



**Considerazioni strumenti per
laboratorio masse**
Taratura interna

Errore massimo permesso



Le tabelle OIML R111 presentano il seguente EMP [mg] per le masse campione:

Massa	E_1	E_2	F_1	F_2	M_1
1 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000
2 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000
5 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000
10 mg	0,0030	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500
20 mg	0,0030	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000
50 mg	0,0040	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000
100 mg	0,0050	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000
200 mg	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000
500 mg	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000
1 g	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000
2 g	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	1,2000
5 g	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	1,6000
10 g	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	2,0000
20 g	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	2,5000
50 g	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	3,0000
100 g	0,05	0,15	0,50	1,50	5,00
200 g	0,10	0,30	1,00	3,00	10,00
500 g	0,25	0,75	2,50	7,50	25,00
1 kg	0,50	1,50	5,00	15,00	50,00
2 kg	1,00	3,00	10,00	30,00	100,00
5 kg	2,50	7,50	25,00	75,00	250,00
10 kg	5,00	15,00	50,00	150,00	500,00
20 kg	10,00	30,00	100,00	300,00	1.000,00
50 kg	25,00	75,00	250,00	750,00	2.500,00
100 kg		150,00	500,00	1.500,00	5.000,00
200 kg		300,00	1.000,00	3.000,00	10.000,00
500 kg		750,00	2.500,00	7.500,00	25.000,00
1000 kg		1.500,00	5.000,00	15.000,00	50.000,00
2000 kg			10.000,00	30.000,00	100.000,00
5000 kg			25.000,00	75.000,00	250.000,00

Incertezza di taratura

$U_{\text{taratura}} \leq 1/3 \text{ EMP sulla massa [mg]}$

Massa	E_1	E_2	F_1	F_2	M_1
1 mg		0,0020	0,0067	0,0200	0,0667
2 mg		0,0020	0,0067	0,0200	0,0667
5 mg		0,0020	0,0067	0,0200	0,0667
10 mg		0,0027	0,0083	0,0267	0,0833
20 mg		0,0033	0,0100	0,0333	0,1000
50 mg		0,0040	0,0133	0,0400	0,1333
100 mg		0,0053	0,0167	0,0533	0,1667
200 mg		0,0067	0,0200	0,0667	0,2000
500 mg		0,0083	0,0267	0,0833	0,2667
1 g		0,0100	0,0333	0,1000	0,3333
2 g		0,0133	0,0400	0,1333	0,4000
5 g		0,0167	0,0533	0,1667	0,5333
10 g		0,0200	0,0667	0,2000	0,6667
20 g		0,0267	0,0833	0,2667	0,8333
50 g		0,0333	0,1000	0,3333	1,0000
100 g		0,05	0,17	0,50	1,67
200 g		0,10	0,33	1,00	3,33
500 g		0,25	0,83	2,50	8,33
1 kg		0,50	1,67	5,00	16,67
2 kg		1,00	3,33	10,00	33,33
5 kg		2,50	8,33	25,00	83,33
10 kg		5,0	16,7	50,0	166,7
20 kg		10,0	33,3	100,0	333,3
50 kg		25,0	83,3	250,0	833,3
100 kg		50,0	166,7	500,0	1.666,7
200 kg		100,0	333,3	1.000,0	3.333,3
500 kg		250,0	833,3	2.500,0	8.333,3
1000 kg		500,0	1.666,7	5.000,0	16.666,7
2000 kg			3.333,3	10.000,0	33.333,3
5000 kg			8.333,3	25.000,0	83.333,3

