VERIFICA

Verifica di fine parte · Il linguaggio della fisica

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 3 · Parte I · Il linguaggio della fisica · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · Il linguaggio della fisica · pagine 109–114 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 1–4. È ammessa la calcolatrice scientifica. Scrivi sempre le formule che usi, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è considerato incompleto. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati, e le incertezze secondo la convenzione del capitolo 3.

Parte A · Domande a scelta multipla (10 domande, 2 punti ciascuna)

1. ● Per stabilire se il periodo di un pendolo dipende dalla massa appesa, durante le misure bisogna:
   - **A.** cambiare insieme massa e lunghezza del filo
   - **B.** cambiare la massa e l'ampiezza
   - **C.** cambiare solo la massa, tenendo fissi lunghezza e ampiezza
   - **D.** tenere fissa la massa e cambiare la lunghezza

2. ● Un'ipotesi è scientifica, nel senso del metodo sperimentale, se:
   - **A.** può essere smentita da un esperimento
   - **B.** è condivisa dalla maggior parte degli studiosi
   - **C.** è stata confermata da molti esperimenti
   - **D.** è espressa con una formula

3. ● $1\ \text{m}^3$ equivale a:
   - **A.** 10 L
   - **B.** 100 L
   - **C.** 10^6 L
   - **D.** 1000 L

4. ●● Una velocità di 54 km/h vale:
   - **A.** 5,4 m/s
   - **B.** 15 m/s
   - **C.** 194 m/s
   - **D.** 1,5 m/s

5. ●● Con la regola del volume (si arrotonda per eccesso se il coefficiente è $\geq \sqrt{10} \approx 3{,}16$), l'ordine di grandezza di $3{,}9 \times 10^{-4}$ m è:
   - **A.** 10^{-5} m
   - **B.** 10^{-4} m
   - **C.** 10^{-3} m
   - **D.** 10^{-2} m

6. ● Il display di una bilancia indica 12,30 g. Le cifre significative sono:
   A. 4
   B. 3
   C. 2
   D. 5

7. ●● Dieci misure di uno stesso tempo sono molto vicine fra loro, ma tutte più grandi del valore vero di circa 0,3 s. Le misure sono:
   A. accurate ma non precise
   B. precise ma non accurate
   C. né precise né accurate
   D. precise e accurate

8. ● L'incertezza percentuale della misura (25,0 ± 0,5) cm è:
   A. 0,5%
   B. 0,02%
   C. 5%
   D. 2%

9. ●● Se due grandezze sono legate dalla legge $y = k/x$, il grafico di y in funzione di $1/x$ è:
   A. un ramo d'iperbole
   B. un ramo di parabola
   C. una retta per l'origine di pendenza k
   D. una retta orizzontale

10. ● In un grafico che riporta il volume d'acqua V (in L) raccolto da un rubinetto in funzione del tempo t (in s), la pendenza della retta si misura in:
    A. s/L
    B. L/s
    C. L · s
    D. L

Parte B · Esercizi (5 esercizi, 6 punti ciascuno)

11. ● Esegui le conversioni, scrivendo i risultati in notazione scientifica dove serve: a) 2,5 g/cm^3 in kg/m^3 (2 punti); b) 450 mL in m^3 (2 punti); c) 3,6 km^2 in m^2 (2 punti).

12. ●● Un pezzetto di metallo di massa 135,0 g viene immerso in un cilindro graduato: il livello dell'acqua sale da 60,0 mL a 110,0 mL. a) Calcola il volume del pezzetto (2 punti). b) Calcola la densità in g/cm^3 e in kg/m^3 (2 punti). c) Con la Tabella A.4 dell'Appendice, di quale metallo potrebbe trattarsi? (2 punti)

13. ●● Per misurare il periodo di un pendolo si cronometrano 10 oscillazioni, cinque volte, con un cronometro di sensibilità 0,1 s: 14,2 s; 14,5 s; 14,1 s; 14,4 s; 14,3 s. a) Calcola il valore medio e la semidispersione massima del tempo di 10 oscillazioni, e scrivi il risultato (2 punti). b) Ricava il periodo con la sua incertezza (2 punti). c) Calcola l'incertezza percentuale del periodo (2 punti).

14. ●● I lati di un foglio rettangolare misurano $a = (12{,}0 \pm 0{,}1)$ cm e $b = (8{,}0 \pm 0{,}1)$ cm. Calcola, con la sua incertezza: a) il perimetro (3 punti); b) l'area (3 punti).

