

3.1) Un brillante sperimentatore giapponese sostiene di aver scoperto che alla latitudine di Tokyo l'accelerazione di gravità  $g$  dipende dalla temperatura dell'atmosfera. I suoi dati sono:

$g$ (m/s <sup>2</sup> )	$T$ (°C)
9.8081	0
9.8116	3
9.8095	6
9.8130	9
9.8183	12
9.8117	15
9.8171	18
9.8241	21
9.8184	24
9.8205	27
9.8263	30

L'incertezza che lui fornisce per  $g$  è di 0.0025 m/s<sup>2</sup> mentre la temperatura è per ogni misura fissata con una precisione di 1/10<sup>4</sup>.

- 1) È corretta la conclusione dello sperimentatore giapponese ?
- 2) Il metodo dello sperimentatore giapponese consiste nel misurare l'allungamento di una molla di costante di elasticità  $K$  nota, quando ad essa è stato appeso un peso noto e ripetendo la misura a diverse temperature. Quale effetto strumentale potrebbe simulare il fenomeno osservato ?

3.2) Con un rivelatore di raggi cosmici di superficie sensibile 10 m x 10 m conto 121 eventi in 1 ora. Il flusso medio di raggi cosmici a quella latitudine atteso su quel rivelatore è  $\phi(\text{R.C.}) = (2.01 \pm 0.01) \times 10^{-4} / \text{m}^2\text{s}$

Da informazioni indipendenti so che in quell'ora c'è stata l'esplosione di una supernova. Posso dire che l'ho osservata anch'io ?

3.3) Considero uno strumento che fa misure di lunghezza. Per tararlo uso delle lunghezze campione tra 0.5 e 3.0 mm date dal costruttore con una precisione di 1  $\mu\text{m}$ . Ottengo la seguente tabella:

Valore costruttore	Valore misurato
500	501.
1000	1022.
1500	1535.
2000	2061.
2500	2579.
3000	3107.

Quali sono le caratteristiche dello strumento (precisione, accuratezza, errore sistematico) ?  
 Leggo 2284 sullo strumento. Qual'è la migliore stima del valore vero ?

3.4) Nel 2000 i dati sulla variabile  $R$  erano:

Esperimento	Valore pubblicato
KTeV	$2.80 \pm 0.30 \pm 0.28$
NA48	$1.85 \pm 0.45 \pm 0.58$
NA31	$2.30 \pm 0.65$
E731	$0.74 \pm 0.52 \pm 0.29$

In cui alcuni esperimenti danno speratamente incertezza “statistica” e incertezza “sistematica”.  
Posso dire che gli esperimenti sono complessivamente in accordo ?

3.5) In una ripetizione dell'esperimento di Joule uso un motorino dalla potenza di  $10.0 \pm 0.1$  W che aziona un mulinello inserito in un recipiente contenente un fluido di capacita' termica  $C=3.41 \pm 0.01$  cal/K. Tenendo il motorino in funzione per un tempo  $\Delta t$  registro la variazione di temperatura all'interno del fluido. Ripeto la misura per diversi valori di  $\Delta t$  e ogni volta riporto la temperatura al valore ambiente  $T=21^\circ$ . In tabella sono dati i risultati.

$\Delta t$	$T-21^\circ$
10	7.1
20	13.9
30	21.3
40	28.3
50	34.9
60	41.6

Il sensore di temperatura fornisce un valore con una incertezza di  $0.5^\circ$ , l'incertezza sull'intervallo dei tempi e' trascurabile.

Determinare l'equivalente meccanico della caloria. Discutere il risultato ottenuto.

3.6) Un ricercatore sostiene che nel suo laboratorio la radioattivita' ambientale dipende linearmente dalla umidita' relativa  $h$ . A sostegno di tale tesi porta i seguenti dati:

N(conteggi)	$h(\%)$
118	42
134	48
121	51
181	58
156	63

Tutte le misure sono state fatte contando con lo stesso rivelatore in 1 ora di tempo (usando un cronometro manuale aventi 1 s come ultimo digit), con l'eccezione della quarta misura che, per distrazione, lo sperimentatore ha fatto andare avanti fino a 1h 18min e 24 s.

Dire se i dati suffragano la tesi del ricercatore (si assuma trascurabile l'incertezza su  $h$ ).

3.7) Uno strumento per misure di lunghezza ha una precisione nota, gaussiana di deviazione standard  $\sigma = 24.2 \mu\text{m}$ . Lo uso per misurare la posizione assoluta di una trave portante di un grattacielo. Il giorno X ho preso un campione di 128 misure e ho trovato un valor medio di  $L = 438.2 \mu\text{m}$ . Dopo una settimana trovo  $L = 426.8 \mu\text{m}$  da un campione di sole 8 misure. Ho stabilito a priori di far scattare l'allarme solo se le variazioni di tale posizione e' significativa oltre il 90% di livello di probabilita'. Faccio scattare l'allarme ? (assumere le 2 incertezze delle 2 misure non correlate).

