

# Η Διεθνής Κλίμακα Θερμοκρασίας στο Ελληνικό Ινστιτούτο Μετρολογίας

**Κοκκίνη Ευμορφία και Αναγνώστου Μιλτιάδης**

Διεύθυνση Φυσικών Μεγεθών

# Η Διεθνής Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1990 (ITS-90)

- *Υιοθετήθηκε από την Διεθνή Επιτροπή Μέτρων και Σταθμών στην σύνοδο της το 1989*
- *Αντικατέστησε την Διεθνή Πρακτική Κλίμακα Θερμοκρασίας του 1968 (στην αναθεωρημένη έκδοση της του 1975) και την προσωρινή κλίμακα, από 0.5K έως 30K, του 1976*
- *ITS-27, ITS-48, IPTS-48 (1960), IPTS-68, IPTS-68(1975), EPT-76*

# 1. Μονάδες Θερμοκρασίας

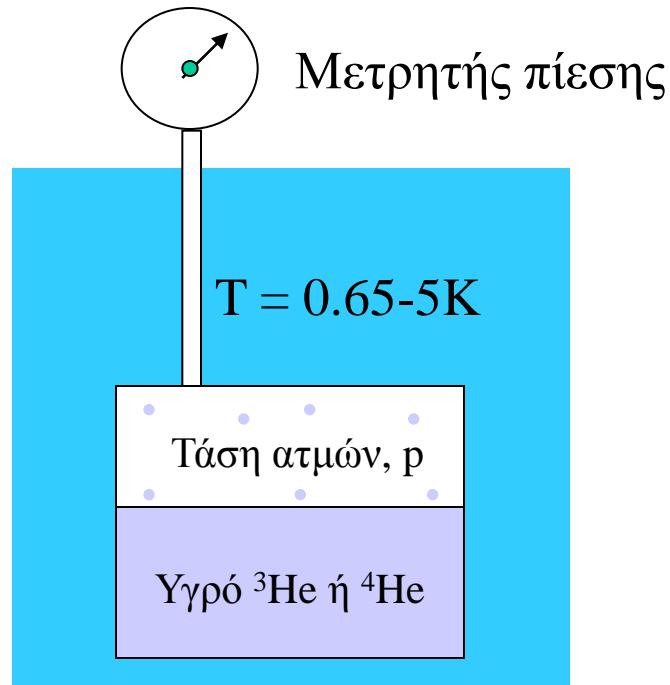
*Θερμοκρασία του τριπλού σημείου του νερού*

$$T_{tp} \equiv 273.16 \text{ Kelvin (K)}$$

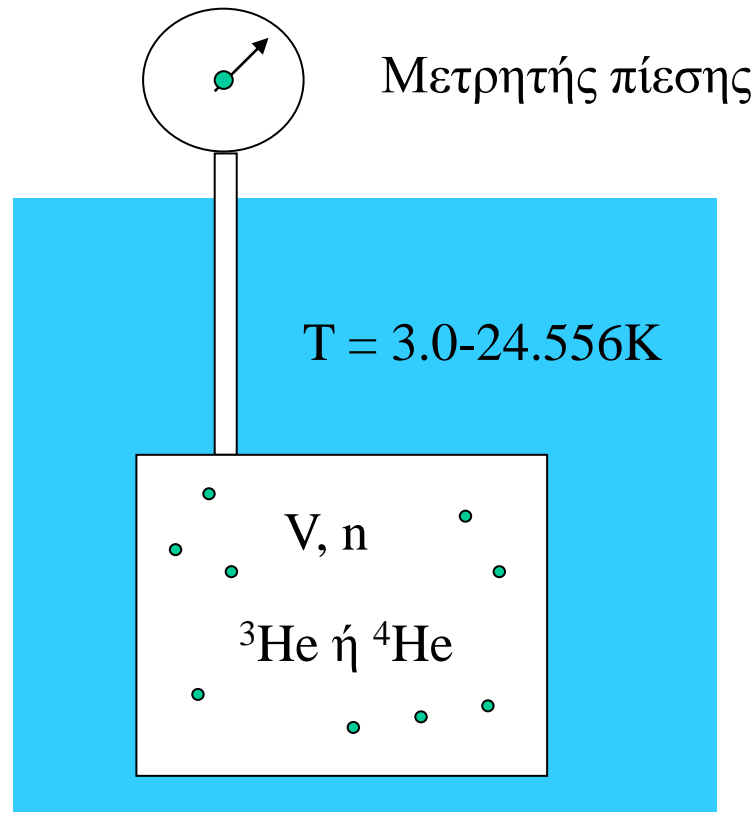
- $1 \text{ Kelvin} \equiv T_{tp} / 273.16$
- $t_{90}/^{\circ}\text{C} = T_{90}/\text{K} - 273.15$

## 2. Πρότυπα Θερμόμετρα της Κλίμακας

$T = 0.65\text{K}$  έως  $5\text{K}$ :  $T_{90}$  ορίζεται βάση των σχέσεων τάσης κορεσμένων ατμών - θερμοκρασίας των  $^3\text{He}$  και  $^4\text{He}$  σε υγρή μορφή



