VERIFICA

Verifica di fine parte · L'equilibrio

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 3 · Parte III · L'equilibrio · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · L'equilibrio · pagine 243–248 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 7, 8 e 9. È ammessa la calcolatrice scientifica. Scrivi sempre le formule che usi, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è incompleto. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati. Disegna il diagramma di corpo libero di ogni corpo di cui studi l'equilibrio. Dove non è indicato diversamente usa $g = 9{,}8$ N/kg, $p_0 = 101\,325$ Pa e la densità dell'acqua dolce 1000 kg/m^3; considera ideali funi e carrucole. Per gli angoli di 30°, 45° e 60° usa i triangoli rettangoli notevoli (Tabella A.6 dell'Appendice).

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

1. ● Un punto materiale fermo resta in equilibrio se e solo se:
   - **A.** la risultante delle forze che agiscono su di esso è nulla
   - **B.** su di esso non agisce alcuna forza
   - **C.** il peso è equilibrato dalla sola forza normale
   - **D.** le forze applicate hanno tutte lo stesso modulo

2. ●● Un piano inclinato liscio è lungo 6,0 m e alto 1,5 m. Per tenere fermo su di esso un corpo che pesa 200 N serve una forza parallela al piano di:
   - **A.** 150 N
   - **B.** 200 N
   - **C.** 50 N
   - **D.** 800 N

3. ●● Una cassa è appoggiata su un piano inclinato alto 1,2 m, con base di 4,0 m; il coefficiente di attrito statico vale 0,25. Lasciata libera, la cassa:
   - **A.** resta ferma
   - **B.** scivola
   - **C.** resta ferma solo se è abbastanza leggera
   - **D.** scivola solo se è abbastanza pesante

4. ● Il braccio di una forza rispetto a un polo è:
   - **A.** la lunghezza del vettore che rappresenta la forza
   - **B.** la distanza fra il polo e il punto di applicazione della forza
   - **C.** il prodotto della forza per la distanza dal polo
   - **D.** la distanza fra il polo e la retta d'azione della forza

5. ●● Con una leva si solleva un sasso di peso 600 N, che agisce a 0,20 m dal fulcro; la forza motrice agisce a 1,2 m dal fulcro. In equilibrio la forza motrice vale:
   - **A.** 3600 N
   - **B.** 100 N
   - **C.** 120 N
   - **D.** 600 N

6. ● Un corpo appoggiato su un piano orizzontale si ribalta quando:
   - **A.** il suo baricentro si alza
   - **B.** la base d'appoggio è piccola
   - **C.** la verticale passante per il baricentro esce dalla base d'appoggio
   - **D.** il suo peso supera la reazione del piano

7. ● Una forza di 50 N preme perpendicolarmente su una superficie di 2,0 cm^2. La pressione vale:
   - **A.** $2{,}5 \times 10^5$ Pa
   - **B.** 25 Pa
   - **C.** 100 Pa
   - **D.** $2{,}5 \times 10^3$ Pa

8. ●● Un subacqueo si trova a 20 m di profondità in mare. La pressione assoluta che lo circonda è circa:
   - **A.** 1 atm
   - **B.** 2 atm
   - **C.** 20 atm
   - **D.** 3 atm

9. ●● Un corpo di densità 800 kg/m^3 galleggia in acqua dolce. La frazione del suo volume immersa è:
   - **A.** il 20%
   - **B.** il 100%
   - **C.** l'80%
   - **D.** l'8%

10. ● Portando un barometro a mercurio dal mare in cima a una montagna, la colonna di mercurio:
    - **A.** si allunga
    - **B.** si accorcia
    - **C.** resta uguale
    - **D.** scende fino a svuotare il tubo

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

11. ●● Un'insegna che pesa 120 N è appesa al punto di mezzo di due funi uguali, fissate a due pareti alla stessa altezza; ciascuna fune forma un angolo di 30° con l'orizzontale. a) Disegna il diagramma di corpo libero del punto di aggancio (2 punti). b) Calcola la tensione di ciascuna fune (2 punti). c) Se le funi formassero 60° con l'orizzontale, quanto varrebbe la tensione? (2 punti)

