

## ESERCIZIARIO FISICA APPLICATA

### PARTE III – I Fluidi e i Sistemi Biologici

1. Calcolare la densità di un'ipotetica sostanza sapendo che  $35 \text{ cm}^3$  di tale sostanza hanno massa pari a  $1.3 \text{ kg}$  [ $3.7 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ ]
2. Sapendo che il ferro ha densità pari a  $7.9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , determinare la massa di una sfera di ferro di  $20 \text{ cm}$  di diametro [ $33 \text{ kg}$ ]
3. Che volume occupa (in litri) una soluzione che ha massa di  $3.5 \text{ kg}$  e densità pari a  $1002 \text{ kg/m}^3$ ? [ $3.5 \text{ l}$ ]
4. Calcolare la pressione esercitata da una forza di  $345 \text{ N}$  applicata perpendicolarmente ad una superficie di area  $15 \text{ cm}^2$ . Rifare il calcolo nel caso in cui la forza formi un angolo di  $30^\circ$  con il versore normale alla superficie. Rifare il calcolo nel caso in cui l'area della superficie sia dimezzata. [ $2.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $4.6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ;  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ]
5. In un elevatore idraulico quanto vale l'intensità della forza che si deve applicare alla superficie più piccola per avere una forza di  $500 \text{ N}$  sulla superficie più grande sapendo che l'area di quest'ultima è 7 volte maggiore dell'area della superficie più piccola? [ $71.4 \text{ N}$ ]
6. Un recipiente cilindrico alto  $100 \text{ cm}$  e avente la sezione uguale a  $100 \text{ cm}^2$  è pieno d'acqua. Quanto vale la pressione sul fondo? E quanto varrebbe se il recipiente fosse pieno d'alcool ( $d = 0.8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ )? [ $9800 \text{ Pa}$ ;  $7840 \text{ Pa}$ ]
7. Applicando la legge di Stevino e trascurando la pressione atmosferica calcolare la pressione sul fondo di un recipiente alto  $32 \text{ cm}$  pieno di mercurio (densità =  $13.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) [ $42650 \text{ Pa}$ ]
8. Calcolare l'intensità della spinta di Archimede che agisce su un cubo di lato  $8.5 \text{ cm}$  immerso in un recipiente pieno di acqua di mare (densità =  $1.024 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) [ $6.2 \text{ N}$ ]
9. Quale è la pressione a cui è soggetto un subacqueo alla profondità di  $20 \text{ m}$ ? [ $\sim 2 \text{ atm}$ ]
10. In un torchio idraulico i diametri dei due pistoni sono rispettivamente  $4 \text{ cm}$  e  $15 \text{ cm}$ . Quale forza deve essere applicata al pistone più piccolo per sollevare un'automobile di  $1000 \text{ kg}$  sostenuta dal pistone più grande? Se il pistone piccolo si abbassa di  $50 \text{ cm}$ , di quanto si innalza quello grande? [ $697 \text{ N}$ ;  $7.03 \text{ m}$ ]
11. Se un liquido scorre in un condotto la cui sezione è di  $25 \text{ cm}^2$  di moto stazionario, quale sarà la sua velocità se il condotto viene ristretto a  $5 \text{ cm}^2$  e la portata rimane la stessa? [ $v_2 = 5 v_1$ ]
12. Sapendo che la densità dell'acqua di mare è di  $1.025 \text{ g/cm}^3$ , dire quali delle seguenti sostanze galleggia o affonda: olio ( $0.91 \text{ g/cm}^3$ ), legno ( $0.75 \text{ g/cm}^3$ ), alluminio ( $2.7 \text{ g/cm}^3$ ), mercurio ( $13.6 \text{ g/cm}^3$ ), osso ( $1.7 \text{ g/cm}^3$ ), alcool ( $0.80 \text{ g/cm}^3$ ), benzina ( $0.68 \text{ g/cm}^3$ )
13. La densità del ghiaccio è  $0.92 \text{ g/cm}^3$  mentre quella dell'acqua del mare è di  $1.025 \text{ g/cm}^3$ . Quale frazione di un iceberg rimane sommersa? [ $0.9 v$ ]
14. Una sostanza ha una densità di  $4.5 \text{ g/cm}^3$ . Calcolare la sua densità in  $\text{kg/m}^3$ . Qual è la massa di tale sostanza contenuta in  $1 \text{ cm}^3$ ? [ $4.5 \text{ g}$ ]
15. La massa di  $1.5 \text{ cm}^3$  di mercurio è  $0.02 \text{ kg}$ . Qual è la sua densità? Qual è la massa di  $1 \text{ m}^3$  di mercurio? [ $1.3 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$ ]

