

### IDROSTATICA

**Cc1.** Un pezzo di legno pesante 71.2 N e con densità  $\delta_1 = 0.75 \text{ g/cm}^3$  è ancorato con una fune sul fondo di un lago. La tensione della fune vale

- (A) 11.8 N      (B) 232.2 N      (C) **23.7 N**      (D) 72 N      (E) 73.5 N

**SOLUZIONE.** Per l'equilibrio la somma del peso del legno e della tensione della fune devono bilanciare la spinta di Archimede:  $P + T = F_{\text{Arc}}$ . La spinta di Archimede è uguale al volume di liquido spostato per la sua densità, per l'accelerazione di gravità  $g$ ; d'altra parte, essendo il legno completamente immerso, il volume di liquido spostato è uguale al volume del legno immerso, il cui

valore è dato da  $V_l = \frac{m_1}{\delta_1}$ . Si ottiene perciò:  $F_{\text{Arc}} = \frac{P}{\delta_1} \delta_{\text{acqua}}$  e  $T = P \frac{\delta_{\text{acqua}}}{\delta_1} - P = 23.7 \text{ N}$

**Cc2.** La densità del ghiaccio è di  $917 \text{ kg/m}^3$  mentre quella dell'acqua marina è di circa  $1025 \text{ kg/m}^3$ . Rispetto al volume totale, la porzione sommersa di un iceberg è pari all'incirca al

- (A) 67%      (B) 75%      (C) 81%      (D) 86%      (E) **89%**

**SOLUZIONE.** In condizioni di equilibrio, il peso dell'iceberg ( $V \delta_{\text{gh}} g$ ) è uguale alla spinta di Archimede; quest'ultima è pari al prodotto del volume di acqua marina equivalente al volume di ghiaccio sommerso ( $V_{\text{so}}$ ) per la densità dell'acqua marina per  $g$ . Uguagliando le due espressioni si ha:

ha:  $\delta_{\text{gh}} V = \delta_a V_{\text{so}}$  Sostituendo i valori dati si ottiene  $\frac{V_{\text{so}}}{V} = \frac{917 \text{ kg/m}^3}{1029 \text{ kg/m}^3} = 0.89$

**Cc3.** Un parallelepipedo di metallo di  $5 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$  è immerso in un liquido. La densità del metallo è  $7.0 \text{ g/cm}^3$ , quella del liquido è  $2.0 \text{ g/cm}^3$ . L'apparente perdita di peso del metallo nel liquido (spinta di Archimede) vale

- (A) 29.4 N      (B) **58.8 N**      (C) 147 N      (D) 205.8 N      (E) 264.6 N

**SOLUZIONE.** La spinta di Archimede è pari al peso del fluido spostato, dato da peso specifico per volume:  $F_{\text{Arc}} = (2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) (3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3) = 58.8 \text{ N}$

**Cc4.** In un canale di sezione rettangolare e largo 3 metri il livello dell'acqua è  $h = 2 \text{ m}$ . Calcolare la forza alla quale è sottoposta una paratia che chiude il canale, inserita perpendicolarmente al fondo

- (A) **58.8 kN**      (B) 100 kN      (C) 145 kN      (D) 200      (E) 1450 kN

**Cc5.** Una boa di sughero (densità  $0.2 \text{ kg/litro}$ ) di 250 litri é tenuta da una cordicella ancorata ad un sasso (densità  $3 \text{ kg/litro}$ ) sul fondo di un lago. Se peso e volume della cordicella sono trascurabili, la massa minima del sasso che consente di mantenere la boa completamente immersa é pari a

- (A) 250 kg      (B) **300 kg**      (C) 360 kg      (D) 432 kg      (E) \_\_\_\_\_

**Cc6.** Un blocco rettangolare di ghiaccio (densità relativa all'acqua 0.917) è parzialmente immerso in acqua (densità  $1000 \text{ kg/m}^3$ ) e per il resto in olio (densità relativa 0.8). Se il blocco è alto un metro, la sua porzione che è immersa in acqua ha altezza di