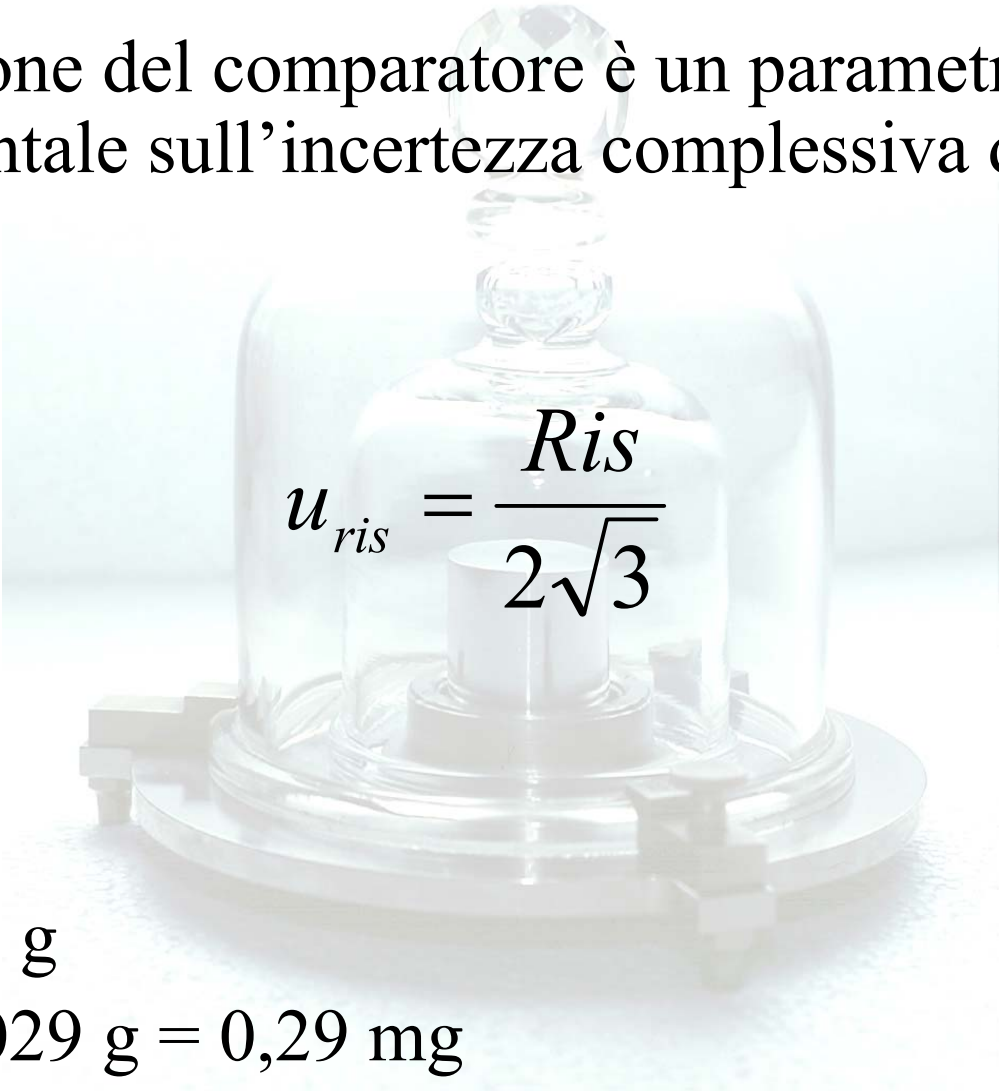
Risoluzione e taratura



Unioncamere
Toscana



La risoluzione del comparatore è un parametro fondamentale sull'incertezza complessiva della taratura


$$u_{ris} = \frac{Ris}{2\sqrt{3}}$$

Esempio

$$Ris = 0,001 \text{ g}$$

$$u_{ris} = 0,00029 \text{ g} = 0,29 \text{ mg}$$

Risoluzione e taratura

$U_{\max}$ di taratura permessa per le masse campione (OIML R111):