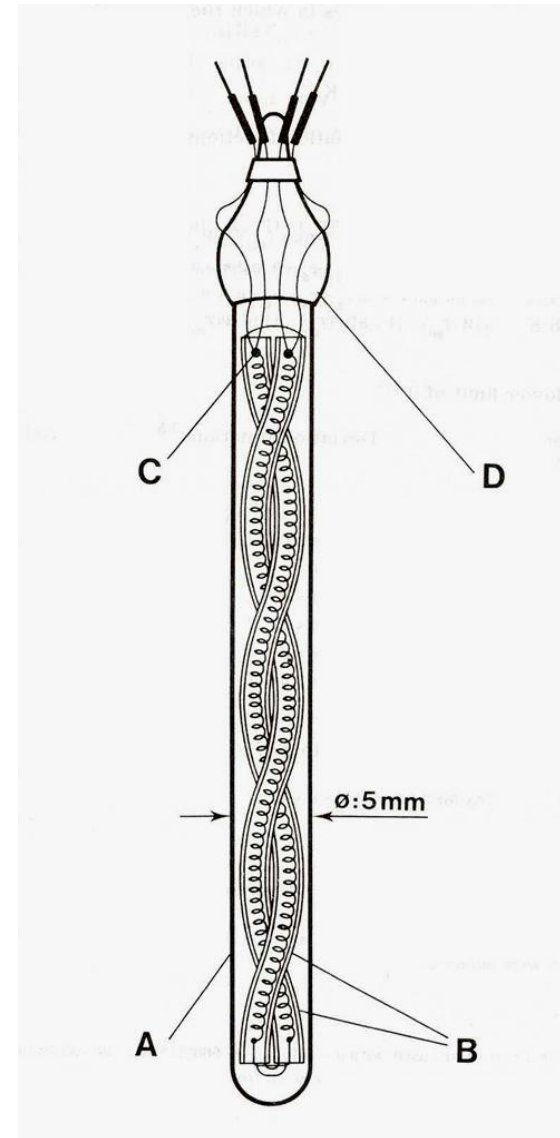
$T = 3.0\text{K}$  έως  $24.556\text{K}$  (τριπλό σημείο του  $\text{Ne}$ ): Θερμόμετρο  
αερίου  ${}^3\text{He}$  ή  ${}^4\text{He}$ , σταθερού όγκου



$T = 13.8033K$  έως  $961.78^{\circ}C$

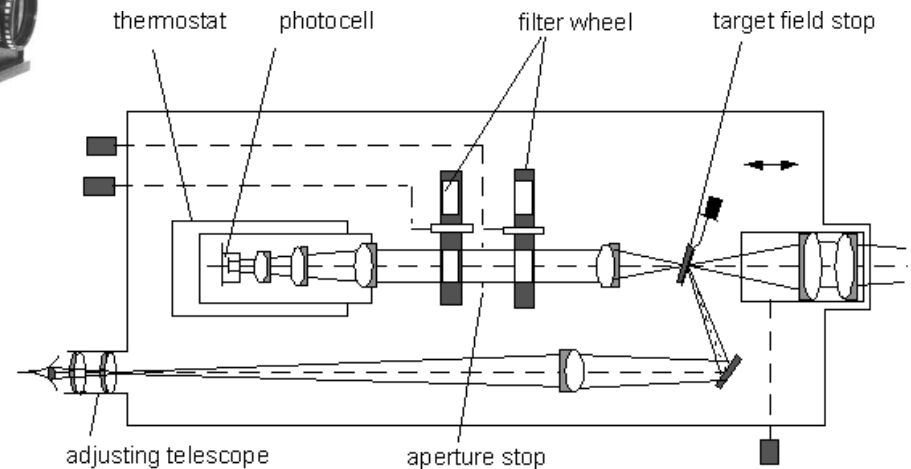
(Τριπλό σημείο Υδρογόνου έως  
σημείο πήξεως Αργύρου):