- (A) 0.707 m      (B) **0.585 m**      (C) 0.415 m      (D) 0.293 m      (E) \_\_\_\_\_

**Cc7.** Un cubetto di ghiaccio (densità  $915 \text{ kg/m}^3$ ) di 3 cm di lato posto in un liquido ne emerge per una altezza di 5.16 mm. La densità del liquido vale circa

- (A)  $880 \text{ kg/m}^3$       (B)  $1000 \text{ kg/m}^3$       (C)  **$1105 \text{ kg/m}^3$**       (D)  $1290 \text{ kg/m}^3$       (E) \_\_\_\_\_

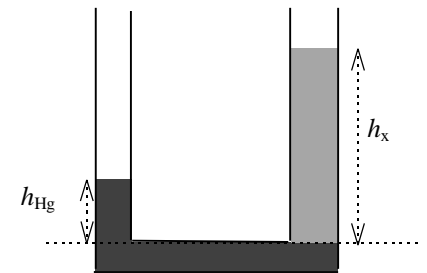
**Cc8.** Sul fondo di un largo recipiente vi è uno strato di mercurio (densità  $13.69 \text{ g/cm}^3$ ) alto 10 cm e ricoperto da 10 cm di acqua. Nel recipiente viene posto un cilindretto di ferro (densità  $7.7 \text{ g/cm}^3$ ) di

2 cm di diametro e 10 cm di altezza. All'equilibrio, l'asse del cilindro si trova lungo la verticale e la distanza tra la sua base inferiore e il fondo del recipiente è di circa

- (A) 44 mm      (B) **47 mm**      (C) 53 mm      (D) 56 mm      (E) \_\_\_\_\_

**Cc9.** Due vasi comunicanti contengono mercurio (densità  $13\,600\text{ kg/m}^3$ ) ed uno dei seguenti liquidi. Rispetto alla superficie di separazione, l'altezza della superficie libera del mercurio  $h_{\text{Hg}}$  è di 1 cm mentre quella della superficie libera del liquido,  $h_x$ , è di 15.45 cm.

liquido	H <sub>2</sub> O	olio	benzene	CCl <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> sol
densità (kg/m <sup>3</sup> )	1000	790	880	1600	1400



Il liquido incognito è

- (A) H<sub>2</sub>O      (B) olio      (C) **benzene**      (D) CCl<sub>4</sub>  
 (E) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sol

**Cc10.** Se l'elio ha densità  $0.18\text{ kg/m}^3$  e l'aria ha densità di  $1.29\text{ kg/m}^3$ , il volume minimo di un pallone aerostatico pieno d'elio che deve sostenere una navicella di massa pari a  $1000\text{ kg}$  è di circa

- (A)  $775\text{ m}^3$       (B)  **$900\text{ m}^3$**       (C)  $1000\text{ m}^3$       (D)  $1290\text{ m}^3$       (E) \_\_\_\_\_

**Cc11.** Un canale orizzontale a sezione rettangolare largo un metro e profondo 5 metri è bloccato da un parallelepipedo di metallo di densità  $8500\text{ kg/m}^3$  largo un metro, alto 5 m e di spessore  $s$ . Se il coefficiente di attrito tra parallelepipedo e fondo del canale vale 0.75, quale deve essere lo spessore minimo del blocco metallico perché il blocco non si sposti quando il canale è colmo a metà di acqua?

