

Istruzioni per la scrittura delle relazione sull'esercitazione di laboratorio:

Prof. Francesco SCAZZA, Prof. Lorenzo VITALE

Fisica Generale I – A.A. 2023-2024
29 Aprile 2024

1 Introduzione

Questa nota fornisce istruzioni e consigli sulla stesura della relazione di laboratorio. Le relazioni vanno consegnate usando l'apposito link Moodle **entro la data di iscrizione all'appello d'esame su esse3** e nelle modalità riportate qui sotto. Una volta caricate valgono per tutti gli appelli di esame per il corrente anno accademico. Chi ha già fatto la relazione negli anni precedenti caricherà quella relazione sul sito Moodle di quest'anno. **Chi non carica la relazione in tempo non è ammesso alla prova scritta.**

2 Motivazioni

La stesura delle relazioni di laboratorio ha le motivazioni seguenti:

- Farvi mettere in pratica le **nozioni elementari di elaborazione dei dati sperimentali e di valutazione delle incertezze di misura**, contenute nelle lezioni del corso dedicate a questi argomenti e disponibili sul sito Moodle (slides Lab01 - Lab04)
- Abituarvi a **riportare i risultati del vostro lavoro secondo gli standard** tipici delle comunicazioni tecnico-scientifiche, che richiedono di presentare sinteticamente non solo i risultati, ma anche i **metodi adottati**, in modo da consentire ad altri di controllare i risultati ed eventualmente riprodurli indipendentemente
- Farvi sperimentare **il lavoro in gruppo** nell'esecuzione delle misure e/o nell'elaborazione dei dati. La **responsabilità di quanto scritto nella relazione è in ogni caso individuale**, come normalmente attribuita a ciascun *autore* di un report tecnico o di un articolo scientifico. Oltre ad aver contribuito in qualche modo all'ottenimento dei risultati, l'autore deve essere in grado di spiegare ed argomentare in una discussione i contenuti della relazione o pubblicazione di cui è firmatario, anche se preparata da più persone
- Abituarsi a confrontare, interpretare e sintetizzare le informazioni necessarie (fenomeni fisici da osservare, equazioni che li descrivono, metodi di misura e di valutazione delle incertezze, etc.), ricavate da più fonti e testi, che spesso usano notazioni differenti, come accade nella vita reale

3 Lavoro preliminare

Oltre ad aver seguito le relative lezioni in presenza o in streaming (le video-registrazioni sono disponibili su Teams), prima di eseguire i calcoli e scrivere le relazioni, è necessario consultare il seguente materiale bibliografico:

- Le **lezioni sulle incertezze di misura e la loro trattazione statistica** (oltre che gli appunti che avete preso a lezione, ci sono le slide Lab01 - Lab04 sul sito Moodle).
- La **trattazione della teoria delle oscillazioni e moto armonico, pendolo semplice e pendolo fisico**, come vista a lezione e nel Capitolo 15 del testo adottato per il corso (Gianni Vannini, Gettys, Fisica 1 Meccanica - Termodinamica).
- Si consiglia inoltre di consultare le slides del prof. Bressan (anch'esse caricate sul sito Moodle con il nome di "Lab05 - Esperienza del pendolo: analisi dei dati, approfondimenti ed errori sistematici").

4 Presentazione della relazione

La relazione dovrà essere scritta in modo chiaro e ordinato, elettronicamente (tablet e/o editor di testo) oppure su carta. Se scritta tramite tablet o penna, con calligrafia leggibile e struttura ordinata. È consentito (e consigliato) l'uso di programmi informatici per l'elaborazione dei dati e dei grafici. La relazione in originale o una sua copia stampata dovrà essere portata all'esame orale in presenza, se previsto dopo la prova scritta. Le relazioni verranno confrontate fra loro dai docenti ed eventuali palesi casi di "copia/incolla" verranno valutati negativamente, assegnando 0 punti alla relazione. Da parte di studenti stranieri vengono accettate anche relazioni redatte in inglese, francese, spagnolo, in caso di competenza linguistica ancora limitata nell'uso della lingua italiana scritta.

