VERIFICA

Verifica di fine parte · L'equilibrio dei fluidi

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 1 · Parte IV · L'equilibrio dei fluidi · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · L'equilibrio dei fluidi · pagine 393–398 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 12–14. È ammessa la calcolatrice scientifica; puoi consultare le tabelle dell'Appendice e la Tabella 2.4 delle densità. Usa $g = 9{,}8$ N/kg; dove serve, la pressione atmosferica è $p_0 = 1{,}013 \times 10^5$ Pa, la densità dell'acqua dolce 1000 kg/m^3, quella dell'acqua di mare 1025 kg/m^3, quella del mercurio 13 546 kg/m^3. Scrivi le formule, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è incompleto. Precisa sempre se una pressione è assoluta o relativa. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati.

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

1. ● Il pascal, unità di misura della pressione, è uguale a:
   - **A.** 1 N·m^2
   - **B.** 1 N/m^2
   - **C.** 1 kg/m^3
   - **D.** 1 N/m

2. ●● Una ragazza di 50 kg sta in piedi sulla neve con un paio di racchette la cui superficie complessiva è 0,25 m^2. La pressione che esercita sulla neve è circa:
   - **A.** $2{,}0 \times 10^3$ Pa
   - **B.** $2{,}0 \times 10^2$ Pa
   - **C.** 13 Pa
   - **D.** $5{,}1 \times 10^{-4}$ Pa

3. ●● In un torchio idraulico il pistone piccolo ha area 10 cm^2 e quello grande 500 cm^2. Una forza di 200 N sul pistone piccolo equilibra, sul pistone grande, una forza di:
   - **A.** 4,0 N
   - **B.** $1{,}0 \times 10^3$ N
   - **C.** $1{,}0 \times 10^4$ N
   - **D.** $2{,}0 \times 10^5$ N

4. ● Secondo il principio di Pascal, un aumento di pressione prodotto in un punto di un liquido racchiuso in un recipiente:
   - **A.** si trasmette soltanto al fondo del recipiente
   - **B.** si trasmette soltanto nella direzione della forza applicata
   - **C.** diminuisce allontanandosi dal punto in cui è prodotto
   - **D.** si trasmette inalterato a ogni punto del liquido e alle pareti

5. ●● La pressione relativa (rispetto all'atmosfera) a 5,0 m di profondità in acqua dolce vale:
   A. $4{,}9 \times 10^3$ Pa
   B. $4{,}9 \times 10^4$ Pa
   C. $1{,}5 \times 10^5$ Pa
   D. $5{,}0 \times 10^3$ Pa

6. ● Tre recipienti di forma diversa contengono lo stesso liquido fino allo stesso livello. La pressione sul fondo:
   A. è maggiore nel recipiente più largo
   B. è maggiore nel recipiente che contiene più liquido
   C. è la stessa nei tre recipienti
   D. è maggiore nel recipiente più stretto

7. ●● Se Torricelli avesse usato acqua al posto del mercurio, al livello del mare la colonna sarebbe stata alta circa:
   A. 76 cm
   B. 1,0 m
   C. 13,6 m
   D. 10,3 m

8. ● Una pressione di 1 atm corrisponde a circa:
   A. 1013 hPa
   B. 760 Pa
   C. 1000 Pa
   D. 10,3 mmHg

9. ●● Un corpo di volume 2,0 L è completamente immerso in acqua di mare. La spinta di Archimede che riceve vale circa:
   A. 2,0 N
   B. 20 N
   C. $2{,}0 \times 10^3$ N
   D. 0,20 N

10. ●● Un blocco di legno di densità 750 kg/m^3 galleggia in acqua dolce. La frazione del suo volume che emerge è:
    A. 75%
    B. 7,5%
    C. 25%
    D. 0%

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

11. ● Una scatola piena di libri ha la forma di un parallelepipedo di 0,40 m × 0,30 m × 0,20 m e massa 24 kg. a) Calcola la pressione che esercita sul pavimento quando poggia sulla faccia più grande (3 punti). b) Su quale faccia va appoggiata per esercitare la pressione massima, e quanto vale questa pressione? (3 punti)