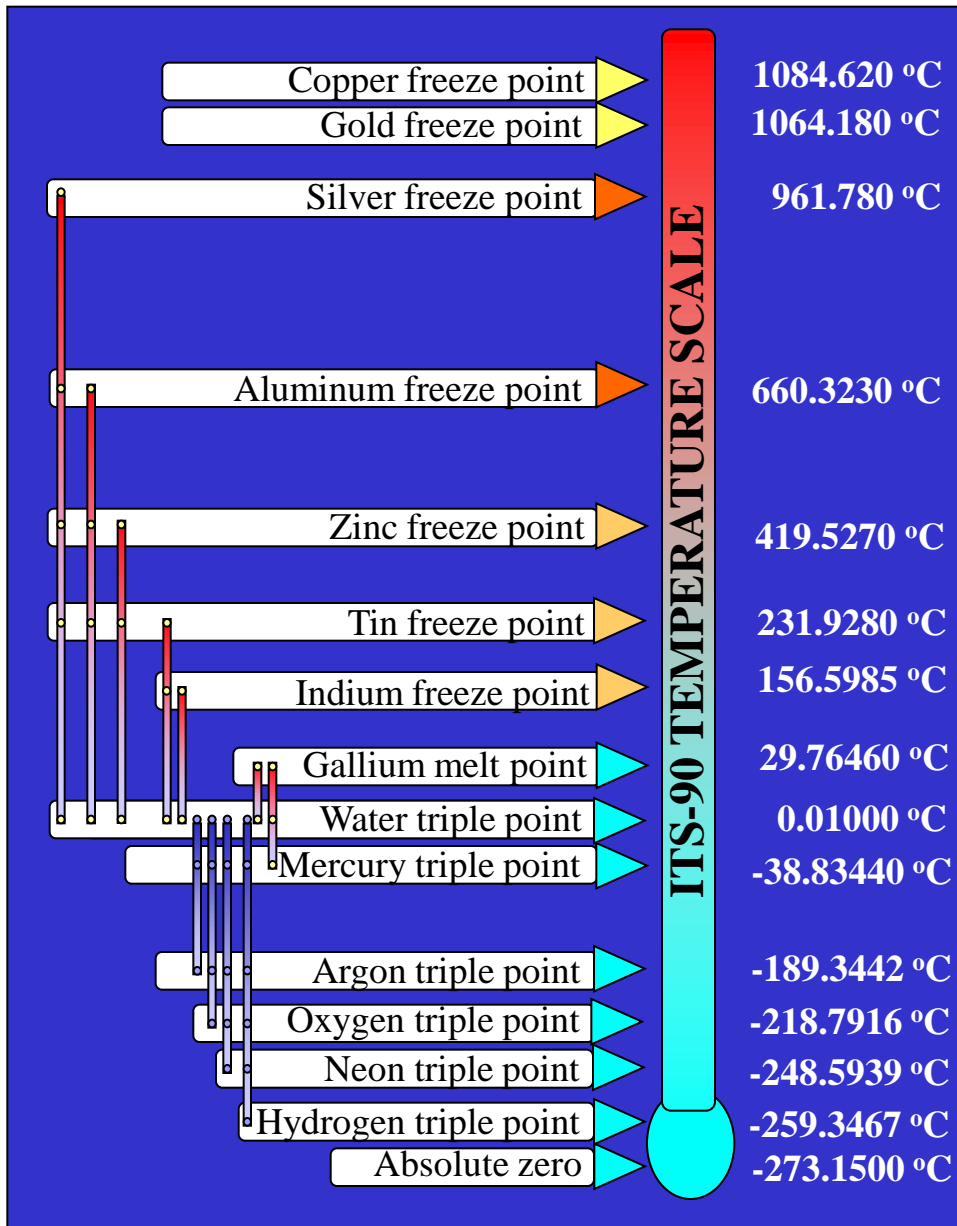
- Πρότυπα Θερμόμετρα Αντιστάσεως  
Λευκόχρυσου *SPRT*



$T > 961.78^{\circ}\text{C}$  (σημείο πήξεως του Αργύρου):