Massa	E_1	E_2	F_1	F_2	M_1
1 g		0,0020	0,0067	0,0200	0,0667
2 g		0,0027	0,0083	0,0267	0,0833
5 g		0,0033	0,0100	0,0333	0,1000
10 g		0,0050	0,0167	0,0500	0,1667
20 g		0,0100	0,0333	0,1000	0,3333
50 g		0,0250	0,0833	0,2500	0,8333
100 g		0,05	0,17	0,50	1,67
200 g		0,10	0,33	1,00	3,33
500 g		0,25	0,83	2,50	8,33
1 kg		0,50	1,67	5,00	16,67
2 kg		1,00	3,33	10,00	33,33

Esempio

$$R_{is} = 0,001 \text{ g}$$

$$u_{ris} = 0,00029 \text{ g} = 0,29 \text{ mg}$$



**Considerazioni strumenti per
laboratorio masse**
Verifiche periodiche

Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 1 – NAWI D.lgs. 517/1992 – EMP

Carico				Errore massimo tollerato
Classe I	Classe II	Classe III	Classe IIII	
$0 \leq m \leq 50.000 \text{ e}$ $50.000\text{e} < m \leq 200.000 \text{ e}$ $200.000\text{e} < m$	$0 \leq m \leq 5.000 \text{ e}$ $5.000\text{e} < m \leq 20.000 \text{ e}$ $20.000\text{e} < m \leq 100.000 \text{ e}$	$0 \leq m \leq 500 \text{ e}$ $500\text{e} < m \leq 2.000 \text{ e}$ $2.000\text{e} < m \leq 10.000 \text{ e}$	$0 \leq m \leq 50 \text{ e}$ $50\text{e} < m \leq 200 \text{ e}$ $200\text{e} < m \leq 1.000 \text{ e}$	$= 0,5 \text{ e}$ $= 1,0 \text{ e}$ $= 1,5 \text{ e}$



Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 1 – NAWI D.lgs. 517/1992 – Portata e divisioni

Classe	Divisione di verifica (e)	Portata minima (min)	Numero di divisioni di verifica $n = \frac{\text{MAX}}{e}$	
		Valore Minimo	Valore Minimo	Valore Massimo
I	$0,001 \text{ g} \leq e$	100 e	50.000	-----
II	$0,001 \text{ g} \leq e \leq 0,005 \text{ g}$	20 e	100	100.000
	$0,1 \text{ g} \leq e$	50 e	5.000	100.000
III	$0,1 \text{ g} \leq e \leq 2 \text{ g}$	20 e	100	10.000
	$5 \text{ g} \leq e$	20 e	500	10.000

Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 1 - NAWI

Classe I

Divisione:

e= $\begin{matrix} \text{[g]} \\ 0,001 \end{matrix}$

		[g]	EMP NAWI [mg]	EMP Masse [mg]	Classe OIML Minima
Min	100 e	0,10	1,0	0,33	F2 (0,16 mg)
Maxmin	50000 e	50,00	1,0	0,33	F1 (0,30 mg)
Maxmax		0,00	3,0	1,00	-
AltroPunto		100,00	2,0	0,67	F1 (0,50 mg)
AltroPunto		200,00	2,0	0,67	E2 (0,30 mg)
AltroPunto		500,00	3,0	1,00	E2 (0,75 mg)