12. ●● Una cassa di 50 kg è ferma su un piano inclinato lungo 5,0 m, alto 3,0 m e con base di 4,0 m. a) Calcola le componenti del peso parallela e perpendicolare al piano (2 punti). b) Se il piano fosse liscio, quale forza parallela al piano servirebbe per trattenere la cassa, e quanto varrebbe la reazione del piano? (2 punti) c) Il coefficiente di attrito statico fra cassa e piano vale 0,80: la cassa resta ferma da sola? Giustifica (2 punti).

13. ●● Un'asse lunga 5,0 m, omogenea, di peso 300 N, è appoggiata alle estremità su due sostegni A e B. Una persona di peso 700 N sta in piedi sull'asse a 1,5 m da A. a) Disegna le forze che agiscono sull'asse (2 punti). b) Scrivendo l'equilibrio dei momenti rispetto ad A, calcola la reazione del sostegno B (2 punti). c) Calcola la reazione del sostegno A e verifica il risultato con l'equilibrio delle forze (2 punti).

14. ●● Per stringere un bullone si applica una forza di 60 N all'estremità di una chiave lunga 30 cm, perpendicolarmente alla chiave. a) Calcola il momento della forza rispetto all'asse del bullone (2 punti). b) Quale forza servirebbe per ottenere lo stesso momento spingendo, sempre perpendicolarmente, a 10 cm dall'asse del bullone? (2 punti) c) Quanto vale il momento se la forza è diretta lungo la chiave, verso il bullone? Perché? (2 punti)

15. ●● Una vasca contiene acqua dolce profonda 2,5 m. Sul fondo c'è uno sportello rettangolare di 0,40 m × 0,30 m, che dà all'esterno, dove c'è aria a pressione atmosferica. a) Calcola la pressione idrostatica sul fondo (2 punti). b) Calcola la forza risultante che le pressioni dell'acqua e dell'aria esercitano sullo sportello (2 punti). c) Se la vasca fosse due volte più larga, con la stessa profondità d'acqua, la forza sullo sportello cambierebbe? Giustifica (2 punti).

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

16. ●● **(13 punti)** Un blocco di alluminio (2700 kg/m^3) di volume 400 cm^3 è appeso a un dinamometro. a) Che cosa segna il dinamometro nell'aria? (3 punti) b) Calcola la spinta di Archimede e la lettura del dinamometro quando il blocco è completamente immerso in acqua dolce (4 punti). c) Ripeti il calcolo per il blocco completamente immerso in olio d'oliva (920 kg/m^3) (3 punti). d) Che cosa segna il dinamometro se il blocco è immerso in acqua soltanto per metà del suo volume? (3 punti)

17. ●●● **(13 punti)** Una boa di massa 4,0 kg e volume 0,020 m^3 è tenuta completamente sott'acqua, in un lago di acqua dolce, da due funi uguali ancorate al fondo; le funi stanno in uno stesso piano verticale, simmetriche, e ciascuna forma un angolo di 45° con la verticale. a) Disegna il diagramma di corpo libero della boa (3 punti). b) Calcola il peso della boa e la spinta di Archimede (3 punti). c) Usando le componenti delle tensioni, calcola la tensione di ciascuna fune (4 punti). d) Se le funi vengono tagliate, la boa sale e galleggia: quale frazione del suo volume emerge? (3 punti)

18. ●● **(12 punti)** Un'altalena a bilico è formata da un'asse omogenea di 20 kg, lunga 4,0 m, imperniata nel punto di mezzo. Luca (30 kg) siede a un'estremità; Sara (45 kg) siede dall'altra parte. a) A quale distanza dal fulcro deve sedersi Sara perché l'altalena stia in equilibrio orizzontale? (4 punti) b) Quanto vale, in equilibrio, la forza che il fulcro esercita sull'asse? (3 punti) c) A quale genere di leva appartiene l'altalena? (2 punti) d) Se Sara si sposta di 0,50 m più lontano dal fulcro, quanto vale il momento risultante rispetto al fulcro e da quale parte ruota l'altalena? (3 punti)

