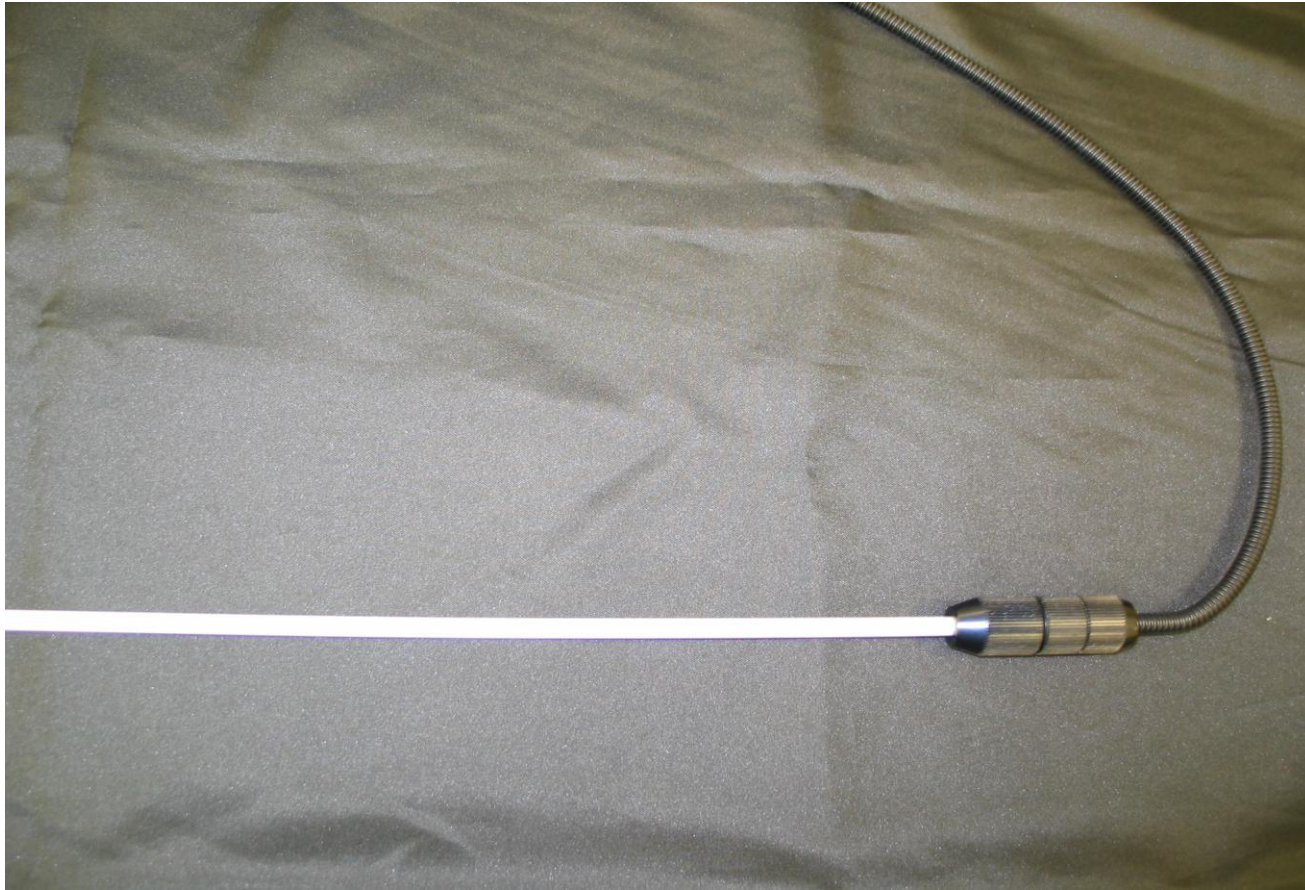
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ ΤΥΠΟΥ R