Masse in F1 idonee per strumenti con $P_{\max} \leq 100$ g

Dotazione strumentale



- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 1 - NAWI

		Massa	E ₁	E ₂	F ₁	F ₂	M ₁		
Classe I	Divisione	1 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	Classe OIML Minima	
		2 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000		
		5 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000		
		10 mg	0,0030	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500		
		20 mg	0,0030	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000		
		50 mg	0,0040	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000		
		100 mg	0,0050	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000		
		200 mg	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000		
		500 mg	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000		
		1 g	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000		
Min	Maxmin	2 g	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	1,2000	F2 (0,16 mg)	
		5 g	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	1,6000		
		10 g	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	2,0000		
Maxmax	AltroPunt	20 g	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	2,5000	F1 (0,30 mg)	
		50 g	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	3,0000		
AltroPunt	AltroPunt	100 g	0,05	0,15	0,50	1,50	5,00	-	
		200 g	0,10	0,30	1,00	3,00	10,00		
AltroPunt	AltroPunt	500 g	0,25	0,75	2,50	7,50	25,00	F1 (0,50 mg)	
		1 kg	0,50	1,50	5,00	15,00	50,00		
AltroPunt	AltroPunt	2 kg	1,00	3,00	10,00	30,00	100,00	E2 (0,30 mg)	
		5 kg	2,50	7,50	25,00	75,00	250,00		
Masse		10 kg	5,00	15,00	50,00	150,00	500,00	E2 (0,75 mg)	
		20 kg	10,00	30,00	100,00	300,00	1.000,00		
		50 kg	25,00	75,00	250,00	750,00	2.500,00		
		100 kg		150,00	500,00	1.500,00	5.000,00		
		200 kg		300,00	1.000,00	3.000,00	10.000,00		
		500 kg		750,00	2.500,00	7.500,00	25.000,00		
		1000 kg		1.500,00	5.000,00	15.000,00	50.000,00		
		2000 kg			10.000,00	30.000,00	100.000,00		
		5000 kg			25.000,00	75.000,00	250.000,00		

Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 2 - NAWI

Classe II

Divisione: $e = \frac{[g]}{0,001}$

		[g]	EMP [mg]	MAXError e Masse [mg]	ClasseOI ML Minima
Min	20 e	0,02	1,0	0,33	M1
Maxmin	100 e	0,10	1,0	0,33	F2
Maxmax	100000 e	100,00	3,0	1,00	F1
AltroPunto		10,00	2,0	0,67	F2
AltroPunto		20,00	2,0	0,67	F1
AltroPunto		50,00	3,0	1,00	F2

Necessarie masse in F2/F1

Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 2 - NAWI

	Massa	E ₁	E ₂	F ₁	F ₂	M ₁	
Classe II	1 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	2 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	5 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	10 mg	0,0030	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	
Divisione	20 mg	0,0030	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	
	50 mg	0,0040	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	
	100 mg	0,0050	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	
	200 mg	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	
	500 mg	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	
	1 g	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	
	2 g	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	1,2000	
	5 g	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	1,6000	
Min	10 g	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	2,0000	
Maxmin	20 g	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	2,5000	
Maxmax	50 g	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	3,0000	
AltroPun	100 g	0,05	0,15	0,50	1,50	5,00	
AltroPun	200 g	0,10	0,30	1,00	3,00	10,00	
AltroPun	500 g	0,25	0,75	2,50	7,50	25,00	
AltroPun	1 kg	0,50	1,50	5,00	15,00	50,00	
AltroPun	2 kg	1,00	3,00	10,00	30,00	100,00	
AltroPun	5 kg	2,50	7,50	25,00	75,00	250,00	
	10 kg	5,00	15,00	50,00	150,00	500,00	
	20 kg	10,00	30,00	100,00	300,00	1.000,00	
	50 kg	25,00	75,00	250,00	750,00	2.500,00	
	100 kg		150,00	500,00	1.500,00	5.000,00	
	200 kg		300,00	1.000,00	3.000,00	10.000,00	
	500 kg		750,00	2.500,00	7.500,00	25.000,00	
	1000 kg		1.500,00	5.000,00	15.000,00	50.000,00	
	2000 kg			10.000,00	30.000,00	100.000,00	
	5000 kg			25.000,00	75.000,00	250.000,00	

ClasseOI
ML
Minima

M1

F2

F1

F2

F1

F2

Necessa

Dotazione strumentale

- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 3 - NAWI

Classe III

Divisione:

$e = \begin{matrix} [\text{g}] \\ 0,1 \end{matrix}$

		[g]	EMP [mg]	MAXError e Masse [mg]	ClasseOI ML Minima
Min	20 e	2,00	100,0	33,33	M2
Maxmin	100 e	10,00	100,0	33,33	M3
Maxmax	10000 e	1000,00	300,0	100,00	M1
AltroPunto		50,00	200,0	66,67	M3
AltroPunto		200,00	200,0	66,67	M2
AltroPunto		500,00	300,0	100,00	M2