15. ●● Da uno stesso foglio di cartoncino si ritagliano dischi di diametro D e se ne misura la massa m: D = 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 cm; m = 0,48; 1,08; 1,92; 3,00 g. a) Mostra con un calcolo che tipo di relazione lega m a D (2 punti). b) Scrivi la legge con la costante e la sua unità (2 punti). c) Quale diametro ha un disco dello stesso cartoncino di massa 2,70 g? (2 punti)

Parte C · Problemi e domanda sulla fonte (50 punti in totale)

16. ●●● **(14 punti)** Un gruppo appende a una molla masse crescenti e ne misura la lunghezza totale L con un righello (incertezza ± 0,2 cm): m = 0, 50, 100, 150, 200 g; L = 20,0; 22,6; 25,1; 27,4; 30,0 cm. I dati sono riportati nella Figura V1.1. a) Spiega come è costruito il grafico: quale variabile va in ascissa, che cosa rappresentano i segmenti verticali (2 punti). b) Che tipo di relazione lega L a m? Giustifica con i dati (2 punti). c) La retta che unisce (0 g; 19,8 cm) con (200 g; 30,2 cm) e quella che unisce (0 g; 20,2 cm) con (200 g; 29,8 cm) attraversano tutte le barre d'errore. Ricava la pendenza con la sua incertezza e l'incertezza percentuale (4 punti). d) Che cosa rappresentano, per la molla, la pendenza e l'intercetta? Scrivi la legge (2 punti). e) Un altro gruppo, con una molla dello stesso modello, trova una pendenza di (0,053 ± 0,002) cm/g. Le due misure sono compatibili? (2 punti) f) Un compagno usa la legge per prevedere la lunghezza della molla con un carico di 1,0 kg. Che valore ottiene? Che cosa gli diresti? (2 punti)

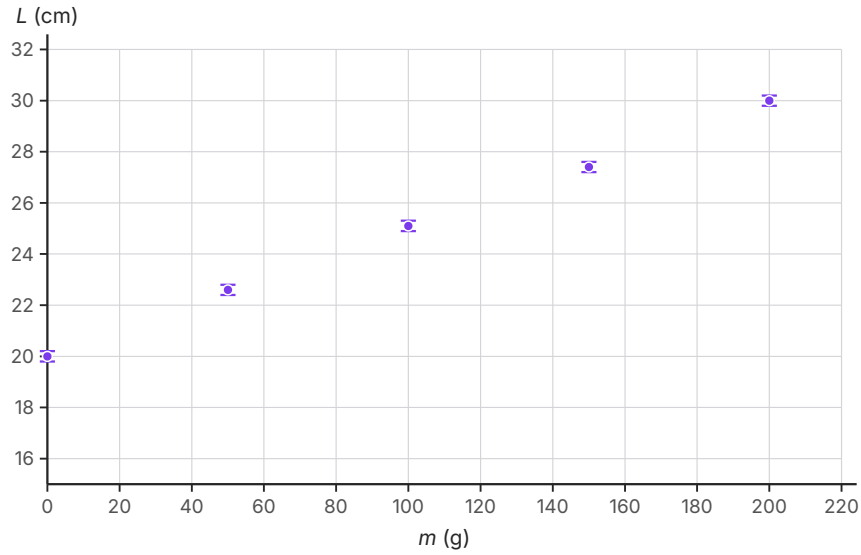


Figura V1.1 Lunghezza totale L di una molla in funzione della massa appesa m, con le barre d'errore (± 0,2 cm).

17. ●● **(12 punti)** Un'aula è lunga (8,00 ± 0,05) m, larga (6,00 ± 0,05) m e alta (3,20 ± 0,05) m. a) Calcola il volume dell'aula con la sua incertezza (4 punti). b) Con la densità dell'aria della Tabella A.3 dell'Appendice (1,20 kg/m^3), calcola la massa dell'aria contenuta nell'aula (3 punti). c) Qual è l'ordine di grandezza di questa massa? Confrontala con la massa di uno studente (circa 60 kg): quanti studenti «pesano» quanto l'aria dell'aula? (2 punti) d) Una finestra aperta fa entrare 0,40 m^3 d'aria al secondo. In quanto tempo entra un volume d'aria pari a quello dell'aula? Esprimilo in minuti (3 punti).

