

Soluzioni — Midterm T1, alfa (1A): Misura — Versione C

Punteggio. Totale 100 punti, **voto** = **punti**/10. Salvagenti  (Es. 1–6): 60 punti, cioè il 6. Le tre versioni hanno gli stessi esercizi, gli stessi dati e gli stessi punti, in ordine diverso.

Fascia	Es. in questa versione	Punti	Con tutta la fascia
A: riconoscimento	1, 3, 4, 5, 6	50	voto 5
B: stessi esercizi, dati nuovi	2	10	voto 6
C: metodo noto, dati nuovi	7, 8	20	voto 8
D: trasferimento	9, 10	20	voto 10

Risposte rapide

- Es. 1** True or false? (a) F (b) V (c) F (d) V (e) V
- Es. 2** Conversions, standard form, rounding (a) 0,450 g (0,45 g accettato) (b) 15 m/s (c) $7,2 \times 10^6$ m (d) $3,6 \times 10^{-5}$ s (e) 4,0 kg
- Es. 3** Quantities and units (a) B (b) D (c) C (d) C (e) Falso
- Es. 4** Significant figures (a) 2 (b) 3 (c) 3 (d) 4 (e) 3
- Es. 5** Reading instruments (a) 1 mL (b) 23,5 mL (c) $\pm 0,5$ mL (d) $\pm 0,1$ g (e) all'altezza del fondo della superficie curva
- Es. 6** Random or systematic error? (a) casuale (b) sistematico (c) casuale (d) sistematico (e) casuali
- Es. 7** Density of a metal cube (a) 3,3% (b) 27 cm³, 10% (c) 3 cm³ (d) 0,047% (e) $7,9 \pm 0,8$ g/cm³ (f) acciaio e ottone, non decidibile
- Es. 8** A rolling ball (a) 1,60 s (b) 0,09 s (c) tempo di reazione (d) 1,30 s (e) sistematico
- Es. 9** Two students, one swinging apple (a) 2,80 s; 2,51 s (b) 0,05 s; 0,36 s (c) Y casuale, X sistematico +0,30 s (d) no (e) no
- Es. 10** Which container? (a) 0,5 mL; 12,5 mL (b) $15,0 \pm 1,0$ mL (6,7%); 25 ± 25 mL (100%) (c) cilindro (d) $2,5 \pm 0,2$ g/cm³ (e) no

Es. 1 — True or false? (fascia A)

10 punti

- (a)  Falso: 0,01 s è la sensibilità del display; con start e stop a mano il limite reale è il tempo di reazione (circa 0,2 s). **[2 p.]**
- (b)  Vero: se start e stop hanno lo stesso ritardo si compensano (conta la differenza fra i due ritardi). **[2 p.]**
- (c)  Falso: la media non elimina un errore costante. **[2 p.]**
- (d)  Vero. **[2 p.]**
- (e)  Vero: gruppo stretto ma decentrato. **[2 p.]**

Controllo ed errori frequenti

- (a) “Vero”: si crede al display.
- (b) “Falso”: si pensa che ogni ritardo cambi la lettura, ma ritardi uguali si compensano.
- (e) “Falso”: scambia precisione e accuratezza.

Es. 2 — Conversions, standard form, rounding (fascia B)**10 punti**

- (a)  0,450 g (0,45 g accettato). **[2 p.]**
(b)  $54 \times 1000/3600 = 15$ m/s. **[2 p.]**
(c)  $7,2 \times 10^6$ m. **[2 p.]**
(d)  $3,6 \times 10^{-5}$ s. **[2 p.]**
(e)  $3,9871 \rightarrow 4,0$ kg: lo zero finale resta, perché è significativo. **[2 p.]**

Controllo ed errori frequenti

- (a) 450 000 g oppure 0,045 g; (b) $54 \times 3,6 = 194,4$ m/s oppure 0,015 m/s (direzione sbagliata); (c) $7,2 \times 10^7$ m (zeri contati male); (d) $3,6 \times 10^{-4}$ o $3,6 \times 10^{-6}$ s; (e) 4 kg o 3,9 kg.
- Ragionevolezza: 54 km/h è la velocità di un'auto in città, circa 15 m/s.

