

<p>Problemes Curs de Física</p>	<h1 style="margin: 0;">8. Hidrostàtica i dinàmica de fluids</h1>
--	--

Problemes recomanats

1 Troba la massa i pes de l'aire en una habitació de 4.0 m × 5.0 m en el pis i un sostre de 3.0 m d'alt. ¿Quina és la massa i pes del mateix volum d'aigua?

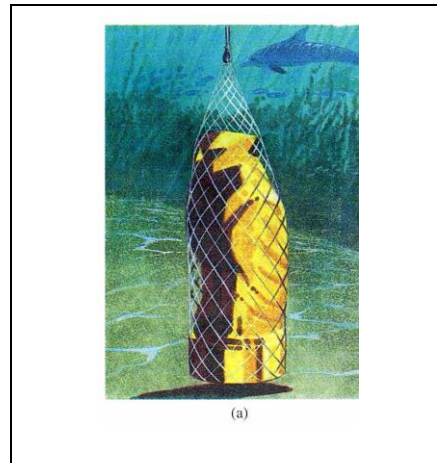
Sol: 72 kg, 700 N, 6.0 × 10⁴ kg, 5.9 × 10⁵ N.

2 En una habitació de 4.0 m × 5.0 m en el pis, ¿quina és la força cap a avall total exercida per la pressió de l'aire a 1.00 atm?

Sol: 2.0 × 10⁶ N.

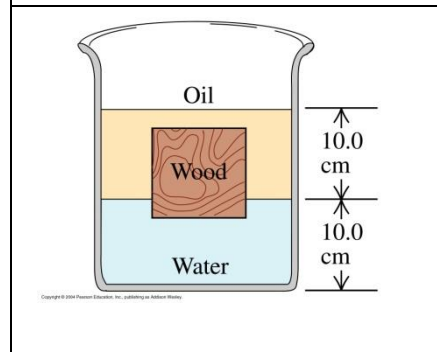
3 Es troba una estàtua d'or en el fons de la mar i la isem des d'un vaixell. Quina és la tensió del cable metre l'estàtua està dins l'aigua?

4 Es troba una estàtua d'or en el fons de la mar i la isem des d'un vaixell. Quina és la tensió del cable mentre l'estàtua està dins l'aigua?



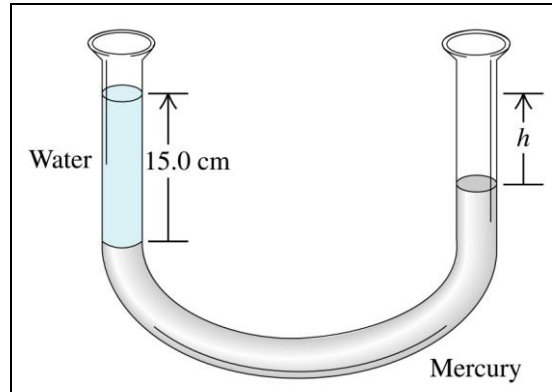
5 Un bloc cúbic de fusta de 10.0 cm per costat sura en la interfaç entre oli i aigua, amb la seua superfície inferior 1.50 cm per sota la interfaç. La densitat de l'oli és de 790 kg/m³.

- a) Quina pressió manomètrica hi ha en la superfície de dalt del bloc?
 - b) I en la cara inferior?
 - c) Quina massa i densitat te el bloc?
- 1 atm = 1.013 × 10⁵ Pa.



6 Un tub en forma de U conté mercuri. Quan s'afegeixen 10 cm d'aigua en el braç dret, com s'alsa el braç esquere respecte del seu valor inicial? ($\rho_{mercuri} = 13.6 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$)

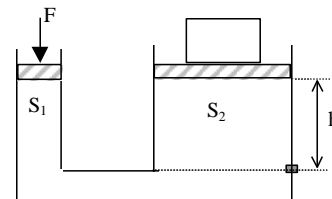
- 7 Un tub en forma de U obert pels dos costats conté una quantitat de mercuri ($\rho = 13.6 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$). S'aboca una quantitat d'aigua en el braç esquerre fins que la columna d'aigua te 15.0 cm.
- Calcula la pressió manomètrica en la interfase aigua-mercuri en atmosferes.
 - Calcula l'altura h des de la superfície del mercuri en el braç dret a la superfície superior de l'aigua en el braç esquerre.



