

# Corso di Laurea in Fisica

## Prova di esame - Laboratorio di Calcolo e Statistica

3 luglio 2023

### Indicazioni generali

Si risolva il seguente esercizio, scrivendo un programma in C++. Ai fini della valutazione, il primo criterio che deve essere soddisfatto è che il codice compili senza errori ed esegua realizzando le funzionalità richieste dal testo. 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.

### Bontà di un fit

Una tecnica per la determinazione della bontà di un *fit* si basa sul calcolo del valore del *p-value* a partire dal risultato dell'interpolazione.

1. Si scriva un programma `main.cpp` che generi generi 4 coppie  $(x_i, y_i)$  di punti pseudo-casuali lungo l'andamento della funzione

$$f(x) = (x - 2)^3 + 3$$

con  $x_i$  fissati ai seguenti valori:

$$\{x_i\}_{i=1\dots N} = \{0.5, 1.5, 2.5, 3.5\}$$

e ciascun  $y_i$  distribuiti attorno ad  $f(x_i)$  secondo una densità di probabilità Gaussiana di sigma 0.2, utilizzando una funzione che generi i numeri pseudo-casuali Gaussiani sfruttando il teorema centrale del limite prendendo come parametri in ingresso la media e la sigma della Gaussiana.

2. Si rappresenti il campione di punti così generato con un `TGraphErrors` e lo si disegni su un file di tipo gif.
3. Dopo aver definito una funzione di ROOT di tipo TF1 a partire dall'espressione di  $f(x)$ , avente due parametri liberi  $p_i$  corrispondenti alle traslazioni orizzontale e verticale presenti nella definizione di  $f(x)$ :

$$f_{fit}(x) = (x - p_0)^3 + p_1$$

si esegua il fit del `TGraphErrors` con la TF1 costruita, controllando se il fit abbia avuto successo e stampando a schermo il valore del  $Q^2$  e del *p-value* corrispondenti. Si incapsuli lo svolgimento di questo punto in una funzione di C++ dedicata.

4. Utilizzando un ciclo opportuno, si riproducano  $N$  *toy experiment* dei punti precedenti (utilizzando la funzione di C++ sviluppata nel punto precedente) e si riempiano due istogrammi di tipo TH1F, contenenti rispettivamente la distribuzione del  $Q^2$  e del *p-value* attesi dal fit.
5. Si svolga l'esercizio del punto precedente generando i punti casuali secondo la funzione  $f(x)$  e fittandoli con un andamento di tipo differente:

$$g_{fit}(x) = (x - p_0)^2 + p_1$$

confrontando visivamente la distribuzione del  $Q^2$  atteso con le due diverse ipotesi di fit (può essere utile per questo esercizio normalizzare gli istogrammi in modo che la loro altezza massima sia 1,

sapendo che si può ottenere l'altezza massima di un istogramma `histo` chiamando: `histo.GetBinContent(histo.GetMaximumBin())` ed utilizzando il metodo `TH1F::Scale(double val)` per riscalare l'altezza di tutti i bin di un valore fissato).

6. Si determini come vari la differenza di risultati fra i due fit all'aumentare della sigma della distribuzione Gaussiana utilizzata per generare i valori  $y_i$ : come si potrebbe quantificare questa differenza?

Gli studenti affetti da disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) potranno tralasciare il punto 5. Questi ultimi dovranno anche consegnare, oltre allo svolgimento del tema, una copia del proprio Progetto Universitario Individualizzato (P.Uo.I). Il punto 6 è facoltativo, cioè lo svolgimento corretto e completo dei soli primi cinque punti permette di raggiungere il massimo punteggio nella valutazione.