18. ●● **(12 punti)** Per riempire la stessa vasca fino al segno di troppo pieno si usano, in quattro prove, rubinetti diversi. Di ciascuno si misura a parte Q, il volume d'acqua che esce in un minuto, e poi il tempo di riempimento t: Q = 4,0; 6,0; 8,0; 12,0 L/min; t = 29,5; 20,2; 15,1; 9,9 min. a) Mostra con un calcolo che t e Q sono, entro le incertezze, inversamente proporzionali, e spiega che cosa rappresenta la costante (3 punti). b) Scrivi la legge, con il valore della costante, la sua unità e la sua incertezza (semidispersione massima) (3 punti). c) Quale grafico costruiresti per ottenere una retta per l'origine? Quanto vale la sua pendenza? (2 punti) d) Esprimi il volume della vasca in m^3 e Q = 12,0 L/min in m^3/s, in notazione scientifica (2 punti). e) Un compagno conclude che con un filo d'acqua di 0,10 L/min la vasca si riempirebbe in circa 20 ore. È un'interpolazione o un'estrapolazione? Quale ipotesi del modello potrebbe non valere più? (2 punti)

19. ●● **(12 punti) Domanda sulla fonte.** Nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (1638), Giornata terza, Salviati racconta come Galileo misurava il tempo impiegato da una palla di bronzo a scendere lungo un canale inclinato: «si teneva una gran secchia piena d'acqua, attaccata in alto, la quale per un sottil cannellino, saldatogli nel fondo, versava un sottil filo d'acqua, che s'andava ricevendo con un piccol bicchiero per tutto 'l tempo che la palla scendeva nel canale e nelle sue parti: le particelle poi dell'acqua, in tal guisa raccolte, s'andavano di volta in volta con esattissima bilancia pesando, dandoci le differenze e proporzioni de i pesi loro le differenze e proporzioni de i tempi». a) Spiega con parole tue il metodo. Quale relazione fra due grandezze, nel linguaggio del capitolo 4, ne è il fondamento? (3 punti) b) Perché Galileo usa una secchia «gran» e un cannellino «sottil»? Quale errore sistematico si avrebbe con una secchia piccola? (3 punti) c) Poco prima Salviati afferma che, ripetendo la misura, non si trovava «differenza né anco della decima parte d'una battuta di polso». Se una battuta di polso dura circa 0,8 s e una discesa lungo tutto il canale durava, per ipotesi, circa 8 s, quale incertezza percentuale corrisponde a questa affermazione? (3 punti) d) Come verificheresti oggi, con un cronometro e una bilancia, che il metodo di Galileo funziona? Descrivi la tabella e il grafico che costruiresti (3 punti).

Griglia di valutazione Punti per sezione.

Sezione	Contenuto	Punti
Parte A	domande 1–10 × 2 punti	20
Parte B	esercizi 11–15 × 6 punti	30
Parte C	problema 16 (14), problema 17 (12), problema 18 (12), domanda sulla fonte 19 (12)	50
Totale		**100**

Dal punteggio al voto Corrispondenza indicativa fra punteggio e voto in decimi.

Punteggio	0–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74	75–84	85–94	95–100
Voto	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Soluzioni

1. C (2 punti). Si cambia una sola variabile alla volta; lunghezza e ampiezza sono variabili controllate.

2. A (2 punti). È il criterio di falsificabilità: un'ipotesi che nessun esperimento potrebbe smentire non dice nulla sul mondo.

3. D (2 punti). 1 m^3 = 1000 dm^3 e 1 dm^3 = 1 L.

4. B (2 punti). 54 km/h ÷ 3,6 = 15 m/s.

5. C (2 punti). 3,9 ≥ 3,16, quindi si arrotonda alla potenza successiva: 10^{-4+1} m = 10^{-3} m.

6. A (2 punti). Lo zero finale a destra della virgola è significativo: 1, 2, 3, 0.

7. B (2 punti). La piccola dispersione indica precisione; lo scarto sistematico dal valore vero indica scarsa accuratezza.

8. D (2 punti). e_r = 0,5 cm / 25,0 cm = 0,02 = 2%.

9. C (2 punti). $y = k \cdot (1/x)$: proporzionalità diretta fra y e $1/x$.

10. B (2 punti). Unità dell'ordinata divisa per unità dell'ascissa: L/s, la portata del rubinetto.

11. a) 2,5 g/cm^3 × 1000 = 2,5 × 10^3 kg/m^3 (2 punti). b) 450 mL = 0,450 L = 0,450 × 10^{-3} m^3 = 4,50 × 10^{-4} m^3 (2 punti). c) 1 km^2 = (10^3 m)^2 = 10^6 m^2, quindi 3,6 km^2 = 3,6 × 10^6 m^2 (2 punti).