- 8 Un tub en U està parcialment ple d'aigua. Es vessa un altre líquid, que no es mescla amb l'aigua, en un costat, fins que queda a una distància d sobre el nivell de l'aigua en l'altre costat, que mentrestant ha pujat una distància l . Troba la densitat del líquid relativa a la de l'aigua.
- La raó de la densitat d'una substància a la densitat de l'aigua es denomina la *densitat relativa* (o la *gravetat específica*) d'aqueixa substància.

$$\text{Sol: } \frac{\rho}{\rho_{\text{aigua}}} = \frac{2l}{(2l + d)}$$

- 9 Siga una premsa hidràulica com la de la figura:
- ¿Quina força s'ha d'aplicar en $S_2 = 5 \text{ cm}^2$ per mantenir una massa de 10 kg en $S_1 = 100 \text{ cm}^2$?
 - En aquestes condicions, es lleva el tapó, que té una secció de 2 mm i està a 1 m de la posició de l'èmbol. ¿Quant de temps tardarà a buidar-se la premsa?
 - ¿A quina velocitat baixarà la pesa de 10 kg?



$$\text{Sol.: a) } 4.9 \text{ N; b) } 16.2 \text{ min; c) } v = -\frac{S_1}{S_1 + S_2} \sqrt{20 + 20h}$$

- 10 Un calefactor solar d'aigua gasta panells solars en el teulat, 12.0 m per damunt del tanc d'emmagatzematge. La pressió de l'aigua a nivell dels panells és una atmosfera. ¿Quina és la pressió en el tanc? ¿I la pressió relativa?

$$\text{Sol: } 2.16 \text{ atm, } 1.16 \text{ atm.}$$

- 11 Calcula la pressió atmosfèrica p_a en un dia en què l'altura de mercuri en un baròmetre és 780 mm.

$$\text{Sol: } 1.01 \text{ bar}$$

- 12 Un manòmetre de tub de mercuri obert està connectat a un tanc de gas. El mercuri està 39.0 cm més alt en la part oberta que en la part connectada al tanc, i al mateix temps un baròmetre a prop dóna 75.0 cm-Hg. ¿Quina és la pressió absoluta del gas ? Expressa el resultat en cm-Hg, atm i Pa.

$$\text{Sol: } 114 \text{ cm-Hg} = 1.50 \text{ atm} = 1.52 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

- 13 ¿Quina fracció d'un iceberg està exposada? La densitat del gel és $\rho_g = 0.92 \text{ gram/cm}^3$ i la de l'aigua marina $\rho_a = 1.03 \text{ gram/cm}^3$.

$$\text{Sol: } 11\%.$$

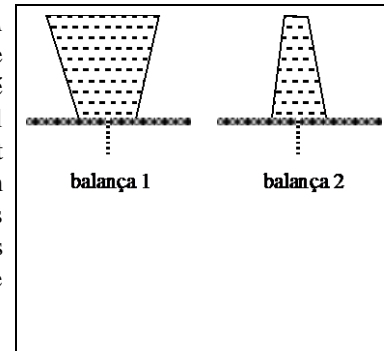
- 14 En condicions estàndar, la densitat de l'aire és 1.29 kg/m^3 i la de l'heli és de 0.178 kg/m^3 . Un globus ple d'heli aça una barqueta amb un pes total de 2000 N. ¿Quin és el volum del globus?

$$\text{Sol: } 183 \text{ m}^3.$$

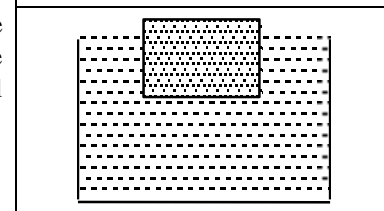
- 15 Quan u es pesa en l'aire la lectura de la balança és menor que el pes real a causa de la força ascensional de l'aire. Estimeu el nombre de grams que hauríem d'afegir a una persona corrent per a corregir aquest error.