Es. 3 — Quantities and units (fascia A)**10 punti**

- (a)  B: il chilogrammo, non il grammo, è l'unità SI di base. **[2 p.]**
(b)  D: la densità è massa/volume, quindi derivata. **[2 p.]**
(c)  C: kg/m³. **[2 p.]**
(d)  C: il metro è più piccolo del chilometro, $5 \times 1000 = 5000$ m. **[2 p.]**
(e)  Falso: 38,4 non è compreso fra 1 e 10; si scrive $3,84 \times 10^5$ m. **[2 p.]**

Controllo ed errori frequenti

- (a) A (grammo): è l'unità di uso quotidiano, non quella SI di base.
- (d) A (0,005 m): conversione al contrario; passando a un'unità più piccola il numero deve crescere.
- (e) Vero: si guarda la forma $a \times 10^n$ senza controllare che sia $1 \leq a < 10$.

Es. 4 — Significant figures (fascia A)**10 punti**

- (a)  0,0072 m: 2 cifre (gli zeri iniziali non contano). **[2 p.]**
(b)  207 s: 3 cifre (lo zero fra cifre non nulle conta). **[2 p.]**
(c)  5,00 kg: 3 cifre (gli zeri finali dopo la virgola contano). **[2 p.]**
(d)  0,03040 m: 4 cifre (zeri iniziali no, zero finale sì). **[2 p.]**
(e)  $2,80 \times 10^3$ m: 3 cifre (la potenza di 10 non conta). **[2 p.]**

Controllo ed errori frequenti

- Contare gli zeri iniziali dà 4 per 0,0072 m; perdere lo zero finale dà 3 per 0,03040 m; contare la potenza di 10 dà 5 per $2,80 \times 10^3$ m.

Es. 5 — Reading instruments (fascia A)**10 punti**

- (a)  1 mL: fra 20 e 25 mL ci sono 5 divisioni. [2 p.]
- (b)  23,5 mL: il fondo della superficie curva sta a metà fra 23 e 24 mL. [3 p.]
- (c)  $\pm 0,5$ mL: strumento analogico, mezza divisione. [2 p.]
- (d)  $\pm 0,1$ g: strumento digitale, ultima cifra mostrata. [2 p.]
- (e)  All'altezza del fondo della superficie curva. [1 p.]

Controllo ed errori frequenti

- (b) Leggere il bordo alto del liquido vicino alla parete dà circa 24 mL: si deve leggere il fondo della curva, al centro.
- (c) ± 1 mL: si usa la divisione intera, che vale per la differenza di due letture (regola 3), non per una lettura sola.
- (e) Occhio sopra il livello: errore di parallasse, sistematico.

Es. 6 — Random or systematic error? (fascia A)**10 punti**

- (a)  Casuale: parte a volte presto e a volte tardi. [2 p.]
- (b)  Sistemático: errore di zero. [2 p.]
- (c)  Casuale: il vento cambia a caso. [2 p.]
- (d)  Sistemático: parallasse, sempre nello stesso verso. [2 p.]
- (e)  Casuali: la media compensa gli scarti sopra e sotto, non uno scarto sempre nello stesso verso. [2 p.]

Controllo ed errori frequenti

- (b) “Casuale” perché “dipende dalla bilancia”: l'errore di zero è lo stesso a ogni pesata.
- (c) “Sistemático” perché “il vento c'è sempre”: il vento cambia a caso, quindi lo scarto varia.
- (e) “Entrambi”: la media non elimina l'errore sistemático.