- (A) 75 cm      (B) 39 cm      (C) **9.8 cm**      (D) 3.1 cm      (E) 7.5 cm

### FLUIDODINAMICA

**Fa1.** Un secchio colmo d'acqua ha una massa complessiva di 23 kg. Se è pesato mentre è sotto un rubinetto con una portata di 0.5 litri/s ed è raggiunto dall'acqua ad una velocità di 10 m/s, il suo peso apparente sarà approssimativamente di

- (A) 220 N      (B) 230 N      (C) 245 N      (D) 274 N      (E) 292 N

**Soluzione.** L'acqua che esce dal rubinetto e che urta il secchio imprime al secchio un impulso uguale al prodotto della massa d'acqua per la variazione di velocità, cioè:  $F\Delta t = m\Delta v$ . Supponendo che la componente verticale della velocità si annulli nell'impatto e la componente orizzontale della velocità in uscita dal secchio sia in media nulla, la variazione di velocità è uguale a 10 m/s.

Ricordiamo inoltre che fra la portata massica (misurata in kg/s) e la portata volumica (misurata in

$\text{m}^3/\text{s}$ ) vi è la relazione:  $Q_m = \frac{m}{t} = \frac{\rho V}{t} = Q_v \rho$  e che nel nostro caso:

$$Q_m = Q_v \rho = 0.5 \frac{\text{litri}}{\text{s}} \rho = 0.5 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \rho = 0.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0.5 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

La forza media impressa dall'acqua al secchio è perciò pari a:

$$F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = 0.5 \text{ kg/s} \times 10 \text{ m/s} = 5 \text{ N}$$

Questa forza si somma alla forza di gravità, quindi il peso apparente diventa di 230 N.

**Fa2.** La portata di un tubo cilindrico orizzontale è di  $12\text{ cm}^3/\text{s}$  di acqua. Se si possono trascurare gli attriti viscosi, la differenza di pressione tra un punto dove il tubo ha sezione di  $3\text{ cm}^2$  e un punto dove ha diametro interno di 1 cm è

- (A) 9.8 Pa      (B) **10.9 Pa**      (C) 3.1 Pa      (D) 14.5 Pa      (E) 12.5 Pa

**Soluzione.** Applico il teorema di Bernoulli all'acqua che attraversa le due sezioni del tubo  $S_1$  ed  $S_2$ , dove  $S_1 > S_2$ ; poiché l'altezza media è la stessa per le due sezioni, possiamo scrivere l'equazione:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

Il moto dell'acqua all'interno del tubo è stazionario, quindi la portata è la stessa per le due sezioni

$Q = S_1 v_1 = S_2 v_2$ , la velocità dell'acqua in corrispondenza della prima sezione è

$$v_1 = \frac{Q}{S_1} = \frac{12 \text{ cm}^3/\text{s}}{3 \text{ cm}^2} = 4 \text{ cm/s}$$

La seconda sezione del tubo ha un'area pari a

$$S_2 = \pi R_2^2 = 3.14 \cdot (0.5 \text{ cm})^2 = (3.14 \cdot 0.25) \text{ cm}^2 = 0.78 \text{ cm}^2$$

La velocità dell'acqua in corrispondenza della seconda sezione è

$$v_2 = \frac{Q}{S_2} = \frac{12 \text{ cm}^3/\text{s}}{0.78 \text{ cm}^2} = 15.28 \text{ cm/s}$$

Quindi, la differenza di pressione esistente agli estremi del condotto è

$$p_1 - p_2 = 0.5 \text{ g/cm}^3 \cdot [(15.28 \text{ cm/s})^2 - (4 \text{ cm/s})^2] = 108.74 \text{ g/cm}^2 = 10.87 \text{ Pa}$$

**Fa3.** L'acqua esce da un rubinetto con sezione di  $1 \text{ cm}^2$  ed una velocità diretta verso il basso di  $3.0 \text{ m/s}$ . L'acqua subisce una accelerazione  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  e dopo  $50 \text{ cm}$  la sezione del getto d'acqua è di  
 (A) **0.69 cm<sup>2</sup>** (B)  $0.33 \text{ cm}^2$  (C)  $0.5 \text{ cm}^2$  (D)  $1.0 \text{ cm}^2$  (E)  $0.49 \text{ cm}^2$