Necessarie masse in M1/M2

Dotazione strumentale



- Idonea per strumenti di misura da verificare

Esempio 3 - NAWI

	Massa	E ₁	E ₂	F ₁	F ₂	M ₁	
Classe II	1 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	2 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	5 mg	0,0030	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	
	10 mg	0,0030	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	
Divisione	20 mg	0,0030	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	
	50 mg	0,0040	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	
	100 mg	0,0050	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	
	200 mg	0,0060	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	
	500 mg	0,0080	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	
	1 g	0,0100	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	
	2 g	0,0120	0,0400	0,1200	0,4000	1,2000	
	5 g	0,0160	0,0500	0,1600	0,5000	1,6000	
Min	10 g	0,0200	0,0600	0,2000	0,6000	2,0000	
Maxmin	20 g	0,0250	0,0800	0,2500	0,8000	2,5000	
	50 g	0,0300	0,1000	0,3000	1,0000	3,0000	
Maxmax	100 g	0,05	0,15	0,50	1,50	5,00	
	200 g	0,10	0,30	1,00	3,00	10,00	
AltroPun	500 g	0,25	0,75	2,50	7,50	25,00	
	1 kg	0,50	1,50	5,00	15,00	50,00	
AltroPun	2 kg	1,00	3,00	10,00	30,00	100,00	
	5 kg	2,50	7,50	25,00	75,00	250,00	
AltroPun	10 kg	5,00	15,00	50,00	150,00	500,00	
	20 kg	10,00	30,00	100,00	300,00	1.000,00	
	50 kg	25,00	75,00	250,00	750,00	2.500,00	
	100 kg		150,00	500,00	1.500,00	5.000,00	
	200 kg		300,00	1.000,00	3.000,00	10.000,00	
	500 kg		750,00	2.500,00	7.500,00	25.000,00	
	1000 kg		1.500,00	5.000,00	15.000,00	50.000,00	
	2000 kg			10.000,00	30.000,00	100.000,00	
	5000 kg			25.000,00	75.000,00	250.000,00	

Necessa

ClasseOI

ML

Minima

M2

M3

M1

M3

M2

M2



Considerazioni strumenti per laboratorio volumi



Incertezza in taratura

$U_{\text{taratura}} \leq 1/3 \text{ EMP}$ sullo strumento che si controlla

Esempio

Misuratore carburante 40 L/min

Misura da 20 L = 2 000 cL

Massimo errore permesso	MID	Nazionale
EMP (+)	0,5% = 10 cL	0,3% = 6 cL
EMP (-)	0,5% = 10 cL	0,2% = 4 cL