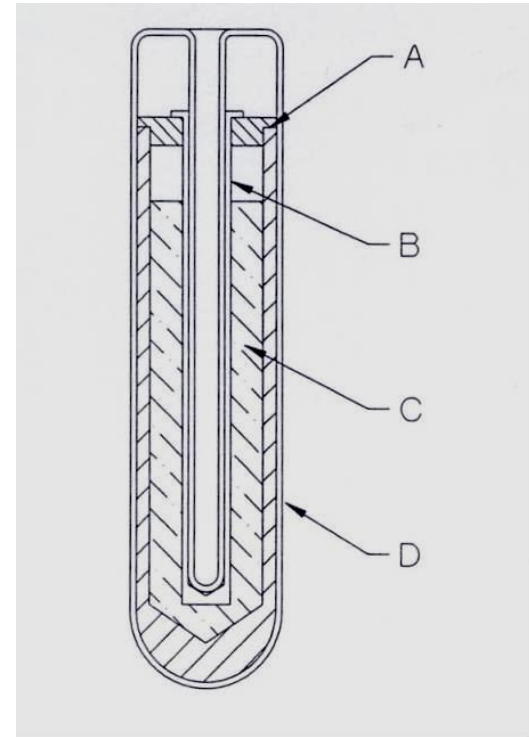
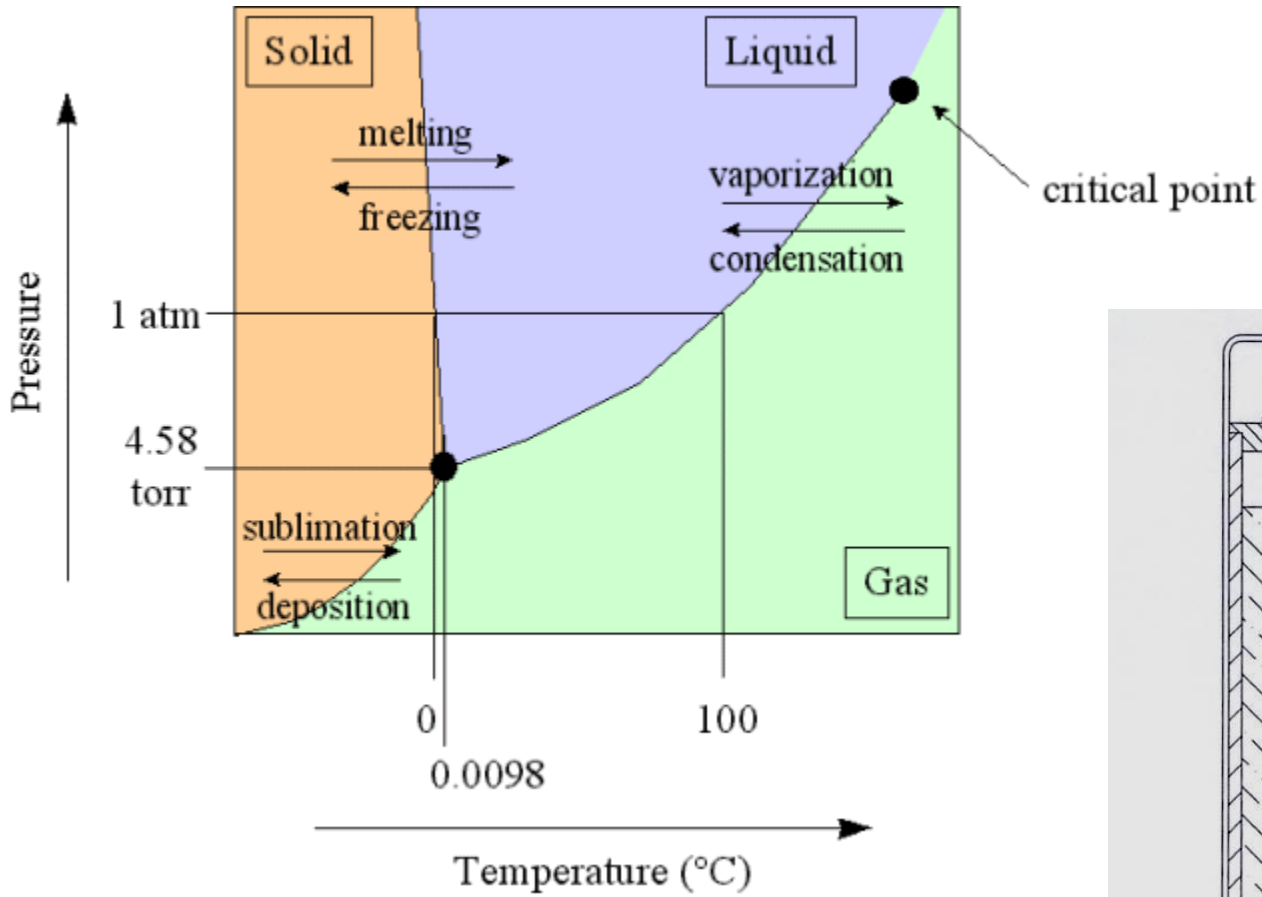
- Πρότυπο μονοχρωματικό πυρόμετρο
- Νόμος ακτινοβολίας του μέλανος σώματος (Planck)