Sol: 107 g per a una persona de 80 kg

- 16 Com la força que exerceix un fluid sobre una paret d'àrea A és pA , i la pressió p és funció de la profunditat, la força que exerceix un líquid sobre la base del recipient que el conté depèn de l'àrea d'aquella base i de l'altura del líquid en el recipient, però no de la forma del recipient. Així, el resultat paradoxal és que els líquids continguts en dos recipients com els de la figura, amb iguals àrees en la base, exercirien les mateixes forces sobre les respectives bases. Si els dos recipients buits pesen el mateix, ¿seran iguals les lectures de les balances 1 i 2?



- 17 La figura mostra un glaçó de gel surant en un recipient ple d'aigua fins la vora. ¿Què passarà quan es fondrà el gel? ¿Se n'ixirà l'aigua, baixarà el nivell d'aigua, o romandrà enrasat el recipient?



- 18 Una manguera de jardí amb un diàmetre intern de 2 cm es connecta a un aspersioner que té 24 forats amb 0.1 cm de diàmetre. Si l'aigua anava per la manguera amb velocitat d'1 m/s, ¿amb quina velocitat ix dels forats de l'aspersioner?

Sol: 16.7 m/s

- 19 L'àrea de la secció principal de l'aorta (el principal vas sanguini que connecta amb el cor) d'una persona normal en repòs és 3 cm^2 i la velocitat de la sang és 30 cm/s. Un capilar típic té una secció transversal de $3 \times 10^{-7} \text{ cm}^2$ i una velocitat de flux de 0.05 cm/s. ¿Quants capilars deu tenir aquesta persona?

Sol: 6×10^9

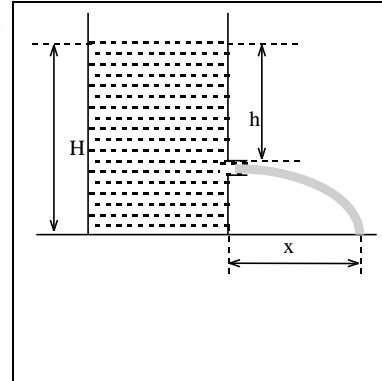
- 20 L'aigua de la xarxa principal entra en una casa amb una pressió de $4.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ per una canonada de diàmetre 2.0 cm. La canonada que va a la cambra de bany del 2^{on} pis (5 m més amunt) té un diàmetre de 1 cm. Si la velocitat de l'aigua en l'entrada és de 1.5 m/s, calculeu la velocitat, pressió i cabal amb què ix l'aigua en la cambra de bany.

Sol: $v=6.0 \text{ m/s}$, $p=3.3 \text{ atm}$, $\frac{dV}{dt} = 0.47 \text{ L/s}$.

- 21 Un tanc d'emmagatzematge de gasolina té secció A_1 i s'ha emplenat fins una altura h . L'espai damunt de la gasolina conté aire a pressió p_0 , i la gasolina flou per un tubet en el fons del tanc amb secció A_2 . Troba les expressions per a la velocitat del flux pel tubet, i el cabal.

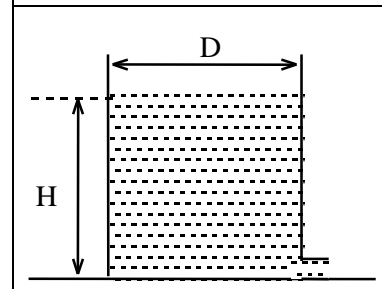
Sol: $v_2^2 = 2 \frac{p_0 - p_a}{\rho} + 2gh$, $\frac{dV}{dt} = A_2 \sqrt{2gh}$

- 22 Un gran dipòsit d'aigua d'altura H té un forat en la seua paret a una distància h del nivell superior del líquid. El forat està prolongat per un tubet horitzontal, com es veu a la figura.
- S'ha de determinar la distància x que abasta el flux d'aigua que ix pel tub.
 - Demostreu que hi ha dos valors per a l'altura del forat, equidistants del punt $h = H/2$, que donen la mateixa distància x .
 - Demostreu que x és màxima quan $h = H/2$.
 - ¿Quin és el valor d'aquesta distància?



Sol: (a) $x = 2(h(H-h))^{1/2}$, (d) $x_{m\grave{a}x} = H$.