Incertezza in taratura

$U_{\text{taratura}} \leq 1/3 \text{ EMP}$ sullo strumento che si controlla

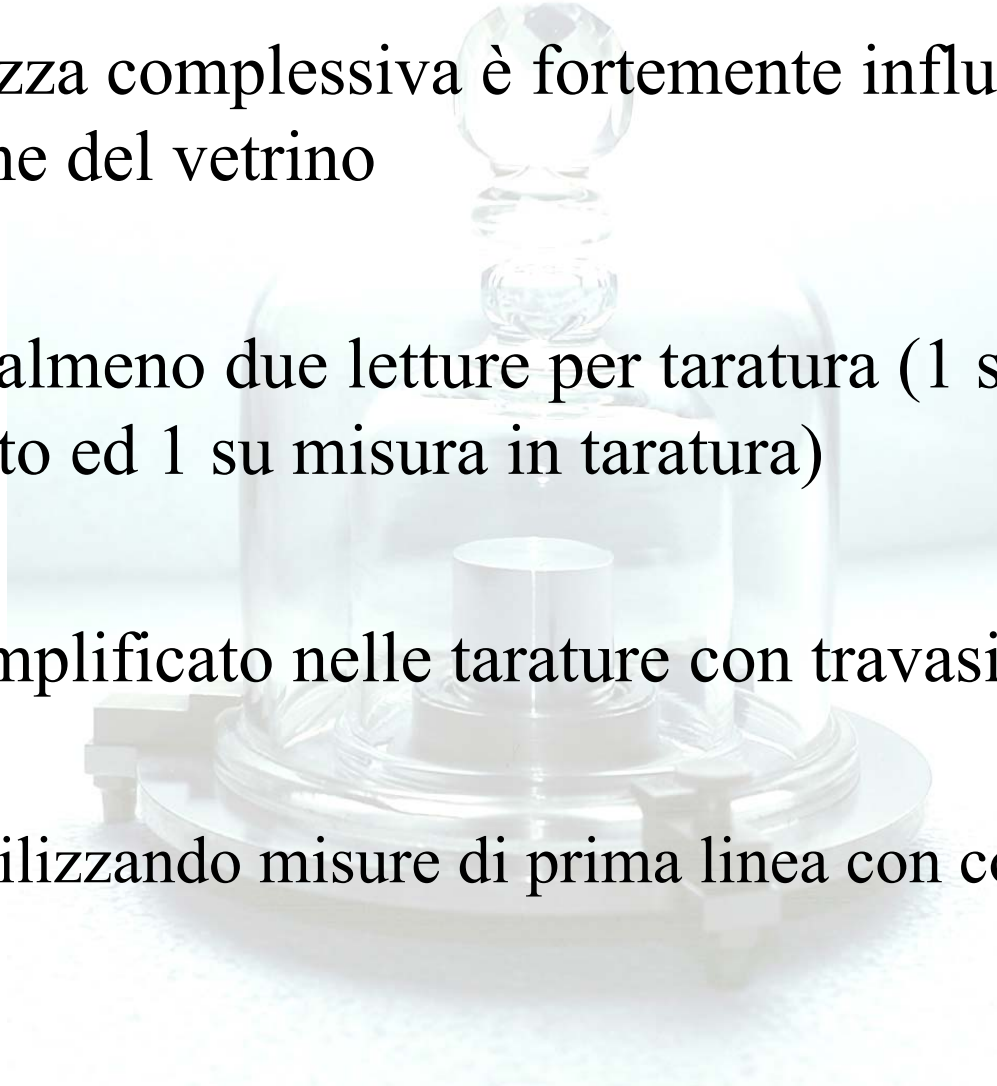
Esempio

Misuratore carburante 40 L/min

Misura di capacità riferimento da 20 L

Massima incertezza taratura	MID	Nazionale
U (+)	1/3 EMP = 33 mL	1/3 EMP = 20 mL
U (-)	1/3 EMP = 33 mL	1/3 EMP = 13 mL

- L'incertezza complessiva è fortemente influenzata dalla risoluzione del vetrino
- Eseguite almeno due letture per taratura (1 su riferimento ed 1 su misura in taratura)
- Effetto amplificato nelle tarature con travasi successivi
- Ridotto utilizzando misure di prima linea con collo ristretto



- L'incertezza complessiva è fortemente influenzata dalla risoluzione del vetrino

$$u_{ris} = \frac{Ris}{2\sqrt{3}}$$

Esempio su 20 L

$$Ris_{\text{apprezzata}} = 0,5 \text{ cL} = 5 \text{ mL}$$

$$U_{ris} = 1,44 \text{ mL} \quad (U_{\text{taratura}} \text{ più critica } 13 \text{ mL})$$