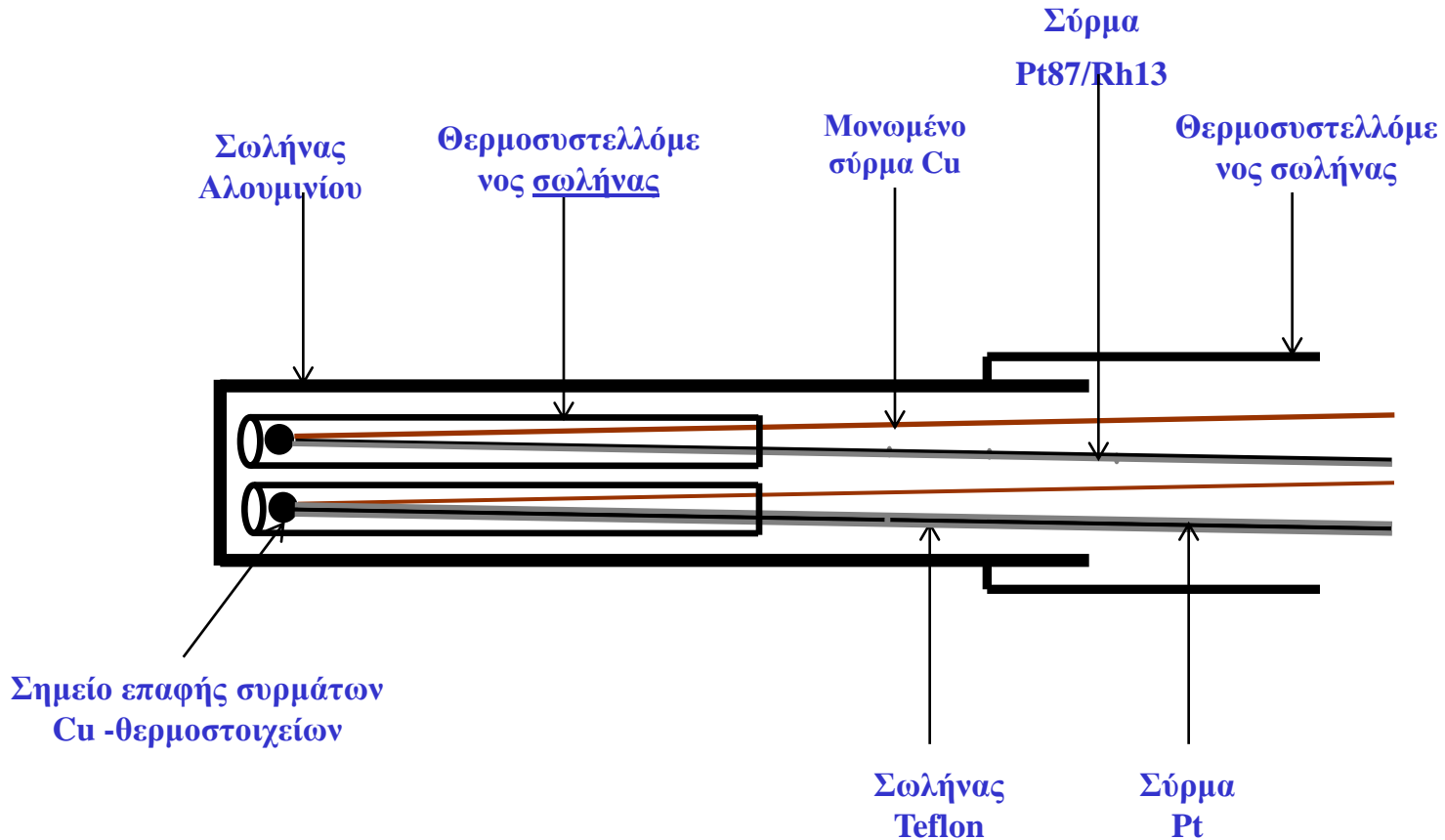
A. Κατασκευή στελέχους θερμοζεύγους & σημείου μέτρησης (*measurement junction*)