19. ●● **(12 punti) Domanda sulla fonte.** Nel primo libro del trattato *Sui galleggianti*, Archimede enuncia: «Dei solidi più leggeri del liquido, quelli lasciati nel liquido vi si immergeranno fino al punto in cui un volume di liquido uguale a quello della parte immersa abbia lo stesso peso dell'intero solido» (proposizione 5, traduzione della redazione). a) Riformula l'enunciato con le parole e i simboli del capitolo 9, scrivendo l'uguaglianza fra due forze (3 punti). b) Ricava dall'enunciato la frazione immersa di un corpo che galleggia in funzione delle densità (3 punti). c) Un pezzo di legno galleggia in acqua dolce con i 3/5 del volume immersi. Qual è la sua densità? Quale frazione resterebbe immersa in acqua di mare (1025 kg/m^3)? (3 punti) d) Archimede ricava le sue proposizioni da postulati, senza misure. Descrivi un esperimento con cui potresti verificare questa proposizione in laboratorio (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 (13), problema 17 (13), 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. A (2 punti). È la condizione di equilibrio del punto materiale: $R = 0$. Su un corpo fermo possono agire molte forze, purché la loro somma vettoriale sia nulla.

2. C (2 punti). $F = P_{\parallel} = P \cdot h/l = 200\ \text{N} \times 1{,}5/6{,}0 = 50\ \text{N}$.

3. B (2 punti). La cassa resta ferma da sola se $h/b \le \mu_s$; qui $h/b = 1{,}2/4{,}0 = 0{,}30 > 0{,}25$, quindi scivola. La condizione non dipende dalla massa.

4. D (2 punti). Il braccio è la distanza del polo dalla retta d'azione, non dal punto di applicazione.

5. B (2 punti). $F_1 b_1 = F_2 b_2 \Rightarrow F_1 = 600\ \text{N} \times 0{,}20\ \text{m} / 1{,}2\ \text{m} = 100\ \text{N}$.

6. C (2 punti). Finché la verticale per il baricentro cade dentro la base d'appoggio, il momento del peso rispetto allo spigolo riporta il corpo sulla base; quando ne esce, lo fa ruotare oltre lo spigolo.

7. A (2 punti). $p = F/S = 50\ \text{N} / (2{,}0 \times 10^{-4}\ \text{m}^2) = 2{,}5 \times 10^5\ \text{Pa}$.

8. D (2 punti). $p = p_0 + d\,g\,h = 101\,325\ \text{Pa} + 1025 \times 9{,}8 \times 20\ \text{Pa} \approx 3{,}02 \times 10^5\ \text{Pa} \approx 3\ \text{atm}$: circa 1 atm ogni 10 m d'acqua, più quella dell'aria.

9. C (2 punti). $V_{\text{imm}}/V = d_c/d_{\text{fl}} = 800/1000 = 0{,}80$.

10. B (2 punti). In quota sopra il barometro c'è meno aria e la pressione atmosferica è minore: la colonna che essa regge è più bassa (esperienza del Puy de Dôme).

11. a) Sul punto di aggancio agiscono il peso dell'insegna, 120 N verso il basso, e le due tensioni, dirette lungo le funi verso le pareti (2 punti). b) Per i triangoli notevoli, la componente verticale di una forza inclinata di 30° sull'orizzontale è metà del modulo: $2 \times T/2 = 120\ \text{N} \Rightarrow T = 120\ \text{N}$; le componenti orizzontali, $(\sqrt{3}/2)T \approx 104\ \text{N}$, sono opposte e si annullano (2 punti). c) A 60° la componente verticale è $(\sqrt{3}/2)T$: $2 \times (\sqrt{3}/2)T = 120\ \text{N} \Rightarrow T = 120\ \text{N}/\sqrt{3} \approx 69\ \text{N}$. Funi più vicine alla verticale sono meno tese (2 punti).