3.8) Per la calibrazione assoluta di una sonda di temperatura ad alta precisione, uso una cella a punto triplo ( $0^\circ\text{C}$ ). Faccio 5 letture a tempi diversi ed ottengo i seguenti valori: 0.012, 0.015, 0.019, 0.013, 0.022. Stabilire (1) se la sonda e' scalibrata e (2) quale e' la migliore stima della correzione da apportare.

3.9) Ho una sorgente luminosa isotropa. Ad una distanza  $r$  dalla sorgente l'intensità è  $I = \alpha / r^2$ . Sapendo che ad una distanza  $r = (1.000 \pm 0.001)$  m misuro  $I = 3.12 \pm 0.13$  W/m<sup>2</sup>s, stimare  $\alpha$  con la sua incertezza.

3.10) Un fit lineare di un grafico che riporta le velocità di allontanamento delle galassie in funzione della loro distanza dalla terra, fornisce un  $\chi^2$  di 56.2. Il grafico è fatto raggruppando le 1624 galassie note in 30 gruppi di galassie ciascun gruppo caratterizzato da distanze circa uguali, e mettendo nel grafico le velocità medie di ciascun gruppo. Discutere la bontà del fit.

3.11) Per misurare l'efficienza di un rivelatore di raggi gamma invio 10000 raggi gamma sul rivelatore e vedo quante volte il rivelatore "li vede". Ottengo 9438 ok. Stimare l'efficienza con la sua incertezza.

Successivamente uso lo stesso rivelatore per misurare il flusso di raggi gamma di uguale energia ma provenienti da un'altra sorgente. In 1 h di tempo conto 318 conteggi. Quant'è il flusso in conteggi al secondo da quella sorgente ?

3.12) (preso da D'Agostini) Un politico, a cui piacciono molto i sondaggi di opinione, prima e dopo un'apparizione televisiva fa effettuare delle rapide interviste telefoniche per stimare la frazione della popolazione che è in accordo con la sua linea politica. Nel primo sondaggio erano state sentite 215 persone, delle quali 86 si erano dette dalla sua parte; nel secondo ottiene il consenso di 91 persone su 189.

La sua apparizione televisiva è servita ad aumentare la sua popolarità ?

3.13) Per misurare l'indice di rifrazione di un blocco di materiale trasparente, sono stati misurati l'angolo di Brewster  $\theta_B$  e l'angolo limite per riflessione totale  $\theta_{lim}$  rispetto all'aria.

Sono stati ottenuti i valori:

$$\theta_B = 55.6^\circ$$

$$\theta_{lim} = 43.1^\circ$$

entrambi con una incertezza di  $\sigma(\theta) = 0.2^\circ$ .

Sulle tavole trovo per l'indice di rifrazione del quarzo il valore  $n_{qu} = 1.458$  mentre per quello del plexiglass il valore  $n_{pl} = 1.49$ . Cosa si può concludere sulla natura del blocco ?

3.14) Due diversi gruppi effettuano un esperimento con l'obiettivo di misurare la concentrazione di una certa sostanza nociva nella crosta terrestre. I due esperimenti (esp1 ed esp2) usano diverse tecnologie. Il primo analizza  $N_1 = 950$  campioni di roccia e rileva una deviazione standard campionaria tra le misure di  $s_1 = 0.128$  ppm. Il secondo analizza  $N_2 = 100$  campioni di roccia ma la deviazione standard campionaria che osserva tra le  $N_2$  misure è  $s_2 = 0.051$  ppm. I due esperimenti trovano come valori medi i valori:

$$x_1 = 1.03567 \text{ ppm}$$

$$x_2 = 1.04598 \text{ ppm}$$

Nessuno dei 2 esperimenti fornisce una stima dell'incertezza sistematica.

Si chiede:

- (1) Quale dei 2 apparati di misura è più preciso ?
- (2) Quali sono gli intervalli standard e di quasi-cerchezza per i 2 risultati ?
- (3) Il modello X prevede una concentrazione di 1 ppm (perfettamente nota nell'ambito del modello). È ciascun risultato compatibile con questo modello ?
- (4) I due risultati sono tra loro compatibili ?
- (5) Se volessi raggiungere una incertezza standard relativa sotto l'1 permille quanto devo aumentare il numero di campioni analizzati nei 2 esperimenti ?