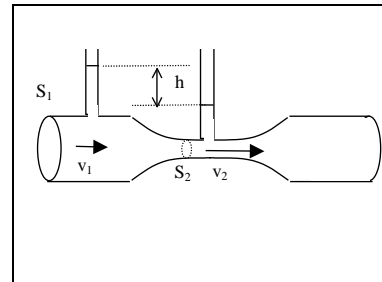
- 23 El dipòsit de la figura té un forat en la paret, arran del fons, prolongat per un tubet horitzontal. El diàmetre de la secció del forat, d , és molt menor que el diàmetre del tanc, D . Calculeu el temps que tarda a buidar-se el dipòsit, considerant un fluid ideal.



Sol: $t = D/d(2H/g)^{1/2}$.

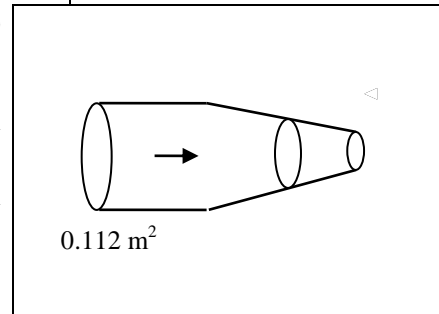
- 24 El fumeral d'una fàbrica te 15 m d'alt. Si el vent a eixa altura te una velocitat de 10 m/s, mentre a la seua base la velocitat és pràcticament zero. ¿Quina es la diferència de pressió entre la boca i la base del fumeral? Comenteu les conseqüències d'aquesta diferència. Recordeu que $\rho_{\text{aire}} = 1.4 \text{ kg/m}^3$

- 25 La figura mostra un medidor de Venturi, utilitzat per mesurar la velocitat del fluid dins d'una canonada. Deriveu una expressió per la velocitat v_1 de flux en funció de les àrees de la canonada i la gola (la part estreta) i la diferència d'altura del líquid en els tubs verticals.



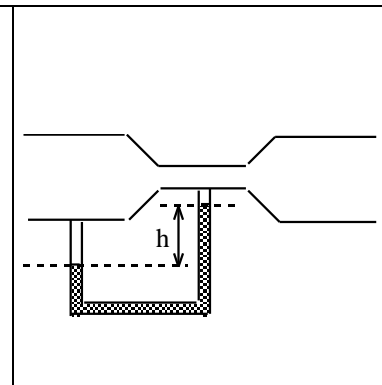
Sol: $v_1 = \sqrt{2gh} \sqrt{\frac{S_1^2}{S_1^2 - S_2^2}}$

- 26 Per una mànega de 0.112 m^2 de secció flueix aigua amb una velocitat de 3.5 m/s i 1 atm de pressió manomètrica. Calculeu:



- La velocitat i pressió de l'aigua en el punt de la de la mànega de secció 0.056 m^2 .
- El volum d'aigua que ix en un minut per la boca de la mànega.
- La secció de la boca de la mànega

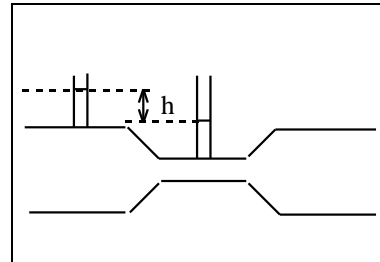
- 27 El tub representat en la figura té una secció transversal de 36 cm^2 en la part ampla, i de 9 cm^2 en l'estrenyiment. Cada 5 s ixen del tub 27 L d'aigua.



- Calculeu les velocitats en la part ampla i estreta.
- Trobeu la diferència de pressions entre aqueixes parts.
- Calculeu la diferència d'altura h en el tub manomètric, si el líquid que conté és mercuri, amb densitat 13.6 gram/cc .

Sol: (a) $v_{\text{ampla}} = 1.5 \text{ m/s}$, $v_{\text{estr}} = 6 \text{ m/s}$;
(b) $\Delta p = 16880 \text{ N/m}^2$. (c) $h = 12 \text{ cm}$.

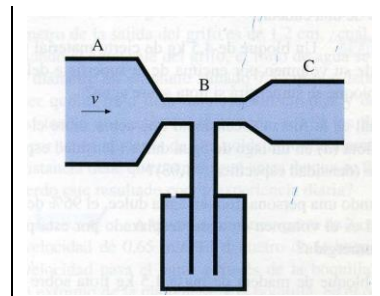
- 28 En una tuberia amb un estrenyiment per la que flou aigua s'han col·locat uns tubs oberts a l'atmosfera com es mostra en la figura. Si la diferència d'altura dels nivells d'aigua en els tubs és $h = 1$ m, i la secció de la tuberia és de 350 cm^2 en la part ampla, i 180 cm^2 en l'estrenyiment, calculeu el cabal d'aigua que circula per la tuberia.