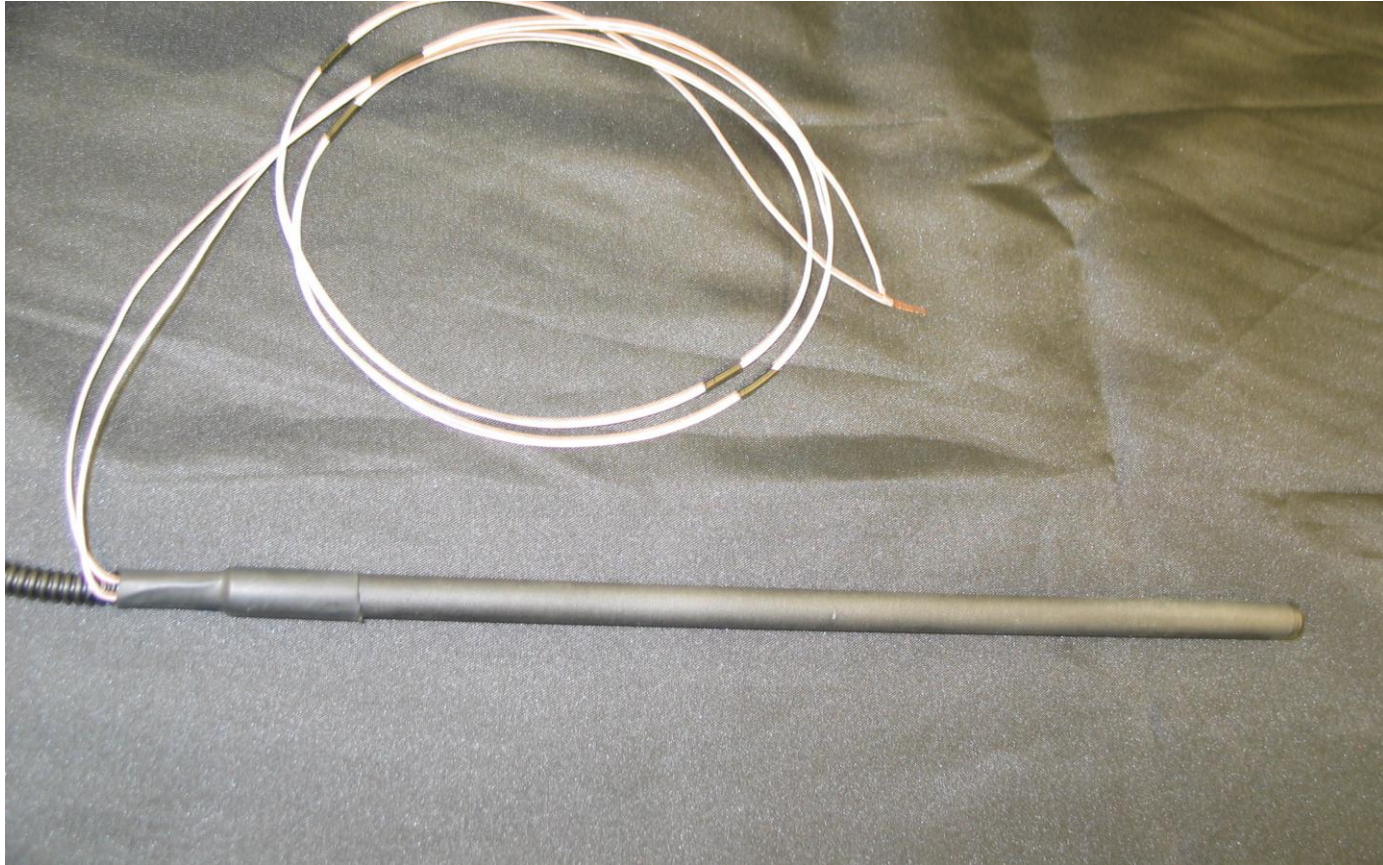
Στέλεχος θερμοζεύγους τύπου R (ser.no 01-07)