Medesimo contributo su rif. e misura in taratura

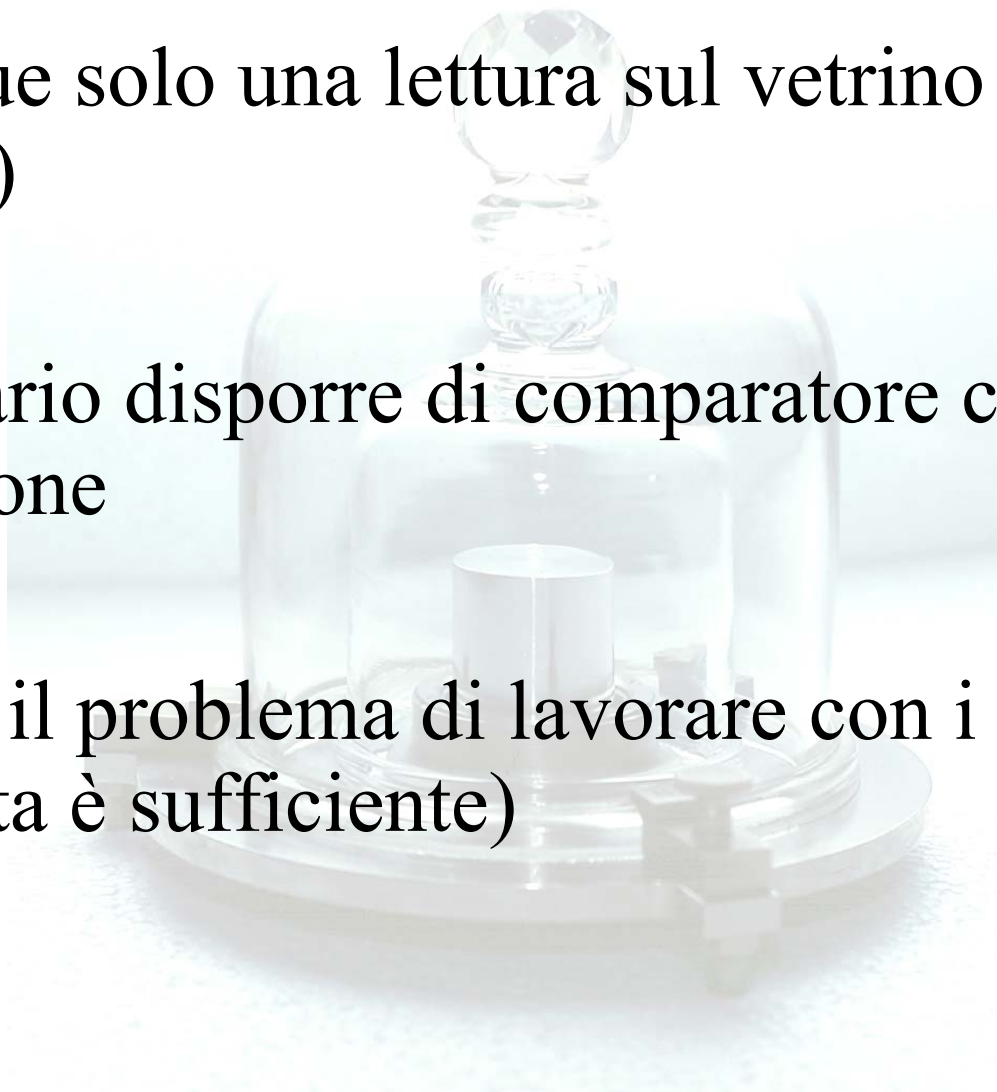
Taratura gravimetrica



Unioncamere
Toscana



- Si esegue solo una lettura sul vetrino (misura in taratura)
- Necessario disporre di comparatore con idonea risoluzione
- Si evita il problema di lavorare con i travasi (se la portata è sufficiente)



- Si esegue solo una lettura sul vetrino (misura in taratura)

$$u_{ris} = \frac{Ris}{2\sqrt{3}}$$

Esempio su 20 L

– Per il comparatore

– $Ris = 0,005 \text{ g}$

– $u_{ris} = 0,0014 \text{ g}$ $\rho_{H_2O} = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ g/ml}$



$u_{ris} = 0,0014 \text{ ml}$