Fisica 1 per Chimica (Canali A-E ed P-Z)
Esame scritto di Laboratorio/Statistica 10/09/2018
docenti: Francesco Santanastasio, Paolo Gauzzi

Nome: Cognome:

Matricola Aula:

Canale: Docente:

La durata del compito è 3 ore. I cellulari devono essere spenti. Non è possibile consultare libri di testo o appunti personali. È possibile utilizzare una calcolatrice ed il formulario fornito insieme al compito.
Riportare a penna (non matita) sul presente foglio i risultati numerici finali (con unità di misura ed incertezze di misura). Nell'elaborato riportare sia lo svolgimento dettagliato degli esercizi (indicando tutte le formule utilizzate ed i passaggi) che i risultati numerici.

Esercizio 1

Uno studio sui consumi medi di carburante di automobili a benzina di diversa cilindrata fornisce i risultati riportati in tabella. Si assuma che l'incertezza sulle misure della distanza percorsa con un litro di carburante sia $\sigma = 0.2$ km/ℓ, mentre si consideri trascurabile l'incertezza sulla cilindrata.

Distanza al litro - D (km/ℓ)	Cilindrata - C (cm^3)
13.1	1600
6.7	2800
8.2	2500
9.6	2000
12.4	1400

a) Assumendo che la relazione tra la distanza percorsa con un litro di carburante e la cilindrata sia lineare, $D = A + B \times C$ determinare il parametri A e B con le loro incertezze.

$A =$ ____________

$B =$ ____________

b) Determinare la distanza attesa percorsa per litro di carburante, con la corrispondente incertezza, per un'autovettura di cilindrata 1900 cm^3.

$D =$ ____________

c) Una casa automobilistica afferma di aver ridotto i consumi, producendo una vettura di cilindrata 1900 cm^3 che percorre 11.9 km/ℓ. Si può affermare che sia un miglioramento significativo (assumendo un livello di significatività dello 0.1%)?
SÌ □ NO □

Esercizio 2

In un test a risposta multipla, ci sono 12 domande con 3 possibili risposte, di cui solo una corretta, per ogni domanda.

a) Calcolare la probabilità di rispondere correttamente a tutte le domande scegliendo ogni volta la risposta a caso.

$p =$ ____________

b) Per superare il test bisogna rispondere correttamente ad almeno 7 domande. Calcolare la probabliltà di superare il test rispondendo a caso.

$p =$ ____________

c) In un test composto da 120 domande, calcolare la probabilità di dare almeno 70 risposte giuste, sempre rispondendo a caso.

$p =$ ____________

Esercizio 3

Un studente vuole studiare il fenomeno di assorbimento nella materia della radiazione proveniente da una sorgente radioattiva. A questo scopo, pone un contatore Geiger ad una certa distanza dalla sorgente e misura $N_1 = 491$ conteggi in 1 minuto di misura. Ripete quindi la misura ponendo tra il contatore e la sorgente uno schermo di piombo ottenendo $N_2 = 111$ conteggi in 1 minuto. Infine, per misurare la radioattività di fondo ambientale, egli toglie la sorgente ed ottiene $N_3 = 244$ conteggi in 5 minuti di misura.

a) Determinare il tasso di conteggi al minuto nei tre casi considerati con le corrispondenti incertezze.

$R_1 =$ ________________

$R_2 =$ ________________

$R_3 =$ ________________

b) Determinare il tasso di conteggi al minuto relativo alla sola sorgente radioattiva in assenza (R_{sorg}) ed in presenza ($R_{sorg+Pb}$) dello schemo di piombo e le relative incertezze. Determinare inoltre il rapporto $A = \frac{R_{sorg+Pb}}{R_{sorg}}$ e la relativa incertezza.

$R_{sorg} =$ ________________

$R_{sorg+Pb} =$ ________________

$A =$ ________________

c) Sapendo che è la valida la relazione $A = e^{-\frac{x}{\lambda}}$, dove $x = (5.0 \pm 0.1)$ cm è lo spessore dello schermo di piombo, determinare il parametro λ e la relativa incertezza.