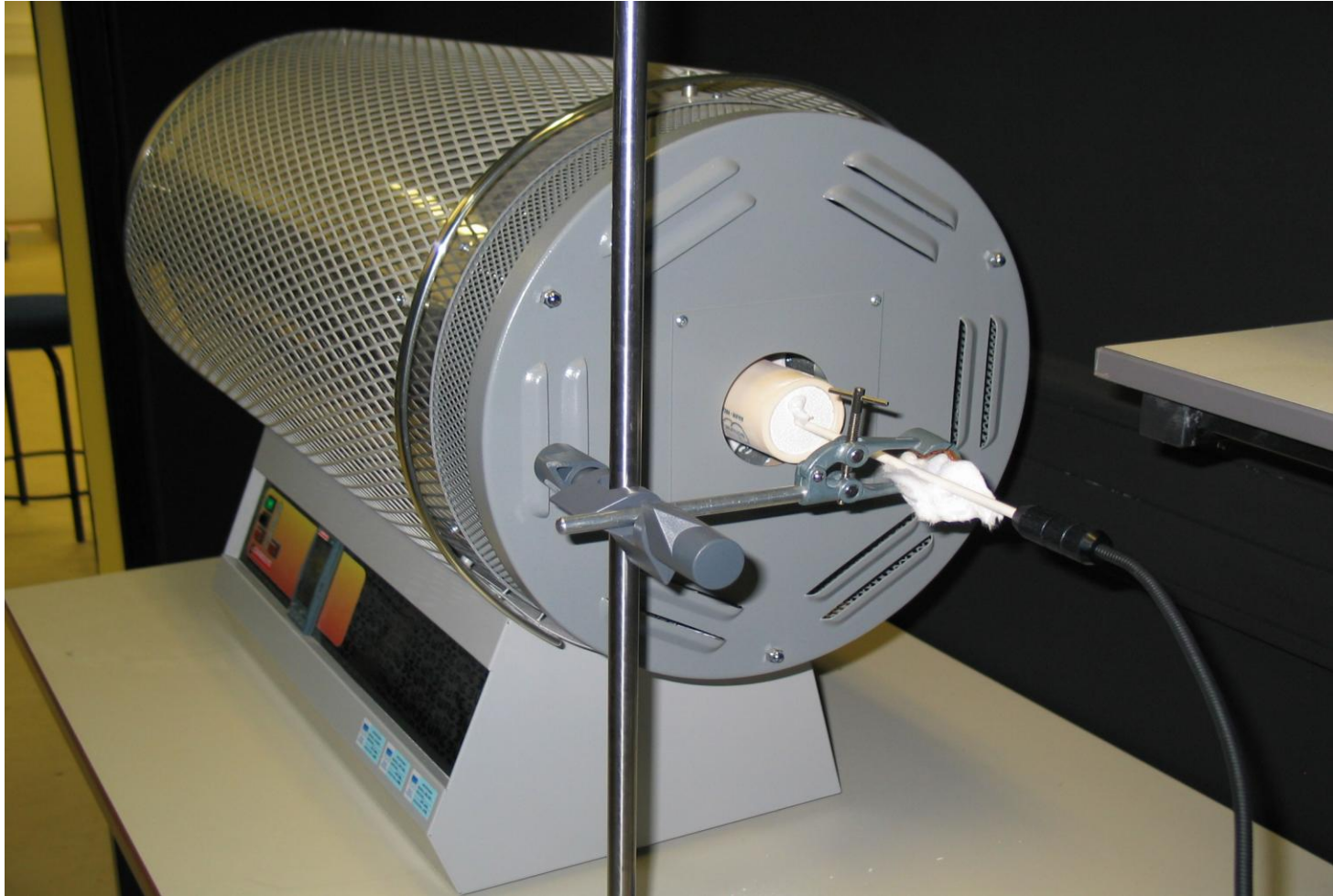
B. Κατασκευή σημείου αναφοράς (*reference junction*)



Σημείο αναφοράς (reference junction) τύπου R (ser.No 01-07)