12. a) $P = 50\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} = 490\ \text{N}$; $P_{\parallel} = P \cdot h/l = 490\ \text{N} \times 3{,}0/5{,}0 = 294\ \text{N} \approx 2{,}9 \times 10^2\ \text{N}$; $P_{\perp} = P \cdot b/l = 490\ \text{N} \times 4{,}0/5{,}0 = 392\ \text{N} \approx 3{,}9 \times 10^2\ \text{N}$ (2 punti). b) Sul piano liscio la forza che trattiene la cassa è $F = P_{\parallel} \approx 2{,}9 \times 10^2\ \text{N}$; la reazione del piano è $N = P_{\perp} \approx 3{,}9 \times 10^2\ \text{N}$ (2 punti). c) $h/b = 3{,}0/4{,}0 = 0{,}75 \le 0{,}80$: sì, resta ferma da sola. Equivalentemente, l'attrito statico massimo $\mu_s P_{\perp} = 0{,}80 \times 392\ \text{N} \approx 314\ \text{N}$ supera $P_{\parallel} = 294\ \text{N}$ (2 punti).

13. a) Sull'asse agiscono il peso dell'asse (300 N, nel punto di mezzo, a 2,5 m da A), la forza della persona (700 N, a 1,5 m da A), verso il basso, e le reazioni N_A e N_B dei sostegni, verso l'alto (2 punti). b) Momenti rispetto ad A (antiorario positivo, B a destra): $N_B \times 5{,}0\ \text{m} - 300\ \text{N} \times 2{,}5\ \text{m} - 700\ \text{N} \times 1{,}5\ \text{m} = 0 \Rightarrow N_B = 1800\ \text{N·m} / 5{,}0\ \text{m} = 360\ \text{N}$ (2 punti). c) $N_A + N_B = 1000\ \text{N} \Rightarrow N_A = 640\ \text{N}$. Verifica con i momenti rispetto a B: $640\ \text{N} \times 5{,}0\ \text{m} = 300\ \text{N} \times 2{,}5\ \text{m} + 700\ \text{N} \times 3{,}5\ \text{m} = 3200\ \text{N·m}$ ✓. Il sostegno più vicino alla persona regge di più (2 punti).

14. a) $M = F \cdot b = 60\ \text{N} \times 0{,}30\ \text{m} = 18\ \text{N·m}$ (2 punti). b) Con braccio 0,10 m: $F = 18\ \text{N·m} / 0{,}10\ \text{m} = 180\ \text{N}$, il triplo, perché il braccio è un terzo (2 punti). c) Zero: la retta d'azione passa per l'asse del bullone, quindi il braccio è nullo (2 punti).

15. a) $p_{\text{idro}} = d\,g\,h = 1000 \times 9{,}8 \times 2{,}5\ \text{Pa} = 2{,}45 \times 10^4\ \text{Pa}$ (2 punti). b) Dall'interno lo sportello riceve $p_0 + d\,g\,h$, dall'esterno p_0: la pressione atmosferica si annulla e resta $F = d\,g\,h \cdot S = 2{,}45 \times 10^4\ \text{Pa} \times 0{,}12\ \text{m}^2 \approx 2{,}9 \times 10^3\ \text{N}$, verso l'esterno (2 punti). c) No: per la legge di Stevino la pressione dipende solo dalla profondità, non dalla quantità d'acqua né dalla larghezza della vasca (paradosso idrostatico) (2 punti).