12. ●● Si vuole progettare un sollevatore idraulico che regga un furgone di 1800 kg applicando al pistone piccolo, di diametro 3,0 cm, una forza di 280 N. a) Quante volte l'area del pistone grande deve superare quella del pistone piccolo? Quale diametro deve avere il pistone grande? (4 punti) b) Di quanto deve scendere in tutto il pistone piccolo per sollevare il furgone di 12 cm? (2 punti)

13. ●● Un subacqueo si trova a 25 m di profondità in mare. a) Calcola la pressione assoluta, in pascal e in atmosfere (3 punti). b) Calcola la pressione relativa e la forza che essa esercita sul vetro della maschera, di area 150 cm^2 (3 punti).

14. ●● In un tubo a U aperto contenente acqua si versa, in uno dei rami, olio d'oliva (910 kg/m^3), che non si mescola con l'acqua. All'equilibrio la superficie libera dell'olio è 1,80 cm più in alto della superficie libera dell'acqua nell'altro ramo. a) Quanto è alta la colonna d'olio sopra la superficie di separazione? (4 punti) b) Quanto è alta la colonna d'acqua nell'altro ramo, misurata dal livello della superficie di separazione? (2 punti)

15. ●● Un oggetto appeso a un dinamometro segna 8,0 N nell'aria e 6,5 N quando è completamente immerso in un olio di densità 900 kg/m^3. a) Calcola la spinta (1 punto). b) Calcola il volume dell'oggetto (2 punti). c) Calcola la sua densità (2 punti). d) Che cosa segnerebbe il dinamometro con l'oggetto tutto immerso in acqua dolce? (1 punto)

Parte C · Problemi (3 problemi, 50 punti)

16. ●●● **(15 punti)** Un cubo di legno di 20 cm di lato e densità 600 kg/m^3 galleggia in acqua dolce con le facce orizzontali. a) Di quanti centimetri affonda il cubo? (4 punti) b) Con la legge di Stevino calcola la pressione relativa sulla faccia inferiore del cubo e la forza che l'acqua esercita su di essa; verifica che questa forza è uguale al peso del cubo e spiega perché (6 punti). c) Quale massa bisogna appoggiare sopra il cubo perché la sua faccia superiore arrivi esattamente a filo dell'acqua? (5 punti)

17. ●●● **(20 punti)** Un serbatoio di gas è collegato a un manometro a tubo aperto contenente mercurio. Il mercurio nel ramo aperto è 15,0 cm più in alto che nel ramo collegato al serbatoio. a) Calcola la pressione relativa e la pressione assoluta del gas (6 punti). b) Esprimi la pressione assoluta in atmosfere e in millimetri di mercurio (4 punti). c) Quale dislivello si leggerebbe se il manometro contenesse acqua invece di mercurio? Perché, in questo caso, si preferisce il mercurio? (4 punti) d) Il serbatoio ha un coperchio di area 0,050 m^2. Calcola la forza che il gas esercita sul coperchio dall'interno e la forza risultante sul coperchio, tenendo conto dell'aria che preme dall'esterno (6 punti).

18. ●●● **(15 punti)** Una boa cilindrica di massa 120 kg, con base di area 0,50 m^2 e altezza 1,2 m, galleggia in mare con l'asse verticale. a) Di quanto è immersa? (5 punti) b) Qual è la sua densità media? (3 punti) c) Alla boa si appendono strumenti e una catena; per restare ben visibile deve sporgere dall'acqua di almeno 20 cm. Quale massa massima si può aggiungere? Trascura il volume degli oggetti aggiunti (4 punti). d) La boa, senza carico, viene portata in un lago d'acqua dolce: affonda di più o di meno, e di quanto? (3 punti)

Griglia di valutazione Punti per sezione.

Sezione	Contenuto	Punti
Parte A	10 domande a scelta multipla × 2 punti	20
Parte B	esercizi 11–15 × 6 punti	30
Parte C	problema 16 (15), problema 17 (20), problema 18 (15)	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. B (2 punti). $p = F_\perp/S$, quindi 1 Pa = 1 N/m^2.