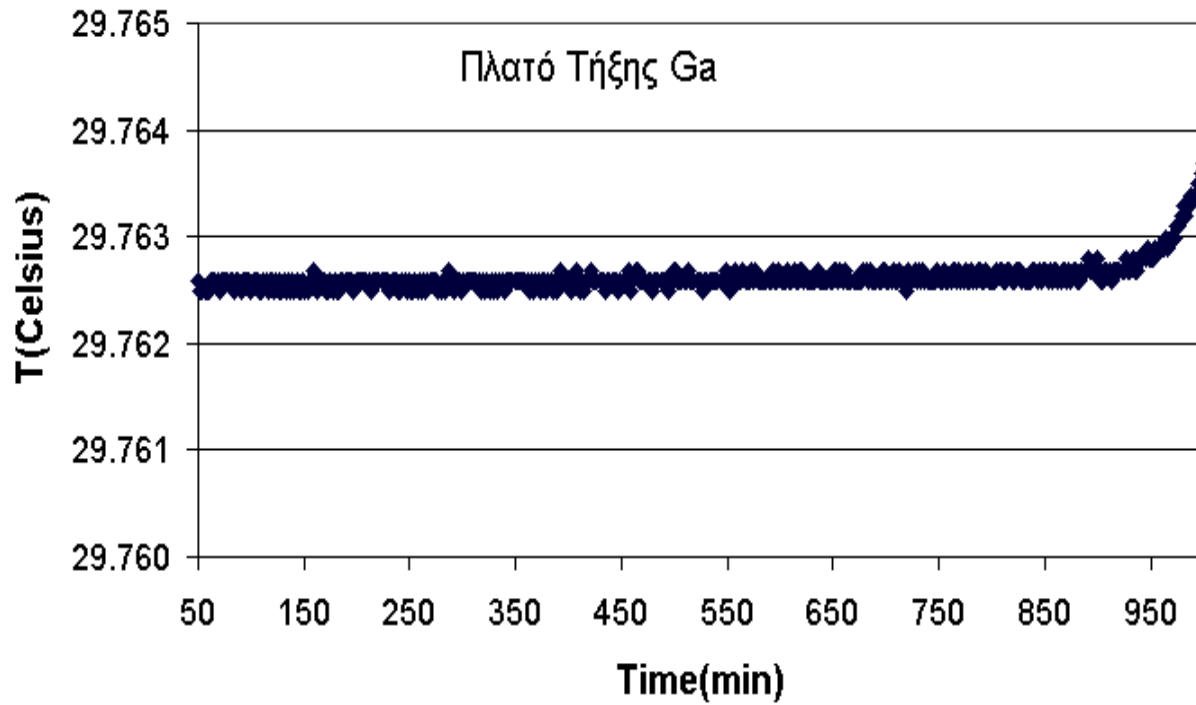




### 3. Πρότυπα σημεία αναφοράς







# Εργαστήριο Θερμοκρασίας EIM

- Πρότυπα Θερμόμετρα Pt, σύμφωνα με την ITS-90
- Θερμοζεύγη ευγενών μετάλλων (S, R, B, Pt/Pd)
- Σημεία της Διεθνούς Κλίμακας Θερμοκρασίας του 1990:

**Ar, Hg, H<sub>2</sub>O, Ga, In, Sn, Zn, Al, Ag, Cu**

- Εύρος μετρήσεων: **-189.3442 °C έως 1084.620 °C**



# Θερμόμετρα αντιστάσεως Λευκόχρυσου

Από 13.8033K έως 273,16 °C:

$$T_{90} / 273.16 \text{ K} = B_0 + \sum_{i=1}^{15} B_i * \left[ \frac{[R(T) / R(0.01^\circ \text{C})]^{\frac{1}{6}} - 0.65}{0,35} \right]^i$$

Από 0 °C έως 961.78 °C:

$$T_{90} / \text{K} = D_0 + \sum_{i=1}^9 D_i * \left[ \frac{R(T) / R(0.01^\circ \text{C}) - 2.64}{1.64} \right]^i + 273.15$$

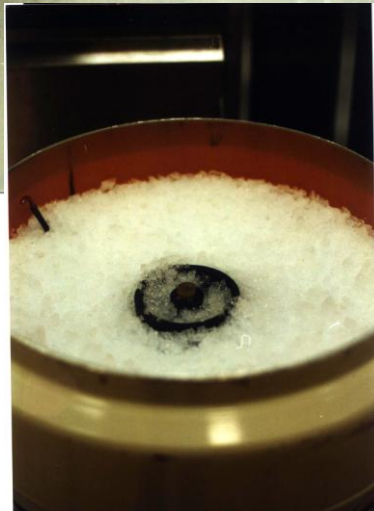
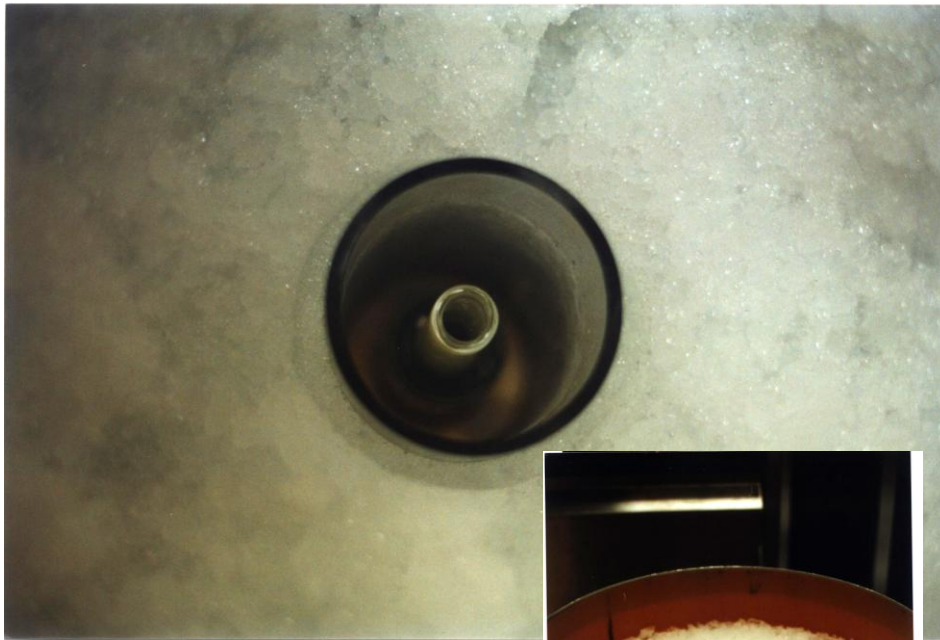
# Το τριπλό σημείο του νερού στο EIM