16. Trovare la pressione in Pa alla profondità di 200 m nel mare. La pressione atmosferica è  $1.0 \times 10^5$  Pa, e la densità relativa dell'acqua del mare è 1.03. [ $2 \cdot 10^6$  Pa]
17. La pressione sistolica del sangue in un paziente è di 200 mmHg. Effettuare la conversione in Pascal. [ $2.6 \cdot 10^4$  Pa]
18. Del plasma scorre attraverso un tubicino ad una vena di un paziente. Se la flebo viene tenuta ad una altezza di 1.6 m rispetto al braccio, qual è la differenza di pressione tra il plasma nella vena e quello nella flebo? [16621 Pa]
19. Una tavola di legno avente un volume di  $3000 \text{ cm}^3$  si trova immersa in un fiume. Sapendo che la densità del legno è  $\rho_l = 0.7 \text{ g/cm}^3$ , calcolare la forza peso e la spinta di Archimede che agiscono sulla tavola. Essa affonda o galleggia? [20.6 N; 29.4 N; galleggia]
20. Una giraffa ha il collo lungo 2 m. Calcolare la differenza di pressione idrostatica nel sangue, in Pa, tra le spalle e la testa della giraffa quando il collo forma un angolo di  $30^\circ$  con la verticale. La densità relativa (rispetto all'acqua) del sangue è 1.06. [ $\sim 18000$  Pa]
21. Un tubo orizzontale di 10 cm di diametro è raccordato ad un secondo tubo orizzontale di 6 cm di diametro. Dell'acqua scorre con velocità 6.04 m/s nel tubo più grande. Calcolare la velocità dell'acqua nel tubo più piccolo e la differenza di pressione tra tubo grande e tubo piccolo. [16.8 m/s;  $1.23 \cdot 10^5$  Pa]
22. Calcolare la portata di un fluido che attraversa un condotto di sezione  $A = 1.8 \text{ m}^2$  ad una velocità  $v = 2 \text{ m/s}$ . [ $4 \text{ m}^3/\text{s}$ ]
23. Calcolare la portata in un condotto in cui scorre un volume di fluido pari a  $40 \text{ cm}^3$  in un tempo di 20 s. [ $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ ]
24. Se la sezione di un condotto varia da  $15 \text{ cm}^2$  a  $45 \text{ cm}^2$ , di quanto varia la velocità del liquido? Aumenta o diminuisce? [ $v_2 = 1/3 v_1$ ; diminuisce]
25. In due tubicini uguali, tra le cui estremità è mantenuta la stessa differenza di pressione, scorrono dell'acqua e del sangue. Assumendo che la viscosità dell'acqua sia 4 volte minore di quella del sangue, come varia la portata nel tubicino dell'acqua rispetto a quella nel tubicino del sangue? [ $\eta_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{4} \eta_{\text{sangue}}$ ]
26. Calcolare la pressione esercitata da una colonna d'acqua alta 3 m, esprimendo il risultato in Pascal. [ $2.9 \cdot 10^5$  Pa]
27. Il gradiente della pressione sanguigna in un vaso di raggio  $r = 1.5 \text{ mm}$  è pari a  $5 \text{ mm Hg/cm}$ . Assumendo pari a  $2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$  il coefficiente di viscosità del sangue, calcolare la portata di tale condotto.
28. In una tubatura orizzontale di raggio pari a 0.3 cm e lunga 50 cm, scorre olio (densità  $0.8 \text{ g/cm}^3$ , viscosità  $3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$ ). a) Quanto vale la portata massima del tubo, se si vuole che il moto sia laminare? b) Quale differenza di pressione deve essere applicata agli estremi del tubo per mantenere tale portata? c) Quanto lavoro deve compiere la pompa su ogni litro di olio che lo attraversa? d) Quale potenza viene assorbita dalla pompa, se il suo rendimento è pari al 60%? [ $3.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $1.65 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ ; 1.65 J;  $9.6 \cdot 10^{-2} \text{ W}$ ]
29. Calcolare la velocità  $v$  con cui l'acqua inizia ad uscire dal foro di scarico di una vasca da bagno dove il livello iniziale dell'acqua è  $h = 30 \text{ cm}$ . [2.43 m/s]

30. Dell'acqua scorre in un tubo orizzontale di 10 cm di diametro che è raccordato ad un secondo tubo orizzontale di 5 cm di diametro. La pressione dell'acqua nel tubo grande vale  $5.00 \times 10^6$  Pa, mentre nel tubo piccolo vale  $10^5$  Pa. A quale velocità scorre l'acqua nel tubo piccolo?