2. A (2 punti). $p = m\,g/S$ = (50 kg × 9,8 N/kg)/0,25 m^2 = 490 N / 0,25 m^2 = 1960 Pa ≈ 2,0 × 10^3 Pa.

3. C (2 punti). $F_2 = F_1\,S_2/S_1$ = 200 N × 500/10 = 1,0 × 10^4 N.

4. D (2 punti). È l'enunciato del principio di Pascal.

5. B (2 punti). $p_{rel} = d\,g\,h$ = 1000 × 9,8 × 5,0 Pa = 4,9 × 10^4 Pa (la risposta C è la pressione assoluta).

6. C (2 punti). Paradosso idrostatico: la pressione sul fondo dipende solo dalla profondità, $p = p_0 + d\,g\,h$.

7. D (2 punti). $h = p_{atm}/(d_{acqua}\,g)$ = 101 325 Pa / (1000 × 9,8 N/m^3) ≈ 10,3 m.

8. A (2 punti). 1 atm = 101 325 Pa = 1013,25 hPa = 760 mmHg.

9. B (2 punti). F_A = 1025 × 9,8 × 2,0 × 10^{-3} N ≈ 20 N.

10. C (2 punti). Frazione immersa 750/1000 = 75%, quindi emerge il 25%.

11. P = 24 kg × 9,8 N/kg = 235 N. a) Faccia più grande: S = 0,40 m × 0,30 m = 0,12 m^2; p = 235 N / 0,12 m^2 ≈ 1,96 × 10^3 Pa ≈ 2,0 × 10^3 Pa (3 punti). b) La pressione è massima sulla faccia più piccola, 0,30 m × 0,20 m = 0,060 m^2: p = 235 N / 0,060 m^2 ≈ 3,9 × 10^3 Pa (3 punti).

12. a) In equilibrio $F_1/S_1 = F_2/S_2$, quindi $S_2/S_1 = F_2/F_1$. P = 1800 kg × 9,8 N/kg = 17 640 N; S_2/S_1 = 17 640 N / 280 N = 63 (2 punti). Le aree stanno come i quadrati dei diametri: D_2 = 3,0 cm × √63 ≈ 3,0 cm × 7,94 ≈ 24 cm (area ≈ 4,5 × 10^2 cm^2) (2 punti). b) Il liquido è incomprimibile: $S_1\,\Delta x_1 = S_2\,\Delta x_2$, quindi Δx_1 = 63 × 0,12 m ≈ 7,6 m: forza 63 volte minore, spostamento 63 volte maggiore. Nei sollevatori reali questa corsa si ottiene con molte corse brevi di una pompa (2 punti).

13. a) $p = p_0 + d\,g\,h$ = 1,013 × 10^5 Pa + 1025 × 9,8 × 25 Pa = 1,013 × 10^5 Pa + 2,51 × 10^5 Pa ≈ 3,52 × 10^5 Pa ≈ 3,5 atm (3 punti). b) p_{rel} = 2,51 × 10^5 Pa; $F = p_{rel}\,S$ = 2,51 × 10^5 Pa × 1,50 × 10^{-2} m^2 ≈ 3,8 × 10^3 N (3 punti).

14. a) Si confrontano due punti alla quota della superficie di separazione, uno per ramo (stesso liquido, stessa quota, stessa pressione): $d_{olio}\,h_{olio} = d_{acqua}\,h_{acqua}$, con $h_{acqua} = h_{olio}$ − 1,80 cm. Quindi 910 h_{olio} = 1000 (h_{olio} − 1,80 cm), cioè 90 h_{olio} = 1800 cm, da cui h_{olio} = 20,0 cm (4 punti). b) h_{acqua} = 20,0 cm − 1,80 cm = 18,2 cm; controllo: 910 × 20,0 = 1000 × 18,2 (2 punti).