Es. 7 — Density of a metal cube (fascia C)**10 punti**

- (a) $0,1/3,0 = 3,3\%$ [1 p.]
- (b) $V = 3,0^3 = 27 \text{ cm}^3$; incertezza relativa $3 \times 3,3\% = 10\%$ [2 p.]
- (c) $0,10 \times 27 = 2,7 \rightarrow 3 \text{ cm}^3$ (2,7 accettato) [1 p.]
- (d) $0,1/213,0 = 0,047\%$ (circa 0,05%) [1 p.]
- (e) $\rho = 213,0/27 = 7,889 \rightarrow 7,9 \text{ g/cm}^3$ (1 p.); incertezza relativa $10 + 0,05 \approx 10\%$ (1 p.); incertezza assoluta $0,10 \times 7,9 = 0,79 \rightarrow 0,8$; risultato $\rho = 7,9 \pm 0,8 \text{ g/cm}^3$ (1 p.) [3 p.]
- (f) Intervallo 7,1–8,7: compatibili acciaio (7,8) e ottone (8,5); non lo sono alluminio (2,7) e rame (8,9). Non si può decidere fra acciaio e ottone. [2 p.]

Controllo ed errori frequenti

- Dimenticare il fattore 3 nel volume: incertezza relativa di V 3,3%, $\rho = 7,9 \pm 0,3$, intervallo 7,6–8,2, e si conclude (sbagliando) che è acciaio. È l'errore più probabile: il risultato ha l'aria giusta.
- $V = 3 \times 3,0 = 9,0 \text{ cm}^3$ dà $\rho = 23,7 \text{ g/cm}^3$, superiore a ogni materiale della tabella.
- Usare 10 al posto di 0,10 nel prodotto con ρ : incertezza assoluta 79 g/cm^3 , senza senso: la percentuale va riconvertita.
- Ragionevolezza: la densità deve cadere nella tabella dei materiali.

Es. 8 — A rolling ball (fascia C)**10 punti**

- (a) $\bar{t} = \frac{1,62 + 1,58 + 1,64 + 1,60 + 1,55 + 1,61}{6} = \frac{9,60}{6} = 1,60 \text{ s}$ [3 p.] (1 somma, 1 divisione per 6, 1 cifre significative)
- (b) $1,64 - 1,55 = 0,09 \text{ s}$ [2 p.]
- (c) Tempo di reazione diverso a ogni avvio o arresto; pallina rilasciata in modo leggermente diverso. [2 p.]
- (d) Parte in ritardo e ferma in tempo: la lettura è più corta, $1,60 - 0,30 = 1,30 \text{ s}$. [1 p.]
- (e) Sistemático: lo scarto è sempre lo stesso e nello stesso verso, quindi ripetere e fare la media non lo elimina. [2 p.]

Controllo ed errori frequenti

- (d) $1,60 + 0,30 = 1,90 \text{ s}$: si somma invece di sottrarre. Con partenza in ritardo il cronometro misura meno tempo.
- (a) $1,6 \text{ s}$ (2 cifre) o $1,600 \text{ s}$ (4 cifre): perde il punto delle cifre significative.
- (e) “casuale, perché è il tempo di reazione”: il tempo di reazione varia a caso, ma qui lo scarto è sempre $0,30 \text{ s}$.
- Ragionevolezza: la media deve cadere fra il minimo e il massimo dei dati.

Es. 9 — Two students, one swinging apple (fascia D)**10 punti**

- (a) X: $14,01/5 = 2,802 \rightarrow 2,80 \text{ s}$. Y: $12,56/5 = 2,512 \rightarrow 2,51 \text{ s}$. [2 p.]
- (b) X: $2,83 - 2,78 = 0,05 \text{ s}$. Y: $2,71 - 2,35 = 0,36 \text{ s}$. [2 p.]
- (c) Errore casuale maggiore: Y (range $0,36 \text{ s}$ contro $0,05 \text{ s}$). Errore sistemático: X, di circa $+0,30 \text{ s}$ ($2,80 - 2,50$); la media di Y è vicina al valore vero. [2 p.]
- (d) No. Altre letture riducono solo la dispersione casuale; la media tenderà a circa $2,80 \text{ s}$, perché lo scarto costante (per esempio lo stop sempre in ritardo) resta. [2 p.]
- (e) No. I dati di X sono molto raggruppati e sembrano ottimi: un errore sistemático sposta tutte le letture nello stesso verso e non cambia la dispersione. Si scopre solo con un valore noto o con uno strumento indipendente. [2 p.]