12. a) V = 110,0 mL − 60,0 mL = 50,0 mL = 50,0 cm^3 (2 punti). b) $d = m/V$ = 135,0 g / 50,0 cm^3 = 2,70 g/cm^3 = 2,70 × 10^3 kg/m^3 (2 punti). c) Alluminio (2700 kg/m^3) (2 punti).

13. a) $\bar{t}$ = (14,2 + 14,5 + 14,1 + 14,4 + 14,3) s / 5 = 14,30 s; e_a = (14,5 s − 14,1 s)/2 = 0,2 s, maggiore della sensibilità; $10T$ = (14,3 ± 0,2) s (2 punti). b) Dividendo per il numero esatto 10: T = (1,43 ± 0,02) s (2 punti). c) $e_{\%}$ = 0,02/1,43 ≈ 1,4% (uguale a quella di $10T$: 0,2/14,3) (2 punti).

14. a) $p = 2(a + b)$ = 2 × 20,0 cm = 40,0 cm; nelle somme si sommano le incertezze assolute, e il fattore esatto 2 le raddoppia: e_a = 2 × (0,1 + 0,1) cm = 0,4 cm; p = (40,0 ± 0,4) cm (3 punti). b) A = 12,0 cm × 8,0 cm = 96 cm^2; nei prodotti si sommano le incertezze relative: 0,1/12,0 + 0,1/8,0 ≈ 0,0083 + 0,0125 ≈ 0,021; e_a ≈ 0,021 × 96 cm^2 ≈ 2 cm^2; A = (96 ± 2) cm^2 (3 punti).

15. a) m/D vale 0,12; 0,18; 0,24; 0,30 g/cm: cresce, quindi non c'è proporzionalità diretta. m/D^2 vale 0,48/16 = 0,030; 1,08/36 = 0,030; 1,92/64 = 0,030; 3,00/100 = 0,030 g/cm^2: proporzionalità quadratica (2 punti). b) m = 0,030 g/cm^2 · D^2 (la massa è proporzionale all'area del disco) (2 punti). c) D = √(2,70 g / 0,030 g/cm^2) = √(90 cm^2) ≈ 9,5 cm (2 punti).

16. a) In ascissa la variabile indipendente, la massa m (g); in ordinata la lunghezza L (cm). I segmenti verticali sono barre d'errore lunghe in tutto 0,4 cm: rappresentano l'intervallo ± 0,2 cm di ogni misura (2 punti). b) Ogni 50 g la lunghezza cresce di circa 2,5 cm, ma per m = 0 la molla è lunga 20,0 cm: dipendenza lineare, non proporzionalità diretta (L/m non è costante) (2 punti). c) p_{max} = (30,2 − 19,8) cm / 200 g = 10,4 cm / 200 g = 0,052 cm/g; p_{min} = (29,8 − 20,2) cm / 200 g = 9,6 cm / 200 g = 0,048 cm/g (1 punto); p = (0,052 + 0,048)/2 cm/g = 0,050 cm/g; e_a = (0,052 − 0,048)/2 cm/g = 0,002 cm/g; p = (0,050 ± 0,002) cm/g (2 punti); $e_{\%}$ = 0,002/0,050 = 4% (1 punto). d) La pendenza è l'allungamento per ogni grammo di carico; l'intercetta, circa 20,0 cm, è la lunghezza a riposo. L = 20,0 cm + 0,050 cm/g · m (2 punti). e) Intervalli: da 0,048 a 0,052 cm/g e da 0,051 a 0,055 cm/g; si sovrappongono fra 0,051 e 0,052 cm/g: le misure sono compatibili (2 punti). f) L = 20,0 cm + 0,050 cm/g × 1000 g = 70 cm. È un'estrapolazione molto lontana dai dati (fino a 200 g): con un carico così grande la molla potrebbe deformarsi in modo permanente e la legge non valere più; il valore va controllato con una misura, e con prudenza (2 punti).