16. a) $V = 400\ \text{cm}^3 = 4{,}00 \times 10^{-4}\ \text{m}^3$; $m = d\,V = 2700 \times 4{,}00 \times 10^{-4}\ \text{kg} = 1{,}08\ \text{kg}$; il dinamometro segna il peso, $P = 1{,}08\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \approx 10{,}6\ \text{N}$ (3 punti). b) $F_A = 1000 \times 9{,}8 \times 4{,}00 \times 10^{-4}\ \text{N} = 3{,}92\ \text{N}$ (2 punti); lettura $P_{\text{app}} = 10{,}58\ \text{N} - 3{,}92\ \text{N} \approx 6{,}66\ \text{N}$ (2 punti). c) $F_A = 920 \times 9{,}8 \times 4{,}00 \times 10^{-4}\ \text{N} \approx 3{,}61\ \text{N}$; lettura $\approx 10{,}58\ \text{N} - 3{,}61\ \text{N}$

≈ 6,98 N: l'olio è meno denso e spinge meno (3 punti). d) Il volume immerso è la metà, quindi la spinta è 1,96 N; lettura 10,58 N − 1,96 N ≈ 8,62 N (3 punti).

17. a) Sulla boa agiscono il peso, verso il basso; la spinta di Archimede, verso l'alto; le due tensioni, dirette lungo le funi verso il fondo, cioè in basso e di lato, simmetriche (3 punti). b) $P = 4{,}0\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \approx 39\ \text{N}$; $F_A = 1000 \times 9{,}8 \times 0{,}020\ \text{N} = 196\ \text{N} \approx 2{,}0 \times 10^2\ \text{N}$ (3 punti). c) Per il triangolo notevole di 45°, ogni tensione ha componente verticale $(\sqrt{2}/2)T \approx 0{,}707\,T$, verso il basso; le componenti orizzontali sono opposte e si annullano. Equilibrio verticale: $F_A - P - 2 \times 0{,}707\,T = 0 \Longrightarrow T = (196\ \text{N} - 39{,}2\ \text{N})/1{,}414 \approx 1{,}1 \times 10^2\ \text{N}$ (111 N) (4 punti). d) Densità media della boa: 4,0 kg / $0{,}020\ \text{m}^3 = 200\ \text{kg/m}^3$; frazione immersa 200/1000 = 0,20; emerge l'80% del volume (3 punti).

18. a) Rispetto al fulcro il peso dell'asse ha braccio nullo. Luca è a 2,0 m: $30\ \text{kg} \times g \times 2{,}0\ \text{m} = 45\ \text{kg} \times g \times x \Longrightarrow x = 60/45\ \text{m} \approx 1{,}3\ \text{m}$ (1,33 m) (4 punti). b) L'asse è in equilibrio, quindi la reazione del fulcro equilibra tutti i pesi: $N = (30 + 45 + 20)\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \approx 9{,}3 \times 10^2$ N (931 N), verso l'alto (3 punti). c) Di primo genere: il fulcro sta fra le due forze (2 punti). d) Sara a 1,83 m: momento risultante $45 \times 9{,}8 \times 1{,}83\ \text{N·m} - 30 \times 9{,}8 \times 2{,}0\ \text{N·m} \approx 807\ \text{N·m} - 588\ \text{N·m} \approx 2{,}2 \times 10^2\ \text{N·m}$ in modulo; il momento del peso di Sara prevale e l'altalena ruota dalla sua parte, che scende (3 punti).

19. a) Un corpo che galleggia affonda finché il peso del fluido spostato uguaglia il suo peso: $F_A = P$, cioè $d_{fl} g V_{imm} = m\,g$ (3 punti). b) Con $m = d_c V$: $d_{fl} g V_{imm} = d_c g V \Longrightarrow V_{imm}/V = d_c/d_{fl}$ (3 punti). c) $d_c = 3/5 \times 1000\ \text{kg/m}^3 = 600\ \text{kg/m}^3$; in acqua di mare 600/1025 ≈ 0,59, poco meno dei 3/5 (3 punti). d) Traccia: si fa galleggiare un corpo regolare (per esempio un parallelepipedo di legno) in un recipiente a troppo pieno, si raccoglie e si pesa l'acqua spostata e si confronta con il peso del corpo misurato con una bilancia; oppure si misura il pescaggio e si confronta la frazione immersa con il rapporto delle densità; il confronto va fatto con le incertezze (capitolo 3), e l'esperimento va ripetuto con liquidi diversi (3 punti).