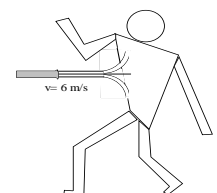
**Fa4.** Se il rubinetto del problema precedente è collocato all'esterno e sul fondo di un grosso cilindro contenente acqua, qual è la distanza tra pelo dell'acqua nel cilindro e il suo fondo?  
 (A)  $0.92 \text{ m}$  (B) **0.46 m** (C)  $4.9 \text{ m}$  (D)  $9.8 \text{ m}$  (E) \_\_\_\_\_

**Fa5.** Un liquido di densità relativa  $1.3$  esce che da un foro di diametro  $5 \text{ cm}$  praticato nel recipiente  $2 \text{ metri}$  sotto la superficie del liquido; calcolare il volume di liquido che esce in assenza di attriti in un secondo.  
 (A)  $2.1 \text{ m}^3/\text{min}$  (B)  $69 \text{ litri/s}$  (C)  $5000 \text{ cm}^3/\text{s}$  (D) **12 litri/s** (E)  $350 \text{ m}^3/\text{h}$

**Fa6.** Un tubo per l'acqua orientato verso l'alto manda lo zampillo a  $3 \text{ m}$  di altezza. Se l'orifizio del tubo ha una sezione di  $2 \text{ cm}^2$ , la portata del tubo è pari a  
 (A)  $0.78 \text{ litri/s}$  (B)  $1.0 \text{ litri/s}$  (C) **1.5 litri/s** (D)  $1.9 \text{ litri/s}$  (E) \_\_\_\_\_

**Fa7.** Un getto d'acqua orizzontale di  $3 \text{ litri/s}$  e velocità  $6 \text{ m/s}$  colpisce al busto una persona in piedi e defluisce lateralmente come da disegno. La forza esercitata dal getto sulla persona è di

- (A) **18 N** (B)  $29.4 \text{ N}$  (C)  $58.8 \text{ N}$   
 (D)  $9.8 \text{ N}$  (E)  $96 \text{ N}$

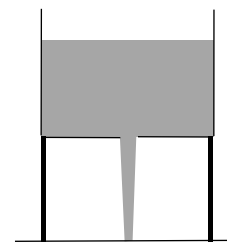


**Fa8.** Un idrante manda un getto d'acqua di  $30 \text{ litri/s}$  su un gruppo di manifestanti. Se l'acqua dall'idrante fuoriesce alla velocità di  $20 \text{ m/s}$  e se l'acqua è prelevata da un fiume che ha il pelo dell'acqua sei metri sotto il livello dell'idrante, la potenza erogata dalla pompa dell'idrante in assenza di attriti è pari a

- (A)  $1764 \text{ W}$  (B)  $6000 \text{ W}$  (C) **7764 W** (D)  $9000 \text{ W}$  (E)  $10176 \text{ W}$

**Fa9.** Un recipiente parallelepipedo con area di base di  $1 \text{ m}^2$  contiene una massa di  $4000 \text{ kg}$  di acqua (densità =  $1000 \text{ kg/m}^3$ ) ed è appoggiato ad un'altezza di  $5 \text{ m}$  dal suolo. Sul suo fondo vi è un buco di sezione  $S_1 = 1 \text{ cm}^2$  da cui fuoriesce un getto d'acqua. Quando questo raggiunge il suolo la sezione del getto d'acqua è  $S_2$ . Il rapporto  $S_2/S_1$  vale circa

- (A) **0.67**                      (B) 0.5                      (C) 0.4  
 (D) 0.8                      (E) \_\_\_\_\_



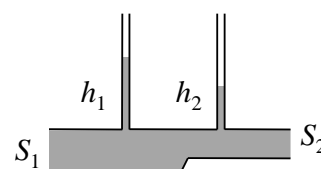
**Fa10.** La portata di un tubo cilindrico orizzontale è di  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  di acqua. Se si possono trascurare gli attriti viscosi, la differenza di pressione tra un punto dove il tubo ha diametro interno di  $4 \text{ m}$  e un punto dove ha diametro di  $2 \text{ m}$  è di circa