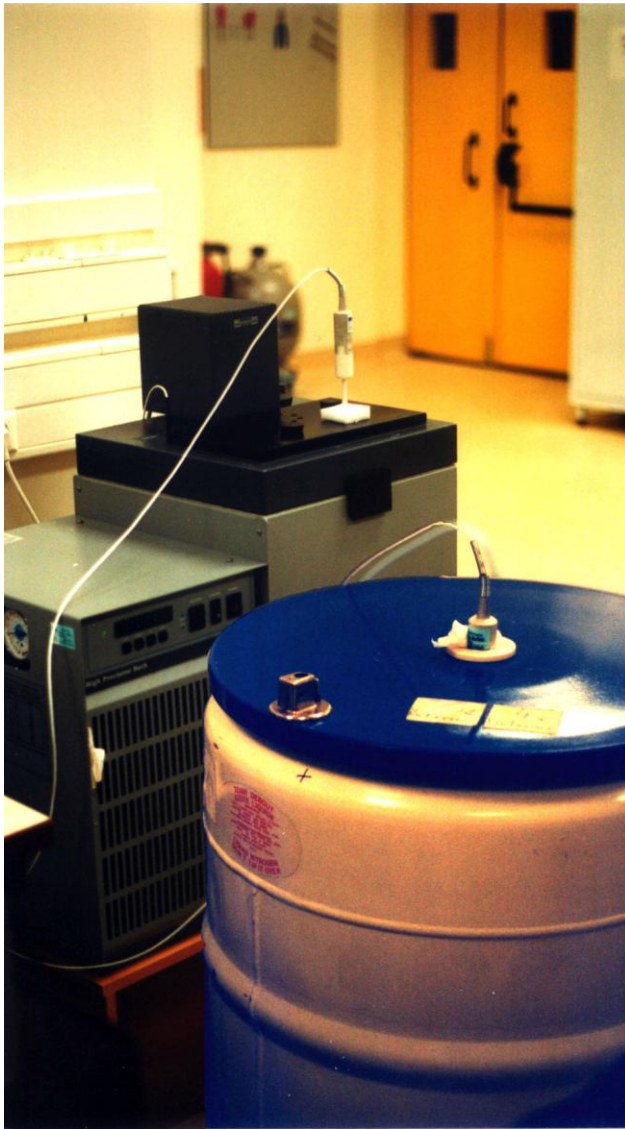


## «Euromet Project No 549» – Σύγκριση Κυψελών Τριπλού Σημείου Νερού

- *Από το Φεβρουάριο του 2000 έως τον Οκτώβριο του 2003*
- *Μετρήσεις στο EIM από 21/01/03 έως 11/02/03*
- *Σύγκριση της θερμοκρασίας του Τριπλού σημείου του νερού που πραγματοποιεί η κυψέλη / ες κάθε χώρας με την κυψέλη 679 του BNM-INM*
- *Η σύγκριση έγινε με την κυψέλη 997 του EIM*
- *Συνολικά έλαβαν μέρος 15 χώρες με 26 κυψέλες νερού*

# Η κυψέλη του BNM-INM sn:679



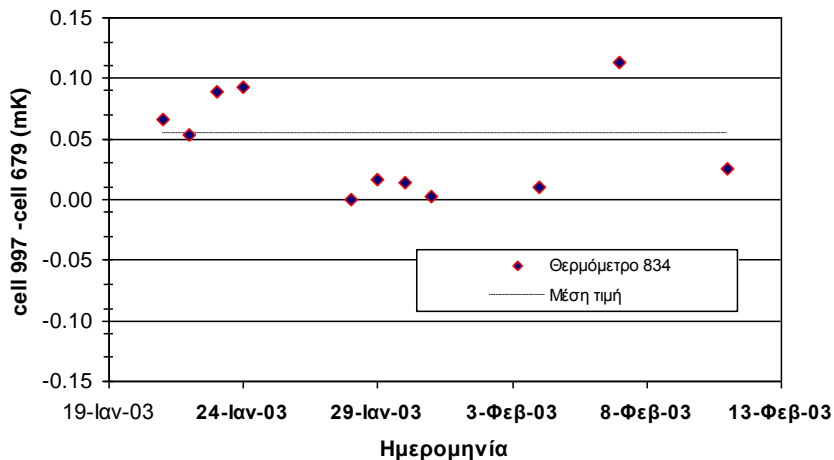
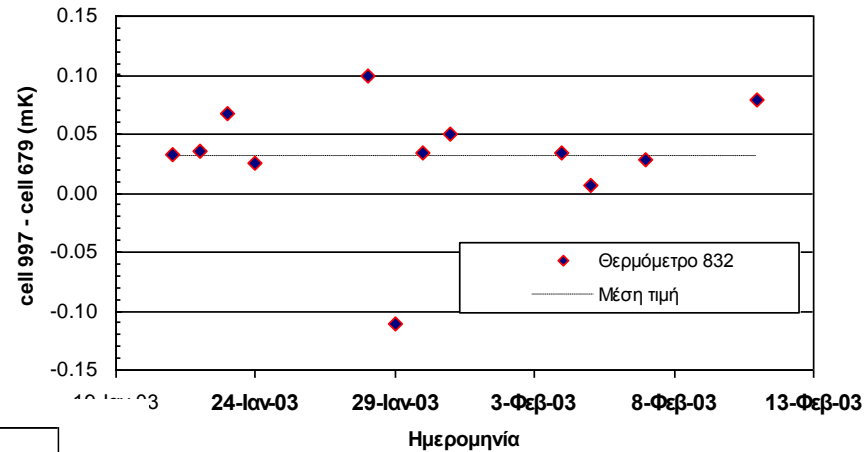