15. a) F_A = 8,0 N − 6,5 N = 1,5 N (1 punto). b) $V = F_A/(d_{olio}\,g)$ = 1,5 N / (900 × 9,8 N/m^3) ≈ 1,7 × 10^{-4} m^3 = 1,7 × 10^2 cm^3 (2 punti). c) $d = d_{olio}\,P/F_A$ = 900 kg/m^3 × 8,0/1,5 = 4,8 × 10^3 kg/m^3 (2 punti). d) In acqua F_A = 1,5 N × 1000/900 ≈ 1,7 N, quindi il dinamometro segna 8,0 N − 1,7 N ≈ 6,3 N (1 punto).

16. a) Frazione immersa = 600/1000 = 0,60; il cubo affonda di 0,60 × 20 cm = 12 cm (4 punti). b) $p_{rel} = d\,g\,h$ = 1000 × 9,8 × 0,12 Pa ≈ 1,18 × 10^3 Pa; $F = p_{rel}\,S$ = 1176 Pa × 0,040 m^2 ≈ 47 N. Peso del cubo: m = 600 kg/m^3 × 0,0080 m^3 = 4,8 kg, P = 47 N. Coincidono perché la faccia superiore è fuori dall'acqua e le forze laterali si annullano: la spinta è proprio la forza dovuta alla pressione relativa sulla faccia inferiore (la pressione atmosferica agisce sia sopra il cubo sia, attraverso l'acqua, sotto di esso, e si elimina). Il cubo galleggia in equilibrio, quindi la spinta è uguale al peso (6 punti). c) A cubo tutto immerso F_A = 1000 × 9,8 × 0,0080 N = 78,4 N; il peso totale deve essere 78,4 N, quindi il carico pesa 78,4 N − 47,0 N = 31,4 N e ha massa 31,4 N / 9,8 N/kg ≈ 3,2 kg (5 punti).

17. a) Il mercurio è più alto nel ramo aperto, quindi il gas è a pressione maggiore di quella atmosferica: $p_{rel} = d_{Hg}\,g\,\Delta h$ = 13 546 × 9,8 × 0,150 Pa ≈ 1,99 × 10^4 Pa (3 punti); $p_{gas} = p_{atm} + p_{rel}$ = 1,013 × 10^5 Pa + 0,199 × 10^5 Pa ≈ 1,21 × 10^5 Pa (3 punti). b) 1,21 × 10^5 Pa / 101 325 Pa ≈ 1,20 atm (2 punti); in mmHg: 760 mmHg + 150 mmHg ≈ 910 mmHg (2 punti). c) $\Delta h = p_{rel}/(d_{acqua}\,g)$ = 1,99 × 10^4 Pa / (1000 × 9,8 N/m^3) ≈ 2,03 m (2

punti); il mercurio, 13,5 volte più denso, dà dislivelli 13,5 volte più piccoli e lo strumento resta maneggevole (2 punti). d) Dall'interno: $F = p_{gas}S = 1{,}21 \times 10^5$ Pa × 0,050 $m^2 \approx 6{,}1 \times 10^3$ N (3 punti). L'aria esterna spinge con $p_{atm}S \approx 5{,}07 \times 10^3$ N; la risultante, verso l'esterno, è $p_{rel}S = 1{,}99 \times 10^4$ Pa × 0,050 $m^2 \approx 1{,}0 \times 10^3$ N (3 punti).

18. a) Galleggiamento: $d_{mare}\, S\, h = m$, quindi h = 120 kg / (1025 kg/m^3 × 0,50 m^2) ≈ 0,234 m ≈ 23 cm (5 punti). b) V = 0,50 m^2 × 1,2 m = 0,60 m^3; d_{media} = 120 kg / 0,60 m^3 = 2,0 × 10^2 kg/m^3 (3 punti). c) Immersione massima 1,2 m − 0,20 m = 1,0 m: V_{imm} = 0,50 m^3, che regge una massa totale di 1025 × 0,50 kg = 512,5 kg; massa aggiungibile 512,5 kg − 120 kg ≈ 3,9 × 10^2 kg (4 punti). d) In acqua dolce h = 120/(1000 × 0,50) m = 0,240 m: affonda di più, perché l'acqua dolce è meno densa, di circa 0,006 m = 6 mm (3 punti).