31. In un vaso sanguigno di raggio  $r = 1\text{mm}$  si ha un gradiente di pressione di  $4\text{ mmHg/cm}$ . Calcolare la portata (coefficiente di viscosità =  $2 \cdot 10^{-3}\text{ Pa s}$ ). [ $1.05 \cdot 10^{-5}\text{ m}^3/\text{s}$ ]
32. Abbiamo un tubo verticale a forma di tronco di cono, alto 7 m e con sezione  $30\text{ cm}^2$  all'estremità più bassa,  $10\text{ cm}^2$  all'estremità più alta. L'acqua esce dalla parte alta con una velocità di  $1\text{ m/s}$  ad una pressione di  $10^5\text{ Pa}$ . Quanto vale la pressione alla base del tubo? [ $1.69 \cdot 10^5\text{ Pa}$ ]
33. Supponendo che la differenza di quota tra il cuore ed il cervello sia di  $h = 40\text{ cm}$ , che la densità del sangue sia  $\rho = 1,05\text{ kg / dm}^3$ , individuare la pressione minima che il cuore deve generare perché il sangue possa arrivare al cervello [4120 Pa]
34. Calcolare la velocità media dell'acqua in un tubo di diametro 20 mm, se la portata vale  $2\text{ l/min}$ . Il moto è laminare o turbolento? [1.1 m/s; laminare]
35. In un adulto normale a riposo, la velocità media del sangue attraverso l'aorta è  $v_0 = 33\text{cm/s}$ . Calcolare la portata attraverso un'aorta di  $r = 9\text{mm}$ . [ $8.25 \cdot 10^{-5}\text{ m}^3/\text{s}$ ]
36. Utilizzando i dati dell'esercizio precedente stimare il numero di capillari nel corpo umano. [ $2 \cdot 10^8$ ]
37. In una persona in posizione eretta, fissata l'altezza del cuore (e dell'aorta) come l'origine delle coordinate, si assuma che i piedi si trovino a circa  $h_p = 135\text{cm}$  sotto il cuore e la parte più alta della testa si trovi a circa  $h_T = 45\text{cm}$  sopra. Assumendo che la pressione relativa al livello dell'aorta sia  $100\text{Torr}$  e che la densità del sangue sia  $\rho = 1.05\text{g/cm}^3$  calcolare la pressione relativa al livello dei piedi e quella a livello della testa. [204 Torr/65 Torr]
38. Un liquido reale scorre in un condotto cilindrico con portata  $Q = 7.2\text{ litri/minuto}$ . Se la sezione è pari a  $2\text{ cm}^2$ , qual è la velocità media  $v$  nel condotto? [0.6 m/s]
39. La velocità media dell'acqua che scorre in un tubo di 6 cm di diametro è  $2\text{ m/s}$ ; qual è la velocità  $v$  in un tubo di diametro pari a 3 cm collegato in serie al primo? [8 m/s]
40. A un paziente viene fatta un'iniezione con un ago ipodermico lungo 3.2 cm (l) e di diametro 0.28 mm. Assumendo che la soluzione iniettata abbia la stessa densità e viscosità dell'acqua a  $20^\circ\text{C}$ , trovare la differenza di pressione necessaria per iniettare la soluzione a  $1.5\text{ g/s}$  [ $3 \cdot 10^5\text{ Pa}$ ]
41. Una grande arteria di un cane ha raggio interno di 4.0 mm. Il sangue scorre con una portata di  $1.0\text{ cm}^3/\text{s}$ . Si trovi: (a) Velocità media e massima del sangue; (b) La caduta di pressione in un tratto lungo 10 cm; (c) La potenza necessaria a mantenere la portata [ $2 \cdot 10^{-2}\text{ m/s}$ ;  $4 \cdot 10^{-2}\text{ m/s}$ ;  $2.9 \cdot 10^{-6}\text{ W}$ ]