## Η διάταξη της μέτρησης





# Αποτελέσματα μετρήσεων του EIM



$$T_{997} - T_{679} = +0.04 \text{ mK}$$

$$u = \pm 0.06 \text{ mK (68\%)}$$

## Αποτελέσματα διεργαστηριακής

$$(T_{mean} - T_{679}) = \text{mean} (T_{local} - T_{679}) = +0.067mK$$

$$T_{997} - T_{679} = +0.040mK$$

$$T_{997} - T_{mean} = -0.027mK$$

## Υπολογισμός συνολικής αβεβαιότητας

$$u_{(T_{local}-T_{mean})}^2 = u_{(T_{local}-T_{679})Lab}^2 + u_{stab}^2 + u_{(T_{mean}-T_{679})}^2$$

$$u_{(T_{997}-T_{679})Lab} = \pm 0.06 \text{ mK}$$

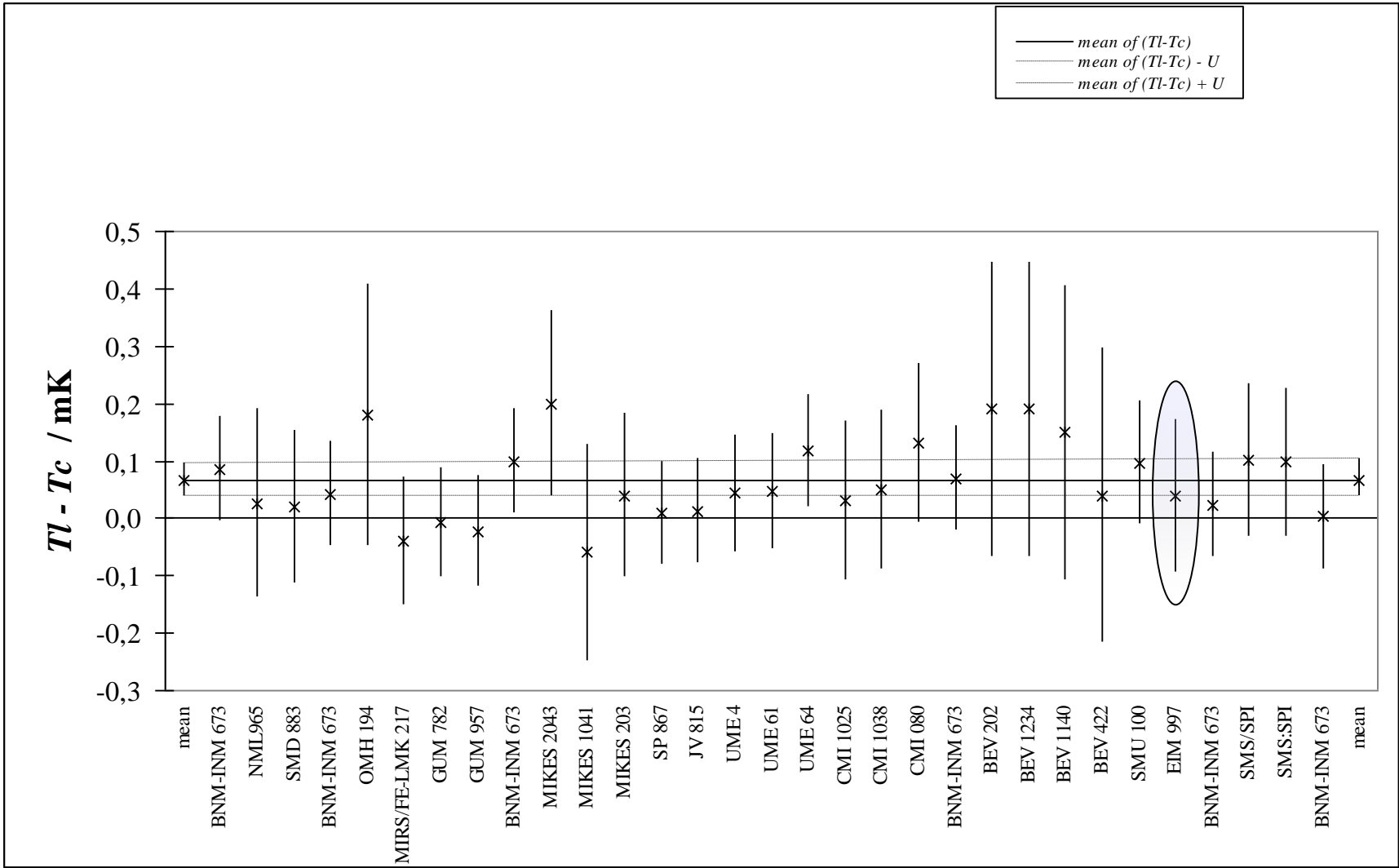
$$u_{stab} = \frac{(T_{673}-T_{679})_{max} - (T_{673}-T_{679})_{min}}{2 \cdot \sqrt{3}} = \pm 0.029 \text{ mK}$$