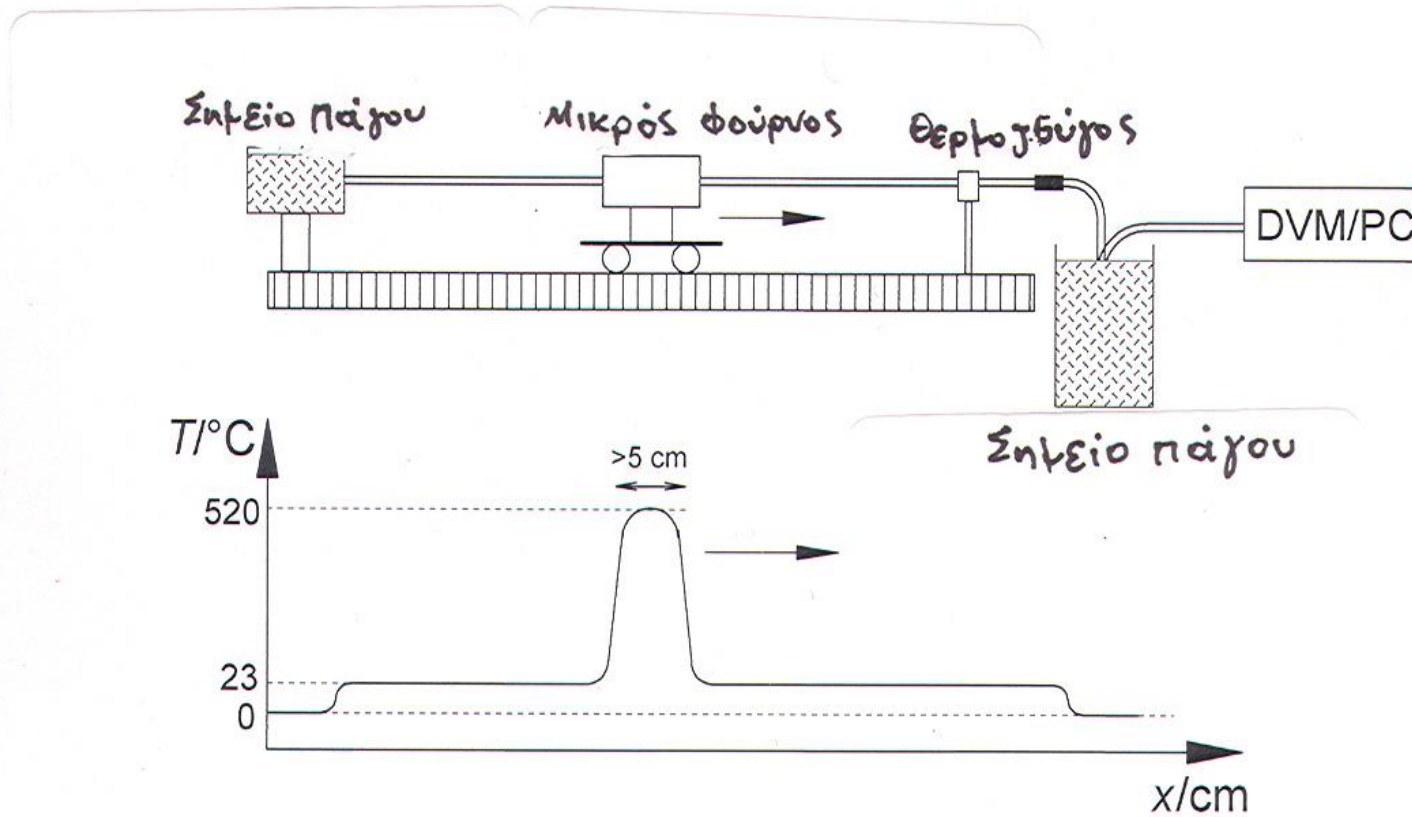


ΑΝΟΠΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ

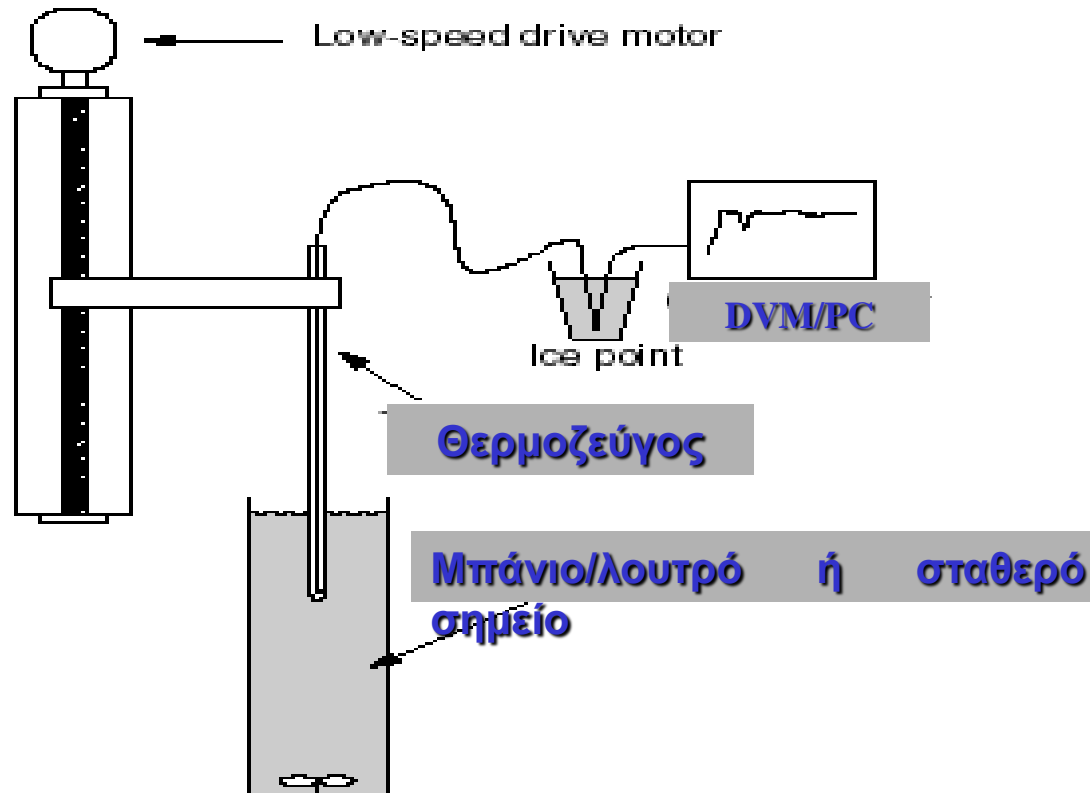


ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑΣ

Α. Μέθοδος μεταφερόμενης θερμοκρασιακής βαθμίδας



B. Μέθοδος ελέγχου ανομοιογένειας θερμοζεύγους (ser.no 01-07)



Αποτελέσματα ελέγχου ανομοιογένειας θερμοζεύγους 01-

07

Ημερομηνία & τύπος	Σταθερό σημείο κλίμακας ITS - 90	Θερμοκρασία (°C)	Μετρούμενη emf (μV)	Μήκος Βύθισης (cm)
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9998,53	0
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9998,03	-2
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9997,99	-4
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9998,13	-6
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9998,06	-8
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9997,85	-10
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9997,60	-12
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9995,624	-14