Controllo ed errori frequenti

- Scambiare i range ($0,36$ per X e $0,05$ per Y) porta a invertire (c) e a dire che X è il meno preciso.
- “X è il più preciso, quindi è il più accurato”: confonde precisione e accuratezza. È l’errore concettuale che deve emergere in (e).
- (d) “Sì, con 100 letture la media migliora”: giusto per Y, sbagliato per X; si valuta se lo studente distingue i due casi.
- Ragionevolezza: le due medie devono cadere dentro l’intervallo delle rispettive letture.

Es. 10 — Which container? (fascia D)**10 punti**

- (a) Cilindro 0,5 mL; becher 12,5 mL **[2 p.]**
- (b) Cilindro: $V = 65,0 - 50,0 = 15,0$ mL, incertezza $0,5 + 0,5 = 1,0$ mL, relativa 6,7%. Becher: $V = 25$ mL, incertezza $12,5 + 12,5 = 25$ mL, relativa 100%. **[3 p.]** (1 per i due V , 1 per le incertezze, 1 per le relative)
- (c) Il cilindro: incertezza relativa 6,7% contro 100%; nel becher l'incertezza è grande quanto il valore. **[1 p.]**
- (d) $\rho = 38,2/15,0 = 2,547$ g/cm³ (1 p.); incertezza relativa $6,7 + 0,26 = 6,9\%$ (1 p.); assoluta $0,069 \times 2,547 = 0,18 \rightarrow 0,2$; $\rho = 2,5 \pm 0,2$ g/cm³ (1 p.) **[3 p.]**
- (e) No. L'intervallo 2,3–2,7 è compatibile con arenaria, calcare, granito e marmo (e sfiora l'ardesia a 2,7); è escluso solo il basalto. Non si può scegliere un solo materiale. **[1 p.]**

Controllo ed errori frequenti

- Usare 0,5 mL come incertezza di V (si dimentica che la differenza somma le incertezze, regola 3): relativa 3,3%, $\rho = 2,55 \pm 0,09$. Il risultato appare più preciso del vero.
- Scegliere il becher perché “è più grande”: incertezza relativa del 100%, densità priva di significato.
- Scrivere $2,547 \pm 0,2$: l'incertezza e il valore devono finire alla stessa cifra decimale.
- Ragionevolezza: una densità di 2,5 g/cm³ è quella di una roccia, coerente con il contesto.

Da dove viene ogni esercizio

Quantities and units	slide e domande concettuali del 16/9 (unità SI, densità, notazione scientifica)
Significant figures	esercizi del 16/9, sezione A, con numeri cambiati
Reading instruments	slide del 23/9 sulla sensibilità e Lab 1 e 2 (mezza divisione, ultima cifra, menisco)
Random or systematic error?	scheda del 23/9, Es. 5, con situazioni nuove; domanda concettuale sulla media
True or false?	domande concettuali delle slide del 23/9
Conversions, standard form, rounding	esercizi del 16/9, sezioni B–D, con numeri cambiati
A rolling ball	scheda del 23/9, Es. 1 e 4 (media, range) e Es. 6 (ritardo di avvio), dati nuovi
Density of a metal cube	template Lab 1 (cubetto, propagazione delle incertezze relative), dati nuovi
Which container?	template Lab 1 (domanda 1 sul recipiente) e Lab 2, dati nuovi
Two students, one swinging apple	slide del 23/9 (la mela, errore casuale e sistematico), con la domanda finale non vista

Nota di compilazione. Gli esercizi per casa non sono sul sito: ho usato il foglio del 16/9 e la scheda del 23/9 come proxy. Se i compiti di ripasso sono altri, vanno sostituiti gli esercizi Significant figures, Random or systematic error?, Conversions, standard form, rounding e A rolling ball.