42. Nell'aorta umana di raggio interno  $r_a = 1\text{ cm}$ , la portata del sangue è  $Q = 5\text{ l/min}$ . La viscosità del sangue è  $\eta = 4.75 \cdot 10^{-3}\text{ Pa s}$ . Se vi sono  $5 \cdot 10^9$  capillari nel letto vascolare dell'aorta, e ciascuno di essi ha un raggio interno di  $r_c = 4\text{ mm}$ , determinare: (a) La velocità media del sangue nell'aorta; (b) La velocità massima del sangue nell'aorta; (c) La velocità media del sangue nei capillari La perdita di carico ( $\Delta P/l$ ) nell'aorta; (d) La perdita di carico media dei capillari nel letto vascolare dell'aorta; (e) La resistenza idrodinamica per unità di lunghezza nell'aorta ed (f) La resistenza idrodinamica media per unità di lunghezza in ciascun capillare [ $0.27\text{ m/s}$ ;  $0.54\text{ m/s}$ ;  $3.3 \cdot 10^{-4}\text{ m/s}$ ;  $100.45\text{ Pa/m}$ ;  $5 \cdot 10^{11}\text{ Pa/m}$ ;  $1.2 \cdot 10^6\text{ Pa}\cdot\text{s/m}^3$ ]

43. Approssimando l'aorta di un adulto a riposo come un cilindro lungo  $L = 30\text{cm}$  di raggio  $R = 9\text{mm}$ , si calcoli la caduta di pressione nel sangue quando attraversa l'aorta e la perdita di carico nell'aorta. Si assuma la viscosità del sangue  $\eta = 4.75 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$  e la portata del sangue nell'aorta  $Q = 83\text{cm}^3/\text{s}$ . [46 Pa;  $1.53 \cdot 10^{-2} \text{ Pa/m}$ ]
44. Assumendo che il fluido con cui si deve fare una fleboclisi abbia densità pari a  $1.00 \text{ g/cm}^3$ , qual è l'altezza  $K$  cui deve essere posta la bottiglia in modo che la pressione del liquido sia pari a  $65 \text{ mmHg}$ ? [0.88 m]
45. Un circuito idraulico è costituito da un tubo di diametro  $2 \text{ mm}$  lungo  $2 \text{ m}$  (collegato ad una pompa) in cui scorre acqua ( $\eta = 10^{-3} \text{ Pa s}$ ) con una portata di  $1 \text{ cm}^3/\text{s}$ : a) Quanto vale la velocità media dell'acqua nel tubo? Il moto è laminare o turbolento? b) Quanto vale la resistenza idraulica del condotto? Quale differenza di pressione deve essere applicata ai capi del circuito e quale potenza viene erogata dalla pompa? c) Se ad un certo punto, il tubo viene parzialmente ostruito per un tratto lungo  $10 \text{ cm}$ , al punto da dimezzarne il diametro per quel tratto, quanto vale la nuova resistenza idraulica del circuito? d) Di quanto deve aumentare in percentuale la potenza erogata dalla pompa per mantenere costante la portata? [0.32 m/s; laminare;  $5.1 \cdot 10^9 \text{ Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ ;  $5.1 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ ;  $5.1 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ ;  $8.9 \cdot 5.1 \cdot 10^9 \text{ Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^3$ ; 75 %]
46. Un ago ipodermico ha un raggio  $r = 10^{-3} \text{ m}$  ed una lunghezza  $L = 10^{-1} \text{ m}$ . In esso scorre una soluzione liquida caratterizzata da una viscosità  $\eta = 10^{-2} \text{ P}$ . Se l'ago è sottoposto ad una differenza di pressione  $p_1 - p_2 = 800 \text{ Pa}$ , qual è la portata  $Q$  in esso? [ $3.14 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$ ]
47. Calcolare la caduta di pressione e la perdita di carico in un capillare di lunghezza  $L = 1\text{cm}$  e raggio  $R = 20\mu\text{m}$ . Si assuma la portata volumetrica del capillare  $Q = 4.1 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{s}$  e la viscosità del sangue  $\eta = 4.75 \cdot 10^{-2} \text{ P}$ . [ $3.1 \cdot 10^2 \text{ Pa}$ ;  $3.1 \cdot 10^4 \text{ Pa/m}$ ]
48. Un'arteria di raggio  $R_1 = 2.5 \text{ mm}$  è parzialmente bloccata da una placca. Nella regione ostruita il raggio effettivo è  $R_2 = 1.8 \text{ mm}$  e la velocità media del sangue è di  $50 \text{ cm/s}$ . (a) Calcolare la velocità media del sangue nella regione NON ostruita; (b) Per il sangue nella regione ostruita, trovare la pressione equivalente dovuta all'energia cinetica del sangue (densità del sangue  $\rho = 1.04 \text{ g/cm}^3$ ) [0.26 m/s; 130 Pa]