$$\diamond \Delta Emf (inhomogeneity) = 1,1 \mu V$$

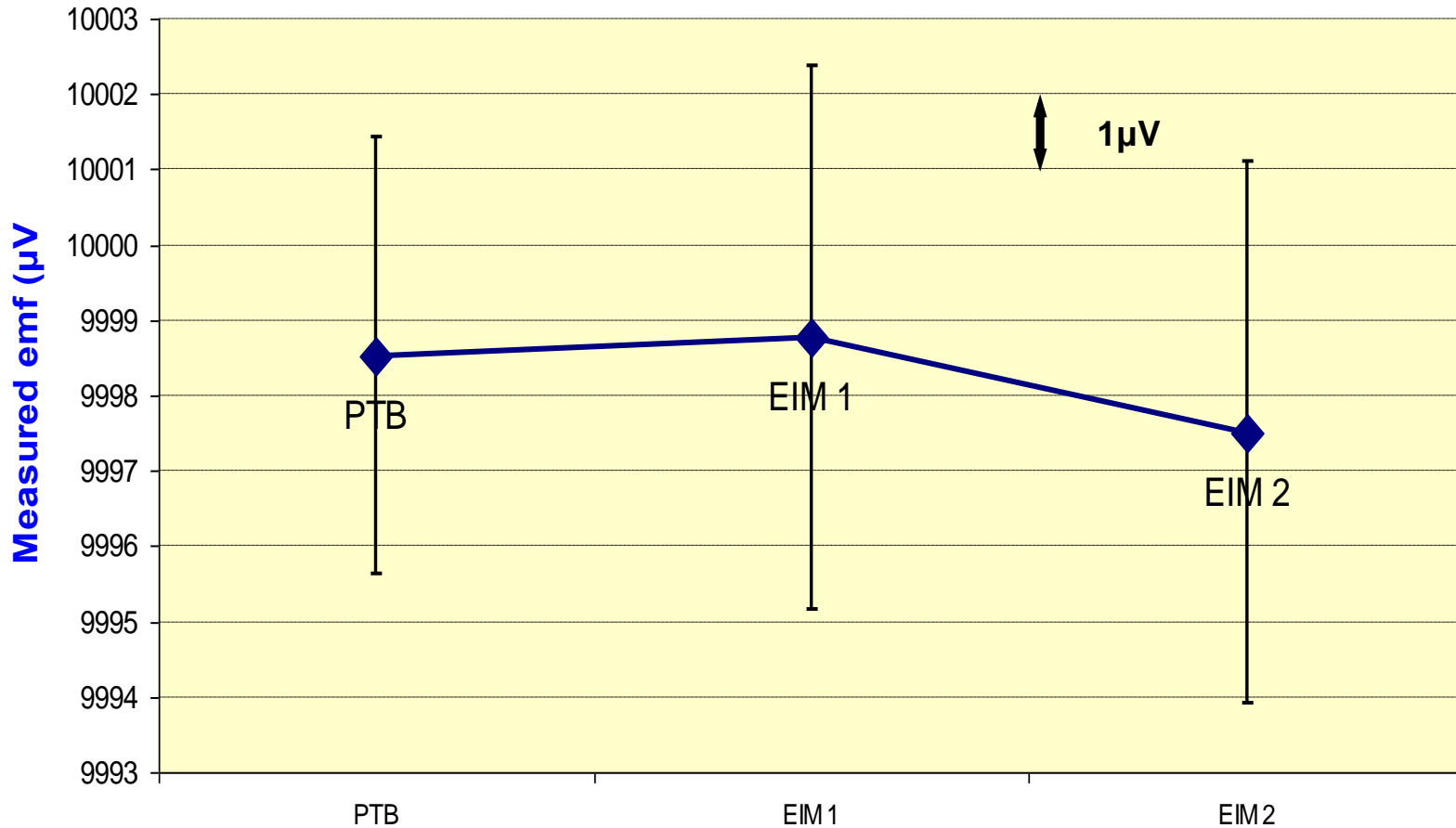
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΥΣ

