

Corso di Laurea in Fisica

Esame di Laboratorio II (I modulo)

13/02/2017

Istruzioni

Si risolva uno (a scelta) dei seguenti esercizi, scrivendo il codice in C++. Ai fini della valutazione, verrà considerato **solo il codice che compila ed esegue senza errori**. Per la valutazione sarà inoltre tenuto in considerazione il fatto che i codici siano scritti con ordine, utilizzando opportunamente l'**indentazione** e i **commenti**. Si richiede infine di iniziare i codici con una riga di commento contenente il comando necessario per creare l'eseguibile o per lanciare la Macro di ROOT.

Nella cartella TESTO trovate:

- il testo del compito
- il file *PrototipoROOT.cpp* che contiene un prototipo di *main* che usa *TApplication* per la grafica e *argc/argv* per il passaggio dei parametri
- le slides del corso

Nella cartella CONSEGNA dovete copiare la cartella che contiene il vostro codice e il file di testo (OBBLIGATORIO) che commenta e spiega le operazioni di statistica effettuate. Il nome della cartella che consegnate deve essere della forma: COGNOME_NOME_MATRICOLA.

1 Distribuzione di energia

Un gas è composto da N particelle che si muovono con energia cinetica distribuita secondo una funzione $dist(E)$. Le energie di ciascuna particella sono contenute nel file "energy_distr.txt" (con l'energia espressa in unità arbitrarie [A.U.]). Si chiede di:

1. leggere i dati dal file e riempire un istogramma TH1F con 1000 bin ed energia massima $E_{max} = 10$ [A.U.].
2. definire tre funzioni della forma `double dist(double *E, double *par)` che rappresentino le tre possibili distribuzioni elencate qui sotto:

- $dist_1(E) = \frac{2a}{\sqrt{\pi}} \sqrt{E} e^{-E} \quad a = 1000$
- $dist_2(E) = a E e^{-bE} \quad a = 1728 \quad b = 1.342$
- $dist_3(E) = a E e^{-2E} e^{-\frac{(E-b)^2}{2c^2}} \quad a = 2.67 \times 10^8 \quad b = 35.11 \quad c = 7.179$

3. FACOLTATIVO decidere quali delle tre distribuzioni si adatta meglio ai dati utilizzando il test del chi-quadro. Si usino le formule della statistica (NON il fit di ROOT) per determinare il χ^2 ridotto:
 - calcolare il valore teorico della $dist(E)$ per ciascun bin (si prenda E =valore centrale del bin);
 - estrarre il valore misurato della $dist(E)$ per ciascun bin dell'istogramma costruito con i dati, per fare questo si utilizzi il metodo `GetBinContent(i)` della classe `TH1F`.
 - scrivere a schermo il valore del chi-quadro e il numero di gradi di libertà. Si scriva su schermo quale funzione meglio si adatta ai dati e il chi-quadro corrispondente.
4. ripetere il punto precedente facendo il fit dell'istogramma con ROOT e facendosi restituire chi-quadro e numero di gradi di libertà. In questo caso si lascino variare i parametri (può essere necessario inizializzare i parametri, scegliete un valore che abbia lo stesso ordine di grandezza di quello proposto dal testo). Si scriva su schermo quale funzione meglio si adatta ai dati e un commento circa la compatibilità tra i valori dei parametri ottenuti dal fit e quelli proposti nel testo.
5. OBBLIGATORIO: si scriva un file di testo in cui si spiega in poche parole in cosa consiste il test del chi-quadro, quale delle 3 funzioni meglio si adatta ai dati e perchè.

Note: i punti da 1 a 3 possono essere risolti anche senza riempire un istogramma di ROOT ma riempiendo un vettore di 1000 elementi in modo che l'elemento i -esimo contenga la frequenza con cui si misura un'energia compresa nell'intervallo associato all'intervallo i -esimo. Si scelgano gli intervalli della stessa ampiezza, in modo da coprire il range 0-10 [A.U.].

2 Implementazione di una classe *Misura*

Implementare una classe che rappresenti la misura di una grandezza fisica X mediante il suo valore misurato ed il relativo errore (che si assume qui puramente statistico, corrispondente ad una distribuzione normale). In dettaglio si implementi:

1. Un constructor senza parametri (il default constructor) che richieda di inserire da tastiera il valore della grandezza X_p e il relativo errore EX_p .
2. Un constructor che riceva come parametro una stringa che indichi il file-name da cui leggere i valori campionati per la grandezza X . Il file viene aperto, vengono letti tutti i valori campionati e – assumendo che sia realizzata la condizione di misure indipendenti e ripetute in condizioni identiche – vengono stimati il valore della grandezza e il relativo errore ed assegnati alle rispettive variabili (X_p , EX_p). Inserire un commento nel testo che spieghi come sono effettuate le due stime e perchè.
3. Il destructor, che deve disallocare tutta la memoria utilizzata dall'oggetto **misura** (potrebbe anche essere che il distruttore non debba eseguire nessuna operazione specifica e quindi possa essere un metodo vuoto).
4. Il metodo **Moltiplica** che moltiplica la misura per un'altra misura passata come parametro al metodo (si assume che le due misure siano indipendenti) e stampa su schermo il risultato e il relativo errore;
5. Il metodo **Somma** che somma la misura a un'altra misura passata come parametro al metodo (si assume che le due misure siano indipendenti) e stampa su schermo il risultato e il relativo errore;
6. FACOLTATIVO Il metodo **SommaCorr** che somma la misura a un'altra misura passata come parametro al metodo (assieme al valore della covarianza tra le due misure) e stampa su schermo il risultato e il relativo errore;
7. Il metodo **Confronta** che confronta la misura con un'altra misura passata come parametro al metodo. Il metodo stampa su schermo una stima quantitativa della compatibilità tra le due misure e scrive inoltre un commento esplicativo;
8. OBBLIGATORIO scrivere un file di testo che spieghi come si è effettuata la stima di cui al punto 2, come sono valutati gli errori ai punti 4 e 5 e il confronto tra le misure al punto 7.

Scrivere a questo punto un **main()** che crei:

- un oggetto **misura** utilizzando i dati contenuti nei file **misurac.txt** che contiene i risultati di una serie di misure della velocità della luce effettuate nel laboratorio del secondo anno (attenzione i dati sono scritti in $\text{m/s}/10^8$);

- un oggetto **misura** che contenga il valore tabulato per la velocità della luce $c = (299\,792\,458 \pm 1) \text{ m/s}$;
- un oggetto **misura** che contenga il valore (errato) misurato tempo fa per la velocità dei neutrini $c = (299\,799\,900 \pm 1\,800) \text{ m/s}$;

Si confrontino quindi i 3 valori della velocità della luce.

FACOLTATIVO (se si è implementato SommaCorr) due oggetti di tipo **misura** $A = (30 \pm 1)$ e $B = (25 \pm 1)$ che vanno sommati assumendo che la loro covarianza sia -0.3.