49. Nell'aorta umana, di raggio  $R_A = 1.0 \text{ cm}$ , la portata del sangue è  $Q = 5.0 \text{ l/min}$ . La viscosità del sangue è  $\eta = 4.75 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$ . Se vi sono  $5 \cdot 10^9$  capillari nel letto vascolare dell'aorta, e ciascuno ha raggio  $R_C = 4.0 \mu\text{m}$ , calcolare: 1. La velocità media del sangue nell'aorta; 2. La velocità media nei capillari; 3. La caduta di pressione in un tratto di aorta di lunghezza  $3.5 \text{ cm}$ ; 4. La resistenza idrodinamica nello stesso tratto [v 42]
50. La portata nell'aorta di un paziente è pari a  $90 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Se la velocità media del sangue che scorre è  $60 \text{ cm/s}$ , calcolare la sezione dell'aorta (in  $\text{cm}^2$ ). [ $1.5 \text{ cm}^2$ ]
51. Con i dati degli esercizi precedenti verificare che la resistenza di un capillare è molto maggiore della resistenza dell'aorta.
52. Calcolare il numero di Reynolds per il sangue che scorre con velocità media  $v = 10\text{cm/s}$  in un'arteria di raggio  $R = 2\text{mm}$ . Densità del sangue a  $37^\circ\text{C}$   $\rho = 1.05\text{g/cm}^3$  e viscosità  $4.75 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$ .
53. Calcolare il numero di Reynolds nell'ipotesi che nell'arteria dell'esercizio precedente sia presente una stenosi che riduca il raggio dell'arteria a  $R' = 0.2\text{mm}$ .
54. Calcolare la massa di gas contenuta in una bombola avente un volume di  $600 \text{ cm}^3$ . La densità del gas è  $4 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ .

55. in un paziente la differenza media di pressione tra l'aorta ed i capillari è 135.3 mmHg. Sapendo che la sua portata sanguigna media è  $Q = 4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ , quale è la resistenza totale del suo sistema circolatorio? (Si ricordi che  $1 \text{ mm Hg} = 133 \text{ Pa}$ )
56. Il raggio di un'arteriola è  $r_1 = 0.2 \text{ cm}$ . A causa di una ostruzione, il raggio si riduce a  $r_2 = 0.1 \text{ cm}$ . Se la differenza di pressione alle estremità dell'arteriola, la sua lunghezza e la viscosità del sangue rimangono le stesse, di quanto varia la portata? [ $Q_2=Q_1/16$ ]
57. In una persona in posizione eretta i piedi si trovano ad essere circa 1.35 m sotto il livello del cuore. Qual è la differenza di pressione tra il sangue nell'arteria del piede (livello A) e quello a livello del cuore (livello B)? La densità del sangue è  $\rho_s = 1.06 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
58. Un cubetto di legno (densità  $\rho_L = 0.75 \text{ g/cm}^3$ ) di lato  $d = 5 \text{ cm}$  è immerso in un recipiente contenente benzina (densità  $\rho_B = 0.68 \text{ g/cm}^3$ ) e glicerina (densità  $\rho_G = 1.261 \text{ g/cm}^3$ ). Dove si trova il cubetto?
59. Una tanica di olio viene completamente riempita per essere trasportata al supermercato. Quale pressione dovranno sostenere le pareti laterali? [tanica alta  $h = 30 \text{ cm}$ , lato  $a = 4 \text{ cm}$ , olio densità  $\rho_{OLIO} = 0.92 \text{ g/cm}^3$ ].
60. Quale altezza  $h$  (espressa in metri) deve avere una colonna d'acqua per produrre la pressione idrostatica  $p = 130 \text{ mm Hg}$ .