- (A) 456 Pa                      (B) 1370 Pa                      (C) 910 Pa                      (D) 1820 Pa                      (E) **6840 Pa**

**Fa11.** Da un condotto orizzontale di  $10 \text{ cm}$  di diametro  $5 \text{ m}$  sotto il pelo dell'acqua di un bacino idroelettrico vengono prelevati  $40$  litri d'acqua al secondo. La pressione all'imbocco del condotto è maggiore di quella alla superficie del bacino di circa

- (A) 20 kPa                      (B) **36 kPa**                      (C) 42 kPa                      (D) 46 kPa                      (E) 49 kPa

**Fa12.** In un condotto orizzontale di sezione  $S_1 = 10 \text{ cm}^2$  fluisce benzina (densità  $0.85 \text{ kg/litro}$ ). Il condotto poi si restringe riducendo la sua sezione a  $S_2 = 5 \text{ cm}^2$ . Nel tubicino verticale posto dove il condotto ha sezione maggiore la benzina sale per una altezza  $h_1 = 112 \text{ cm}$ ; nel tubicino verticale posto in corrispondenza della sezione minore si ha  $h_2 = 100 \text{ cm}$ . La velocità della benzina in un punto del condotto a sezione  $S_1$  vale circa in m/s



- (A) 0.173 m/s                      (B) 0.200 m/s                      (C) 0.314 m/s                      (D) 0.542 m/s                      (E) **0.885 m/s**

### ATTRITO VISCOSO

**Fb1.** La forza di attrito in regime laminare che si esercita su di una sfera di raggio  $r$  in moto con velocità  $v$  in un fluido di viscosità  $\eta$  è  $F = 6\pi\eta r v$ . Una pallina di alluminio (densità  $2.7 \text{ g/cm}^3$ ) con  $r = 1 \text{ mm}$  cadendo nell'acqua ( $\eta = 8 \times 10^{-4} \text{ N s/m}^2$ ) raggiungerebbe in regime laminare una velocità di regime di

- (A) **4.62 m/s**                      (B) 3.31 m/s                      (C) 0.8 m/s                      (D) 15 m/s                      (E) 9.8 cm/s

**Soluzione.** La forza peso,  $V\rho_{\text{palla}}g$ , meno la spinta di Archimede,  $V\rho_{\text{acqua}}g$ , deve essere uguale all'attrito in regime stazionario

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho_{\text{palla}} - \rho_{\text{acqua}})g = 6\pi\eta r v \Rightarrow v = \frac{2}{9} \cdot \frac{g \cdot r^2 \cdot (\rho_{\text{palla}} - \rho_{\text{acqua}})}{\eta} \cong 4.62 \text{ m/s}$$

**Fb2.** Una gocciolina di mercurio (densità relativa 13.6) di raggio  $0.1 \text{ mm}$  è lasciata cadere in acqua avente una viscosità di  $8(10^{-4}) \text{ Pa s}$ . La gocciolina raggiungerà una velocità di regime pari a circa

- (A) 0.27 mm/s                      (B) 0.62 mm/s                      (C) 4.0 cm/s                      (D) 7.0 cm/s                      (E) **34.3 cm/s**

**Fb3.** Una goccia di mercurio (densità  $13.6 \text{ kg/litro}$ ) di diametro  $0.05 \text{ mm}$  scende in un liquido con densità  $2 \text{ kg/litro}$  con una velocità di  $3 \text{ mm/s}$ . La viscosità del liquido è di (in Pa s)

- (A) 0.021                      (B) 0.029                      (C) 0.50                      (D) 0.76                      (E) **5.27 (10<sup>-3</sup>)**