**1.** Uno studente rileva 40 misure di tempo, per le quali ottiene $\bar{t}$ = 8.15 s e $\sigma_t$= 0.04 s, conta i dati nelle seguenti classi rispetto alla variabile standardizzata $z$:

| classe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $z$ | $-\infty \div -1.15$ | $-1.15 \div -0.68$ | $-0.68 \div -0.32$ | $-0.32 \div 0.32$ | $0.32 \div 0.68$ | $0.68 \div 1.15$ | $1.15 \div \infty$ |
| $O_k$ | 3 | 5 | 5 | 13.5 | 6.5 | 4 | 3 |

a) Fare l'istogramma dei dati e sovrapporre la gaussiana.

b) Utilizzare la verifica del $\tilde{\chi}^2$, per confermare che la variabile tempo segua una distribuzione normale, e fornire la probabilità, che la distribuzione attesa sia appropriata per i dati.

c) Nel caso di una misura della velocità media, dalla relazione $\Delta x$ = 16.3 cm, per cui si misura le posizioni $x_1$, ed $x_2$, con una stecca metrica di risoluzione 1 mm, fornirne la misura.

**2**. Un giocatore decide di provare un dado 240 volte. Ciascun tiro ha sei possibili uscite $k$ = 1, 2, ⋯ 6, dove $k$ è la faccia, che si presenta, e la distribuzione dei risultati è mostrata in tabella 2.1.

**Tabella 2.1.** Occorrenze di ciascuna faccia, che si presenta in un dado lanciato lanciato 240 volte.

| Faccia che esce $k$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Occorrenze $O_k$ | 20 | 46 | 35 | 45 | 42 | 52 |

Trattando ciascun possibile risultato $k$ come un intervallo distinto, qual è il numero atteso $E_k$ in ciascuno intervallo, assumendo che il dado sia buono? Fare la verifica del $\tilde{\chi}^2$. Qual è la probabilità che il dado sia truccato ?

**3**. Ci si aspetta che un certo campione radioattivo decada con una media di 13 decadimenti al minuto. Uno studente osserva il numero $\nu$ di decadimenti in 100 distinti intervalli di un minuto, con i seguenti risultati:

Tabella **3.1** Molteplicità del numero di decadimenti in intervalli di un minuto.

| Num. di decadimenti $\nu$ | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Volte osservate | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 7 | 12 | 8 | 6 | 10 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |

a) Fate un istogramma di questi risultati e sovrapponete la poissoniana, nonché la gaussiana.

b) I dati sembrano adattarsi alla distribuzione attesa (verifica del $\tilde{\chi}^2$)?

**4.** Uno studente misura la velocità di un carrello, che scivola su una rotaia orizzontale ad aria, usando una macchina fotografica multiflash, per trovare la posizione $s$ a quattro istanti ugualmente spaziati come mostrato in tabella 4.1.

**Tabella 4.1** Posizioni e tempi di un carrello in moto.

| "$x$": tempo $t$ (s) | -3 | -1 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| "$y$": spazio $s$ (cm) | 4.0 | 7.5 | 10.3 | 12.0 |

Assumendo che il moto sia a velocità costante si trovi la retta $s=s_0+vt$.

a) Trovare con il metodo dei minimi quadrati la migliore stima della retta e la deviazione standard della curva teorica dalle misure $s$.

b) Supponete che la qualità della macchina sia scadente e che egli abbia ipotizzato che le sue misure fossero incerte di $\delta s \approx 1$ cm.

Confrontando le incertezze decidete se la relazione funzionale è consistente con i dati, fate la verifica del $\tilde{\chi}^2$.

c) Supponete invece che lo studente abbia la fiducia che le misure siano affidabili a 0.1 cm. In questo caso le misure sono consistenti con una relazione lineare? Fornire il risultato dell'accelerazione con errore per entrambi i casi.

**5**. Si lanciano insieme tre dadi 400 volte e si registra il numero 6 in ciascuno tiro con i risultati mostrati in tabella 5.1.

**Tabella 5.1.** Numero di occorrenze per nessun 6, un 6 e due o più 6.

| risultati | nessun 6 | un 6 | Due o tre 6 |
|---|---|---|---|
| Intervallo $k$ | 1 | 2 | 3 |
| Occorrenze $O_k$ | 217 | 148 | 35 |

Assumendo che i dadi siano buoni, usate la distribuzione binomiale per trovare il numero atteso per ciascuno dei tre intervalli e poi fate la verifica del $\tilde{\chi}^2$. Quale fiducia avete che i dadi siano affidabili.

**6.** Abbiamo una serie di misure riportate nella tabella 6.1 per le quali è prevista la seguente legge teorica: $y_t=50+6x$

**Tabella 6.1.** Misure di coppie di variabili ($x$, $y$)

| $x$ (incertezza trascurabile) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $y$ (incertezza ± 4) | 60 | 56 | 71 | 66 | 86 |

Fare la verifica del $\tilde{\chi}^2$ per fornire la fiducia, che la relazione descriva appropriatamente i dati sperimentali.