61. Qual è la pressione a cui è sottoposto un subacqueo alla profondità di 12 m?
62. Si calcoli, in base ai dati che seguono, il numero dei capillari presenti nell'uomo:  $Q = 5 \text{ l/min}$ ,  $v = 0.5 \text{ mm/s}$  (velocità media del sangue nei capillari),  $A = 10 \text{ mm}^2$  (area della sezione media di ciascun capillare). [ $2 \cdot 10^8$ ]
63. Una siringa senza ago è posta orizzontalmente. Quale pressione  $\Delta p$  (in unità SI) occorre applicare al pistone per ottenere che l'acqua distillata (liquido ideale con  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ) in essa contenuta defluisca con velocità costante  $v = 15 \text{ cm/s}$ . Il rapporto tra la sezione interna ( $A_1$ ) della siringa e quella del beccuccio di uscita ( $A_2$ ) è 20 ( $A_1/A_2 = 20$ ).
64. Il corpo di un uomo ( $m_c = 70 \text{ kg}$ ) contiene circa  $V = 5.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  di sangue. Calcolare il peso del sangue ( $\rho = 1060 \text{ kg/m}^3$ ) e la sua percentuale del peso corporeo.
65. Un mattone ha dimensioni  $a = 20 \text{ cm}$ ,  $b = 9 \text{ cm}$ ;  $c = 6 \text{ cm}$  e pesa  $P = 9.8 \text{ N}$ . Sovrapponendo i mattoni si vuole ottenere alla base d'appoggio della "pila" la pressione  $p = 1 \text{ atm}$ . Calcolare il numero minimo  $N$  di mattoni che devono formare la "pila".
66. Un liquido newtoniano è in moto laminare in un condotto orizzontale a sezione costante. Calcolare:
- il gradiente di pressione lungo il tubo di lunghezza  $L = 1 \text{ m}$ , sapendo che ai suoi estremi è applicato un  $\Delta p = 40 \text{ cm}$  di  $\text{H}_2\text{O}$ ; esprimere il risultato in  $\text{mmHg/cm}$
  - la portata  $Q$  in  $\text{cm}^3/\text{min}$ , se la viscosità è  $\eta = 1 \text{ cP}$  e il diametro interno del tubo è  $2r = 3 \text{ mm}$
  - il gradiente pressorio (in  $\text{mmHg/cm}$ ) e portata (in  $\text{cm}^3/\text{min}$ ) quando ai capi del condotto è applicato il  $\Delta p = 20 \text{ cm H}_2\text{O}$ .
67. Se la pressione atmosferica è  $p_a = 1,0 \text{ atm}$  quale forza esplica l'atmosfera su un campo rettangolare di dimensioni  $a = 50 \text{ m}$  e  $b = 100 \text{ m}$ ?
68. Assumendo che la superficie di appoggio dei piedi sia complessivamente di  $70 \text{ cm}^2$ , si calcoli la pressione che esercita sul suolo una persona di massa  $72 \text{ kg}$ .

68. Assumendo che la superficie di appoggio di del corpo sdraiato sia di  $0,70 \text{ m}^2$ , calcolare la pressione esercitata sul suolo da una persona di massa  $72 \text{ kg}$ .
69. Sul pistone di una siringa viene esercitata una forza di intensità  $F = 75 \text{ N}$ . Se la superficie del pistone ha area  $S = 1 \text{ cm}^2$ , di quanto aumenta la pressione sul liquido nella siringa?
70. Una massa  $m = 5,0 \text{ kg}$  di un liquido occupa il volume  $V = 7,35 \text{ litri}$ . Qual è la densità del liquido in  $\text{kg/litro}$ , in  $\text{kg/m}^3$  e in  $\text{g/cm}^3$ ?
71. La densità del sangue a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  è  $1,06 \text{ g/cm}^3$ . Qual è la massa di un  $1 \text{ litro}$  di sangue?
72. Il liquido di un accumulatore elettrico ha densità  $1.29 \text{ g/cm}^3$  e contiene il  $35\%$  in massa di acido solforico. Determinare la massa di acido presente in  $1 \text{ litro}$  di liquido.