17. a) V = 8,00 m × 6,00 m × 3,20 m = 153,6 m^3 (2 punti); e_r = 0,05/8,00 + 0,05/6,00 + 0,05/3,20 ≈ 0,006 + 0,008 + 0,016 = 0,030 (1 punto); e_a ≈ 0,030 × 153,6 m^3 ≈

5 m^3; $V = (154 \pm 5)$ m^3 (1 punto). b) $m = d\,V = 1{,}20$ $kg/m^3 \times 153{,}6$ $m^3 \approx 184$ kg $\approx 1{,}8 \times 10^2$ kg (3 punti). c) $1{,}8 < 3{,}16$: ordine di grandezza 10^2 kg (1 punto). 184 kg / 60 kg ≈ 3: l'aria dell'aula ha all'incirca la massa di tre studenti (1 punto). d) $t = V/(0{,}40$ $m^3/s) = 153{,}6$ $m^3 / 0{,}40$ $m^3/s = 384$ s $\approx 3{,}8 \times 10^2$ s (2 punti) ≈ 6,4 min (1 punto).

18. a) Prodotti $Q\,t$: $4{,}0 \times 29{,}5 = 118$ L; $6{,}0 \times 20{,}2 = 121$ L; $8{,}0 \times 15{,}1 = 121$ L; $12{,}0 \times 9{,}9 = 119$ L. Sono uguali entro poco più dell'1%: quando Q raddoppia (da 4,0 a 8,0 L/min) il tempo circa si dimezza, quindi t e Q sono inversamente proporzionali (2 punti). La costante $Q\,t$ è il volume d'acqua uscito dal rubinetto, cioè il volume della vasca fino al segno (1 punto). b) Media dei prodotti: (118 + 121,2 + 120,8 + 118,8) L / 4 = 119,7 L; semidispersione massima (121,2 − 118) L / 2 = 1,6 L (2 punti); $Q\,t = (120 \pm 2)$ L, ovvero $t = 120$ L / Q (1 punto). c) Il grafico di t in funzione di $1/Q$ (in min/L): una retta per l'origine, la cui pendenza è la costante, circa 120 L (2 punti). d) $V = 120$ L $= 120$ dm^3 $= 1{,}20 \times 10^{-1}$ m^3 (1 punto); $Q = 12{,}0 \times 10^{-3}$ m^3 / 60 s = $2{,}00 \times 10^{-4}$ m^3/s (1 punto). e) $t = 120$ L / (0,10 L/min) = 1200 min = 20 h: il conto è giusto, ma 0,10 L/min è molto fuori dall'intervallo misurato (da 4,0 a 12,0 L/min): è un'estrapolazione (1 punto). Il modello suppone che tutta l'acqua uscita resti nella vasca: piccole perdite dal tappo e l'evaporazione, trascurabili in mezz'ora, in venti ore potrebbero non esserlo più, e la vasca potrebbe non riempirsi mai (1 punto).

19. a) Durante ogni discesa l'acqua che esce dalla secchia viene raccolta e pesata: la massa d'acqua raccolta misura il tempo. Il metodo si fonda sulla proporzionalità diretta fra la massa d'acqua raccolta e il tempo di efflusso ($m = k\,t$, con k = massa uscita ogni secondo, costante): allora il rapporto fra due masse è uguale al rapporto fra i due tempi, ed è proprio questo che Galileo dice («le proporzioni de i pesi … le proporzioni de i tempi») (3 punti). b) La quantità d'acqua che esce ogni secondo dipende dall'altezza dell'acqua nella secchia: se la secchia è grande e il getto sottile, durante le misure il livello scende pochissimo e il getto resta praticamente costante, così la proporzionalità vale (2 punti). Con una secchia piccola il livello scenderebbe sensibilmente, il getto si indebolirebbe e le misure successive raccoglierebbero meno acqua a parità di tempo: i tempi più lunghi, o misurati per ultimi, risulterebbero sottostimati in modo sistematico (1 punto). c) Un decimo di battuta ≈ 0,08 s; $e_{\%} \approx 0{,}08$ s / 8 s = 0,01 = 1% (3 punti). d) Traccia: si lascia uscire l'acqua per tempi diversi misurati con il cronometro (per esempio 5, 10, 15, 20, 25 s), si pesa ogni volta l'acqua raccolta, e si costruisce la tabella t (s), m (g) ± incertezza, m/t (g/s). Se m/t è costante entro le incertezze e nel grafico m–t, con le barre d'errore, una retta per l'origine attraversa tutte le barre, la massa è direttamente proporzionale al tempo e il metodo è valido; la pendenza è la massa d'acqua che esce ogni secondo (3 punti).