$\lambda =$ ________________

-1 punto ogni 3 errori di questo tipo:
- unità di misura non riportate o riportate incorrettamente
- errori di calcolo (procedimento e formule ok ma risultato numerico significativamente sbagliato)

Soluzione Esercizio 1. **(10 punti)**

a) **(5 punti)**
$\Delta = N\sum_i C_i^2 - (\sum_i C_i)^2 = 6960000$ cm^6 **(1)**
$A = \frac{\sum_i C_i^2 \sum_i D_i - \sum_i C_i \sum_i C_i D_i}{\Delta} = (19.20 \pm 0.36)$ km/ℓ **(2)**
$B = \frac{N\sum_i C_i D_i - \sum_i C_i \sum_i D_i}{\Delta} = (-0.00446 \pm 0.00017)$ km /(ℓcm^3) **(2)**

b) **(2 punti)**
$A + B \times 1900 = (10.71 \pm 0.48)$ km/ℓ

c) **(3 punti)**
$t = \frac{11.9-10.71}{0.48} = 2.5\ \sigma$ **(2)**
Non è significativo. **(1)**

Soluzione Esercizio 2. **(10 punti)**

a) **(2 punti)**
$P(12) = B_{12,\frac{1}{3}}(12) = (\frac{1}{3})^{12} = 1.88 \times 10^{-6}$ **(2)**

b) **(5 punti)**
$B_{12,\frac{1}{3}}(7) = \binom{12}{7}(\frac{1}{3})^7(\frac{2}{3})^5 = 4.77\%$
$B_{12,\frac{1}{3}}(8) = \binom{12}{8}(\frac{1}{3})^8(\frac{2}{3})^4 = 1.49\%$
$B_{12,\frac{1}{3}}(9) = \binom{12}{9}(\frac{1}{3})^9(\frac{2}{3})^3 = 0.33\%$
$B_{12,\frac{1}{3}}(10) = \binom{12}{10}(\frac{1}{3})^{10}(\frac{2}{3})^2 = 4.97 \times 10^{-4}$
$B_{12,\frac{1}{3}}(11) = \binom{12}{11}(\frac{1}{3})^{11}\frac{2}{3} = 4.52 \times 10^{-5}$ **(3)**
$P(\nu \geq 7) = B_{12,\frac{1}{3}}(7) + B_{12,\frac{1}{3}}(8) + B_{12,\frac{1}{3}}(9) + B_{12,\frac{1}{3}}(10) + B_{12,\frac{1}{3}}(11) + B_{12,\frac{1}{3}}(12) = 6.64\%$ **(2)**

c) **(3 punti)**
Con n grande la binomiale si approssima con una gaussiana:
$\mu = np = 120 \times \frac{1}{3} = 40$ **(1)**
$\sigma = \sqrt{np(1-p)} = 5.16$ **(1)**
$t = \frac{70-40}{5.16} = 5.8$
$P(t > 5.8\sigma) < 3 \times 10^{-7}$ **(1)**

Soluzione Esercizio 3. **(10 punti)**

a) **(3 punti)**
$R_1 = \frac{491 \pm \sqrt{491}}{1} = (491 \pm 22)$ conteggi/min **(1)**
$R_2 = \frac{111 \pm \sqrt{111}}{1} = (111 \pm 11)$ conteggi/min **(1)**
$R_3 = \frac{244 \pm \sqrt{244}}{5} = (48.8 \pm 3.1)$ conteggi/min **(1)**

b) **(5 punti)**
$\sigma_{R_{sorg}} = \sqrt{\sigma_{R_1}^2 + \sigma_{R_3}^2} = 22$ conteggi/min
$R_{sorg} = R_1 - R_3 = (442 \pm 22)$ conteggi/min **(1.5)**

$\sigma_{R_{sorg+Pb}} = \sqrt{\sigma^2_{R_2} + \sigma^2_{R_3}} = 11$ conteggi/min
$R_{sorg+Pb} = R_2 - R_3 = (62 \pm 11)$ conteggi/min **(1.5)**
$\frac{\sigma_A}{A} = \sqrt{(\frac{\sigma_{R_{sorg+Pb}}}{R_{sorg+Pb}})^2 + (\frac{\sigma_{R_{sorg}}}{R_{sorg}})^2} = 18.4\%$ **(1)**
$\sigma_A = A \cdot \frac{\sigma_A}{A} = 0.02585$
$A = (0.141 \pm 0.026) = (14.1 \pm 2.6)\%$ **(1)**

c) **(2 punti)**
$\lambda = -\frac{x}{ln(A)}$
$\frac{\partial\lambda}{\partial x} = -\frac{1}{ln(A)} = 0.5098$
$\frac{\partial\lambda}{\partial A} = -\frac{x}{(ln(A))^2 \cdot A} = -9.2398$ cm
$\sigma_\lambda = \sqrt{(\frac{\partial\lambda}{\partial x})^2\sigma^2_x + (\frac{\partial\lambda}{\partial A})^2\sigma^2_A} = 0.24$ cm **(1)**
$\lambda = -\frac{x}{ln(A)} = (2.55 \pm 0.24)$ cm **(1)**