5 Formato delle relazioni

Le relazioni devono essere titolate, datate e riportare all'inizio i dati dell'autore e anche dei co-autori in caso di lavoro di gruppo. Le pagine devono essere numerate. Figure o grafici e tabelle possono essere preparati sia manualmente sia con l'ausilio di strumenti informatici (MS Excel, Origin, Igor, MATLAB, Python ...), e devono essere in ogni caso numerati progressivamente con un titolo esplicativo. La numerazione di equazioni, figure e tabelle è necessaria per permettere riferimenti precisi nel testo.

6 Organizzazione del testo

Si consiglia di seguire la seguente organizzazione del testo in sezioni o paragrafi:

- **Introduzione:** poche righe, per spiegare la finalità della misura.
- **Descrizione del metodo:** riportate solo le **equazioni più rilevanti**, mettendo in evidenza le **grandezze da misurare**, con i relativi simboli. Si tratta principalmente di definire chiaramente le variabili utilizzate nella relazione. Se i testi consultati hanno notazioni differenti tra di loro, scegliete quella a voi più conveniente e mantenetele uniforme nella relazione. Per definizioni o dimostrazioni di equazioni non riportate estesamente, normalmente si cita il riferimento bibliografico.
- **Strumenti usati:** per tutti gli strumenti utilizzati nelle varie misure, fornite la costante di lettura oppure la sensibilità, e il corrispondente errore massimo assoluto adottato nei calcoli seguenti.
- **Risultati delle misure dirette:** con poche righe di spiegazione, fornite i dati raccolti in forma tabulare e in successione logica per le diverse parti. Nelle tabelle i dati numerici vengono normalmente riportati sotto un'intestazione che identifica con un simbolo la grandezza. Le unità di misura sono riportate solo nell'intestazione. La spiegazione del significato dei simboli usati va fatta sinteticamente nel testo o in una didascalia che accompagna la tabella; se nella relazione ci sono più tabelle, o figure, queste vanno numerate. Per misure ripetute, è fondamentale **riportare i dati in istogrammi** oltre che in tabelle.
- **Grafici da riportare:** **1) Istogramma di tutte le misure ripetute** del periodo T_i alla lunghezza per cui sono state eseguite il maggior numero di ripetizioni; in asse orizzontale ponete i valori di T raggruppati ad intervalli (bin) di larghezza ΔT , sull'asse verticale ponete il numero di misure che ricadono in ciascun intervallo; **2) Grafico delle 5 misure di g_i** (asse verticale) in funzione della lunghezza L_i del filo (asse orizzontale) con le incertezze su g_i e L_i come "barre di errore" verticali e orizzontali. **3) Grafico della verifica della legge del pendolo.** Per grafici, tabelle e per il calcolo delle medie, incertezze etc. potete usare programmi informatici. Vanno bene anche figure fatte "a mano" con righello o carta millimetrata.
- **Elaborazione dei dati:** Lo scopo principale di questa sezione è la valutazione e propagazione delle incertezze di misura. Sono possibili diverse procedure. Devono essere quindi indicate chiaramente le equazioni usate per la valutazione delle incertezze, in particolare nel calcolo dell'errore standard della media, e in generale per la propagazione delle incertezze sulla misura indiretta di g . Nella documentazione fornita si trovano anche suggerimenti su possibili strategie di combinazione dei dati e di stima delle incertezze.
- **Conclusioni:** riportate il **risultato finale** della grandezza misurata: (**valore numerico \pm incertezza**) con unità di misura e con le cifre significative corrette, risultato di media pesata e corrispondente propagazione delle incertezze relative a tutte le misure svolte in laboratorio. Fate osservazioni sulla eventuale presenza di errori sistematici, e riportate eventuali indicazioni su come migliorare la misura riducendo le incertezze dominanti e/o sistematiche. Ad esempio, elencate le approssimazioni usate (piccole oscillazioni, corpi

puntiformi) e tutti gli altri effetti sistematici possibilmente quantificandoli (ad esempio riflessi dei cronometristi, piccole oscillazioni, relazione tra pendolo semplice e pendolo fisico, oscillazioni non desiderate del supporto). In entrambi i casi potete provare a descrivere eventuali modi per valutare, misurare, minimizzare le incertezze e migliorare le misure, ecc.