73. Tre liquidi, fra loro immiscibili, vengono versati, l'uno dopo l'altro, in un recipiente cilindrico il cui diametro interno è di  $20 \text{ cm}$ . I volumi e le densità dei tre liquidi sono rispettivamente:  $0,50 \text{ litri}$  e  $2,60 \text{ g/cm}^3$ ;  $0,25 \text{ litri}$  e  $1,00 \text{ g/cm}^3$ ;  $0,40 \text{ litri}$  e  $0,80 \text{ g/cm}^3$ . Qual è la pressione idrostatica sul fondo del recipiente?
74. Alcune gocce di sangue lasciate cadere in una miscela al  $69 \%$  in volume di xilene e al  $31 \%$  di bromobenzene, vi rimangono immerse in equilibrio. Determinare la densità del sangue sapendo che alla temperatura di esperienza ( $37 \text{ }^\circ\text{C}$ ) la densità dello xilene è di  $0.86 \text{ g/cm}^3$  e quella del bromobenzene è di  $1,47 \text{ g/cm}^3$ .
75. L'aorta dell'uomo ha, in media, un diametro di  $1,5 \text{ cm}$ ; in condizioni di moderata attività fisica la portata del sangue nell'aorta è di circa  $5 \text{ litri}$  al minuto. (a) Determinare la velocità media del sangue nell'aorta in  $\text{cm/s}$  e in  $\text{m/s}$  nelle condizioni su esposte; (b) calcolare la velocità media del flusso sanguigno nei vasi capillari se essi sono  $4 \cdot 10^9$  ed hanno un diametro medio di  $8 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$ .
76. La massa di una spugna asciutta è  $m_0 = 25 \text{ g}$  mentre quando è imbevuta totalmente d'acqua è  $m = 1 \text{ kg}$ . Calcoliamo la densità della spugna.
77. La pressione media arteriosa al livello del cuore in un uomo normale è  $100 \text{ mm Hg}$ . Calcoliamo la pressione arteriosa al livello dei piedi per un uomo in posizione eretta, assumendo la distanza cuore-piedi pari a  $120 \text{ cm}$ . Considerare la densità del sangue  $1,07 \text{ g/cm}^3$ .
78. Perché un uomo in posizione eretta che subisce un'accelerazione verso l'alto pari a  $3,5 \text{ g}$  perde coscienza?
79. Calcolare la velocità media del sangue nell'aorta che ha un diametro di  $18 \text{ mm}$ , sapendo che per un adulto normale a riposo la portata del sangue è  $Q = 83 \text{ cm}^3/\text{s}$ .
80. Il gradiente di pressione per unità di lunghezza  $\Delta p/l$  in un'arteria di raggio  $r = 0,1 \text{ cm}$  è di  $4,5 \text{ mmHg/cm}$ . Calcolare la portata a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  e la velocità massima del sangue.
81. Calcolare la potenza richiesta per mantenere una portata di  $1 \text{ cm}^3/\text{s}$  in un tratto di arteria lungo  $5 \text{ cm}$  le cui caratteristiche sono quelle dell'esercizio precedente.
82. Se il raggio dell'arteria degli esercizi precedenti aumenta di un fattore  $1,5$ , come varia la portata restando inalterato il gradiente di pressione lungo l'arteria?
83. Una siringa di diametro interno  $1,5 \text{ cm}$  con un ago ipodermico di lunghezza  $3 \text{ cm}$  e raggio interno  $3 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$  è riempita con  $5 \text{ ml}$  di acqua a  $20^\circ\text{C}$ . Calcolare la forza che deve essere esercitata sullo stantuffo perché la siringa sia svuotata in  $40 \text{ s}$  in aria.

84. Un fluido di densità  $1,2 \text{ g/cm}^3$  scorre in un condotto di lunghezza  $l = 200 \text{ cm}$  e di diametro  $d = 1,4 \text{ cm}$ . Si misura la portata che è uguale a  $32 \text{ cm}^3/\text{s}$ , e la caduta di pressione ai capi del tubo che è di  $1200 \text{ dine/cm}^3$ . Calcolare la viscosità del fluido.
85. Nel praticare ad un paziente una trasfusione di sangue la bottiglia è posta in modo tale che il livello del sangue in essa è di  $1,3 \text{ m}$  al di sopra dell'ago, che ha diametro interno di  $0,36 \text{ mm}$  ed è lungo  $3 \text{ cm}$ . In un minuto passano attraverso l'ago  $4,5 \text{ cm}^3$  di liquido. Calcolare la viscosità del sangue. [ $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$ ]