Fixed point calibration

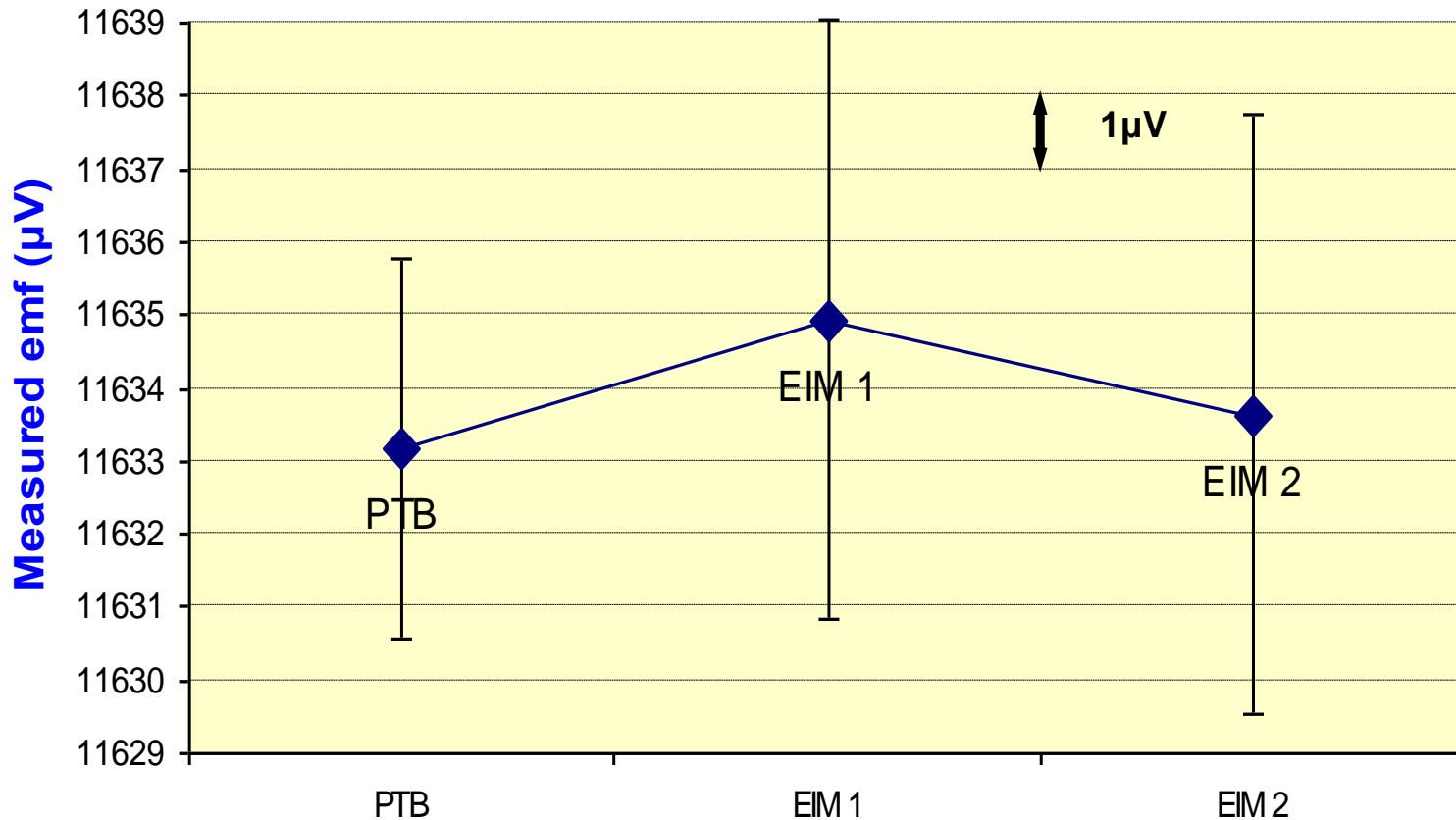
- Σημείο Cu (**1084,62 °C**)
- Σημείο Ag (**961,78 °C**)

Ημερομηνία & τύπος	Σταθερό σημείο κλίμακας ITS - 90	Θερμοκρασία (°C)	Μετρούμενη emf (μV)	Αβεβαιότητα μέτρησης (2σ)
03/2007 PTB	Cu XXIV	1084,62	11633,17	±0,2 °C/±2,7 μV
03/2007 PTB	Ag 106	961,78	9998,53	±0,2 °C/±2,6 μV
06/2007 E.I.M.	Cu 7005	1084,62	11634,28	±0,3 °C/±4,1 μV
06/2007 E.I.M.	Ag 48	961,78	9998,05	±0,3 °C/±3,9 μV

ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ Ag (961,78 °C)



ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ ΤΟΥ Cu (1084,62 °C)



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το θερμοζεύγος τύπου R με αριθμό σειράς 01-07, αποτελεί κατάλληλο πρότυπο αναφοράς, για διακριβώσεις άλλων θερμοζευγών με την συγκριτική μέθοδο, καθώς :

- ✓ είναι επαναλήψιμο $\pm 1\mu V$ σε υψηλές θερμοκρασίες*
- ✓ σταθερό ανάμεσα σε τρεις διαδοχικές διακριβώσεις*
- ✓ έχει χαμηλή ανομοιογένεια (σύρματα υψηλής καθαρότητας & προσεκτική κατασκευή)*