$$u_{(T_{mean}-T_{679})} = stdev (T_{local} - T_{679}) = \pm 0.015 \text{ mK}$$

$$u_{(T_{997}-T_{mean})} = \pm 0.068 \text{ mK (68\%)}$$

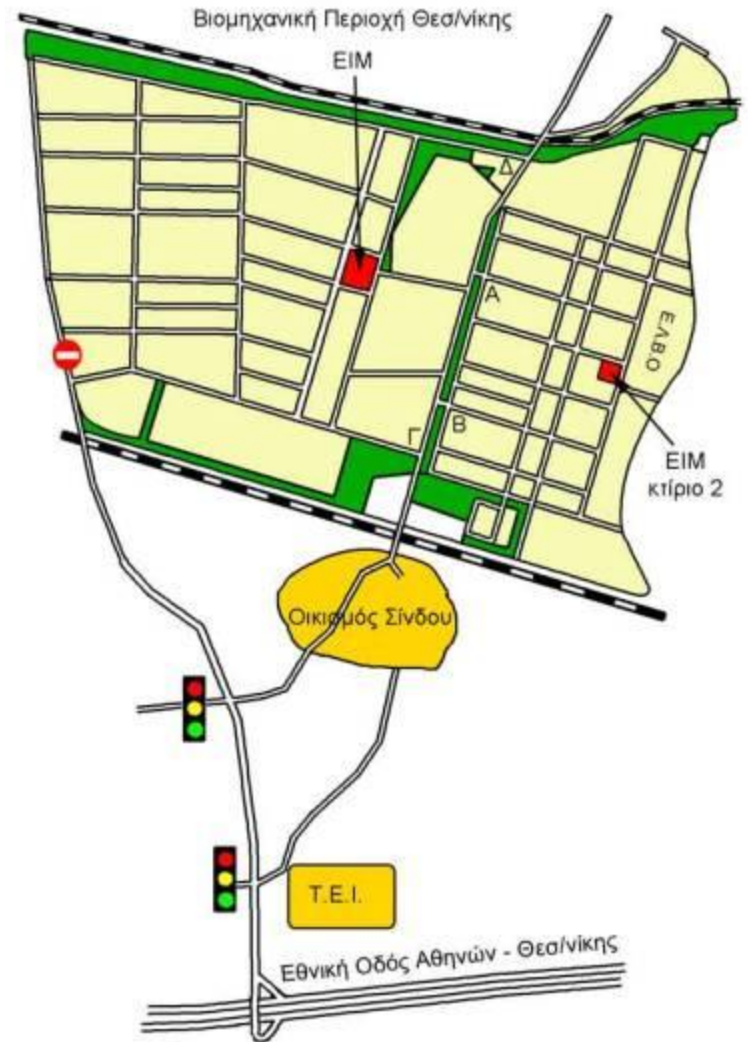
$$T_{997} - T_{mean} = -0.027 \text{ mK} \pm 0.136 \text{ mK (95\%)}$$

# Αποτελέσματα διεργαστηριακής



## Άλλες διεργαστηριακές

- Euromet 391, σύγκριση κυψέλης In
- Euromet 712, σύγκριση κυψέλης In
- Euromet 552, διακρίβωση SPRT: Hg, H<sub>2</sub>O, Ga, In, Sn, Zn
- Euromet 820, διακρίβωση 3 SPRT's: H<sub>2</sub>O, Al, Ag
- Euromet 844, σύγκριση κυψέλης Ag, Cu με T/C: Pt/Pd





11/11/2005

K





# Διακρίβωση θερμομέτρου Λευκόχρυσου

Σκοπός:  $W(T_{90}) = R(T_{90}) / R(0.01^{\circ}\text{C}) \rightarrow T_{90}$

$R(0.01^{\circ}\text{C}) = 25.55231\Omega$

$0.01^{\circ}\text{C} < T_{90} < 419.527 \text{ C} :$

$W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a \cdot [W(T_{90}) - 1] + b \cdot [W(T_{90}) - 1]^2$

Σταθερό σημείο	$T_{90}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$R(T_{90})$ ( $\Omega$ )	$W(T_{90})$	$W_r(T_{90})$
Sn (κασσίτερου)	231.928	48.36315	1.89270980	1.89279768
Zn (ψευδάργυρου)	419.527	65.63742	2.56874510	2.56891730

$R(T) \rightarrow W(T_{90}) = R(T) / R(0.01^{\circ}\text{C}) \rightarrow W_r(T_{90}) \rightarrow T_{90}$

# Κυψέλες τριπλού σημείου του νερού

	NPL-Type 32	VNIIM
A (εξ.δ.)	40mm	60mm
B (εσ.δ.)	12mm	12mm
C	360mm	380mm
D	220mm	270mm

- Κατασκευασμένες από βοριοπυριτικό γυαλί ή άμορφο χαλαζία
- Περιέχουν διπλά απεσταγμένο νερό

