## Esercizio calcolo incertezza

### Fila A



Un recipiente cubico di volume fisso contiene n=2,5 moli di un gas perfetto (costante dei gas perfetti $R=8,314 \frac{J}{mol K}$), noti:

* La pressione interna al recipiente, pari a $p=0.720\pm 0.012 MPa$ (misura espressa con un livello di confidenza al 95% nell’ipotesi di distribuzione gaussiana);
* Il lato interno del recipiente cubico, pari a $l=205,4 mm$, misurato con uno strumento con risoluzione pari a 1mm;
* Il numero di moli e la costante dei gas perfetti si considerano privi di incertezze.

Attraverso l’equazione di stato dei gas perfetti $pV=nRT$, dove il volume è esprimibile come $V=l^{3}$, dare una stima della temperatura $T$ del gas con unità di misura del sistema internazionale e l’incertezza espressa come incertezza tipo.

$$p=7.2 ∙10^{5} Pa$$

$$u\_{p}=\frac{0.012∙10^{6}}{1.96}=6122 Pa$$

$$l=0.2054 m$$

$$u\_{l}=\frac{0.1}{2\sqrt{3}}=0.0288∙10^{-3} m$$

$$T=\frac{pV}{nR}=\frac{pl^{3}}{nR}=\frac{7.20∙10^{5} ∙0.00866}{2.5 ∙8.314}=300 K$$

$$\frac{∂T}{∂p}=\frac{l^{3}}{nR}=\frac{0.00866}{2.5 ∙8.314}=4.17∙10^{-4}$$

$$\frac{∂T}{∂l}=\frac{3pl^{2}}{nR}=\frac{3∙7.2∙10^{5} ∙0.0422}{2.5 ∙8.314}=4384.3$$

$$u\_{T}=\sqrt{\left(\frac{∂T}{∂p}∙u\_{p}\right)^{2}+\left(\frac{∂T}{∂l}∙u\_{l}\right)^{2}}=\sqrt{6.517+1.602}=2.865K$$

$$T=300.0\pm 2.85 K$$

### Fila B



Un recipiente cubico di volume variabile contiene n=2,5 moli di un gas perfetto (costante dei gas perfetti $R=8,314 \frac{J}{mol K}$), noti:

* La pressione interna al recipiente, pari a $p=0.83\pm 0.018 MPa$ (misura espressa con un livello di confidenza al 95% nell’ipotesi di distribuzione gaussiana);
* La temperatura $T=50° C$, misurata con un termistore di incertezza $a=\pm (0.3+0.005\*\left|T\right|$) (NOTA: in questo caso l’incertezza dipende dal valore di temperatura letto, in ° C);
* Il numero di moli e la costante dei gas perfetti si considerano privi di incertezze.

Attraverso l’equazione di stato dei gas perfetti $pV=nRT$, dare una stima del volume $V$ occupato dal gas, con unità di misura del sistema internazionale e l’incertezza espressa come incertezza tipo.

$$p=8.3∙10^{5} Pa$$

$$u\_{p}=\frac{0.018∙10^{6}}{1.96}=9183.7 Pa$$

$T=323 k$=

$$u\_{T}=0.3+0.005∙50°=0.55°$$

$$V=\frac{nRT}{p}=\frac{2.5∙8.314∙323}{8.3∙10^{5}}=0.0080886 m^{3}$$

$$\frac{∂V}{∂T}=\frac{nR}{p}=\frac{2.5∙8.314}{8.3∙10^{5}}=2.504∙10^{-5}$$

$$\frac{∂V}{∂p}=-\frac{nRT}{p^{2}}=\frac{2.5∙8.314∙323}{\left(8.3∙10^{5}\right)^{2}}=9.75∙10^{-9}$$

$$u\_{V}=\sqrt{\left(\frac{∂V}{∂p}∙u\_{p}\right)^{2}+\left(\frac{∂V}{∂T}∙u\_{T}\right)^{2}}=\sqrt{8.01∙10^{-9}+1.9∙10^{-10}}=9.06\*10^{-5} m^{3}$$

$V=\left(8.09\pm 0.09\right)∙10^{-3} m^{3}$

## Esercizi estensimetria

### Fila A

1. Si consideri una trave incastrata in alluminio (E = 70000 MPa, ν = 0,33), avente modulo di resistenza Wf=700 mm3, di cui si voglia misurare il carico di taglio applicato applicato come in figura, misurando in corrispondenza della sezione indicata col tratteggio, posta a distanza x=150 mm dal punto di applicazione del carico.



* Posizionare gli estensimetri sulla trave utilizzando una configurazione a mezzo ponte, indicando la rispettiva posizione sul circuito a ponte di Wheatstone.
* Determinare la forza T sapendo che:
	+ la tensione di alimentazione Val del ponte è pari a 5 V;
	+ la sensibilità k degli estensimetri è pari a 2;
	+ la centralina introduce un guadagno pari a 100:
	+ la lettura dello sbilanciamento del ponte ΔVletta  a valle della centralina è pari a 198 mV;



$$V\_{letta}=\frac{G∙V\_{o}}{4}\left(\frac{∆R\_{1}}{R\_{1}}-\frac{∆R\_{2}}{R\_{2}}+\frac{∆R\_{3}}{R\_{3}}-\frac{∆R\_{4}}{R\_{4}}\right)$$

$$ \frac{∆R\_{1}}{R\_{1}}=kε \frac{∆R\_{2}}{R\_{2}}=-kε$$

$$V\_{letta}=\frac{G∙V\_{o}}{4}\left[kε-\left(-kε\right)\right]= \frac{G∙V\_{o}}{4}∙2kε$$

$$ε=\frac{V\_{letta}}{GV\_{0}}=\frac{0.198}{500}=396 \frac{μm}{m} M\_{f}=T∙x=ε∙E∙W\_{f} T=\frac{ε∙E∙W\_{f}}{x}=129.4 N $$

### Fila B

1. Si consideri una trave incastrata in alluminio (E = 210000 MPa, ν = 0,33), avente modulo di resistenza Wf=700 mm3, di cui si voglia misurare il carico di taglio applicato applicato come in figura, misurando in corrispondenza della sezione indicata col tratteggio, posta a distanza x=175 mm dal punto di applicazione del carico.



* Posizionare gli estensimetri sulla trave utilizzando una configurazione a mezzo ponte, indicando la rispettiva posizione sul circuito a ponte di Wheatstone.
* Determinare la forza T sapendo che:
	+ la tensione di alimentazione Val del ponte è pari a 5 V;
	+ la sensibilità k degli estensimetri è pari a 2;
	+ la centralina introduce un guadagno pari a 100:
	+ la lettura dello sbilanciamento del ponte ΔVletta  a valle della centralina è pari a 124 mV;



$$V\_{letta}=\frac{G∙V\_{o}}{4}\left(\frac{∆R\_{1}}{R\_{1}}-\frac{∆R\_{2}}{R\_{2}}+\frac{∆R\_{3}}{R\_{3}}-\frac{∆R\_{4}}{R\_{4}}\right)$$

$$ \frac{∆R\_{1}}{R\_{1}}=kε \frac{∆R\_{2}}{R\_{2}}=-kε$$

$$V\_{letta}=\frac{G∙V\_{o}}{4}\left[kε-\left(-kε\right)\right]= \frac{G∙V\_{o}}{4}∙2kε$$

$$ε=\frac{V\_{letta}}{GV\_{0}}=\frac{0.124}{500}=248 \frac{μm}{m} M\_{f}=T∙x=ε∙E∙W\_{f} T=\frac{ε∙E∙W\_{f}}{x}=208.3 N $$