

Esercizi per l'esame – parte II

Equazioni dimensionali, cifre significative, precisione della misura, stime, problemi di Fermi, interpolazione lineare.

1. La conducibilità termica (λ) di un liquido metallico dipende dalla temperatura come descritto dall'equazione

$$\lambda = Ae^{B/T}$$

se λ viene espressa in $J/(s\ m\ K)$ quali sono le unità delle costanti A e B?

2. Il volume di una coltura microbica cresce nel tempo secondo la legge esponenziale

$$V[cm^3] = e^{t[s]}.$$

L'equazione sembra violare 2 ferree regole delle equazioni dimensionali... ma è valida, come posso spiegare/risolvere questa incongruenza? Riformulare l'espressione per un volume espresso in *piedi* in termini di tempo espresso in *giorni*.

3. Avete modellato l'effetto delle impurezze sulla crescita di un cristallo, ottenendo la relazione

$$\frac{G - G_L}{G_0 - G} = \frac{1}{K_L C^m}$$

con C concentrazione dell'impurezza, G_L la velocità limitante di crescita, G_0 la velocità di crescita in assenza di impurezze, mentre K_L ed m sono parametri specifici del modello. Per un particolare cristallo, nel vostro cristallizzatore, avete ricavato $G_0 = 3.000 \times 10^{-3} \text{ mm/min}$, $G_L = 1.800 \times 10^{-3} \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ i seguenti dati sperimentali:

C [ppm*]	50.00	75.00	100.00	125.00	150.00
G [mm/min]	2.501×10^{-3}	2.209×10^{-3}	2.040×10^{-3}	1.957×10^{-3}	1.902×10^{-3}

*ppm = parti per milione

Avendo ora una soluzione con concentrazione di impurezze 500 ppm, quale sarà la velocità di crescita dei cristalli in mm/min se posta nel cristallizzatore descritto? Posso fidarmi della stima effettuata? Perché?

4. Date

$$R = \frac{(0.670) \times (2649800) \times (6.) \times (5.36 \times 10^4)}{(3.1459) \times (0.47 \times 10^7)}$$

$$Q = \frac{(8.1)(34.1) \times (10.86 \times 10^4 + 0.0020)}{55.0 + 0.130}$$

Stimare le grandezze R e Q senza l'uso di calcolatrice (anche la stima deve comunque riportare il corretto numero di cifre significative).

5. Indicare il numero di cifre significative dei seguenti numeri:
- 3.560 E9
 - 004.3
 - 49001
 - 52000
 - 5200.
 - 0.5300 E3
6. Indicare il risultato con il corretto numero di cifre significative per le seguenti operazioni
- $\frac{54.7 \times 30.}{0.049010}$
 - $54.6 + 00.2 + 0.540$
 - $53 + 0.32 + 52.$
 - La velocità di raccolta di grappoli d'uva (in grappoli/secondo) di una macchina vendemmiatrice che raccoglie 53 grappoli in 75.430 secondi.
7. Per ciascun numero dei due esercizi precedenti, indicare l'intervallo di incertezza entro cui ricade la quantità misurata.
8. Arrotondare i seguenti numeri alla 4^a cifra significativa: 4356., 32.1763, 030200090
9. Due termocoppie (sistemi di misura della temperatura) sono state testate immergendole in acqua bollente, registrando la loro lettura, asciugandole e ripetendo il processo per 7 volte. I risultati ottenuti (espressi in gradi centigradi) sono i seguenti:
 Termocoppia A: 72.4, 89.1, 72.6, 72.8, 73.0, 75.0, 71.9
 Termocoppia B: 97.3, 101.4, 98.7, 103.1, 100.4, 102.1, 100.1
- Per ciascuna termocoppia, calcolare la lettura media, l'intervallo, la varianza e la deviazione standard. Esprimere quindi il risultato nella sua forma più completa.
 - Quale termocoppia è più accurata?
10. Dato un set di dati (x, y) correlati dalle seguenti equazioni, come li diagrammereste in modo da ottenere una retta in un sistema di assi? Se disponeste di grafici semilogaritmici o log/log, per quali equazioni li usereste?
- $y^3 = re^{-p/x}$
 - $\frac{1}{\ln(y-5)} = \left(3 + ax^{\frac{1}{2}}\right)q$
 - $y^2 = rx^3$
 - $(y + 1)^3 = [t(x - 3)^3]^{-1}$
 - $y = \exp(vx^{0.5} + w)$
 - $yx = 10^{[d(x^2+y^2)+k]}$
 - $y = \left[ax + \frac{b}{x}\right]^{-2}$
11. Nel 1916 Nusselt derivò la seguente relazione teorica per predire il coefficiente di trasferimento di calore h tra un vapore saturo puro e una superficie fredda: $h = 0.943 \left(\frac{k^3 \rho^2 g \lambda}{L \mu \Delta T}\right)^{\frac{1}{4}}$, con h espressa in $\frac{btu}{hr \times ft^2 \times \Delta^\circ F}$, k in $\frac{btu}{hr \times ft \times \Delta^\circ F}$, ρ in $\frac{lb_m}{ft^3}$, g in $\frac{ft}{hr^2}$, λ in $\frac{btu}{lb_m}$, L in ft , μ in $\frac{lb_m}{hr \times ft}$ e T in $^\circ F$. Dimensionalmente l'equazione è corretta? La costante 0.943 che unità di misura deve avere?
12. La piramide di Giza copre un'area di 13.0 acres (1 acre = 43560 ft²) e ha un'altezza di 146.61 m. **Stimare** il volume della piramide in yards (senza l'utilizzo della calcolatrice).

13. Tra le varie versioni di Spider-Man nei fumetti Marvel, alcune sono in grado di produrre la famosa ragnatela direttamente dal polso, in altre la ragnatela viene prodotta da un *gadget* prodotto da Peter, il quale necessita di essere ricaricato.
- Quanti metri di ragnatela devono essere in grado di produrre al secondo le ghiandole nel polso di Peter per potergli permettere di *swingare* tra i grattacieli di New York?
 - Che densità di ragnatela (espressa in metri di ragnatela per cm^3) deve contenere una ricarica del gadget dell'altra versione di Spider-Man per permettergli di *swingare* per almeno 30 minuti ininterrottamente tra i grattacieli?
14. Quanti pancake vengono mangiati ogni mattina negli stati uniti?
15. Di quanto si assottiglia il battistrada di una macchina percorrendo 1 km?
16. Quante ore impiega una trota per nuotare da Londra a Toronto?