Sol: 108 L/s.

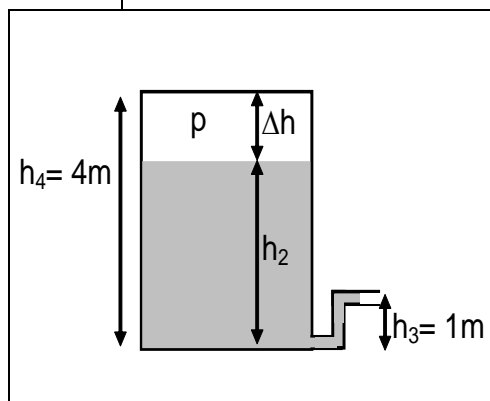
- 29 En una tempesta, el vent bufa a una velocitat de 100 km/h sobre el teulat d'una casa de 100 m^2 on hi ha un baròmetre que mesura una pressió de 1005 mb . Calculeu la magnitud i la direcció de la força que produeix el vent sobre el teulat. Supposeu que la direcció del vent és paral·lela a la de les teules.

- 30 La figura mostra un esquema d'un aspirador, que es pot utilitzar per a aconseguir un buit parcial en el recipient connectat al tub vertical. Suposem que el diàmetre en A és 2.0 cm , el diàmetre de l'estretament B és 0.8 cm i el diàmetre en C, on el tub verteix a l'atmosfera, és 1.0 cm . Si el cabdal és 0.5 L/s ,



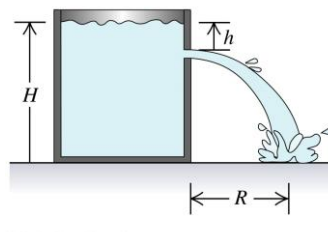
- (a) ¿Quina és la pressió manomètrica en A?
- (b) ¿Quina és la pressió en el contenidor?

- 1 Un dipòsit d'aigua té connectada una mànega com es mostra a la figura. El dipòsit està sellat en la part superior i conté aire comprimit entre la superfície de l'aigua i la tapa. Quan l'altura de l'aigua h_2 , és 3 m , la pressió $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-2}$. Suposant que la pressió de l'aire de la part superior del dipòsit segueix la llei $p \Delta h = \text{constant}$, calculeu:



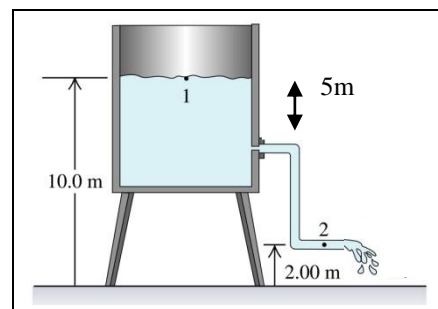
- a) La velocitat d'eixida de l'aigua en per la mànega quan $h_2 = 3 \text{ m}$.
- b) Fins quin nivell es buidarà el dipòsit.

- 31 Un dipòsit d'aigua de secció S , obert per la part superior te un forat de secció $s \ll S$, a una distància h de la superfície de l'aigua que està a una altura H .



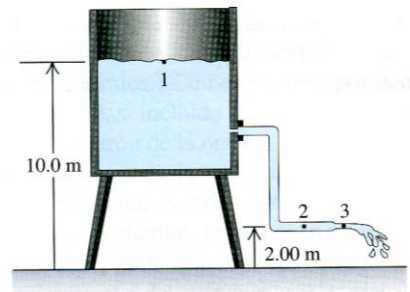
- a) Doneu la velocitat d'eixida de l'aigua en funció de h .
- b) En l'instant inicial, ¿a quina distància R de la base cau l'aigua?
- c) Quant de temps tardarà el dipòsit a buidar-se fins l'altura del forat?

- 32 Un tanc tancat amb una secció de 10 m^2 manté la pressió de l'aire en el seu interior constant $P_1 = 2 P_{\text{atm}}$. Si la secció del tub en el punt 2 és de 0.030 m^2 . Calculeu:

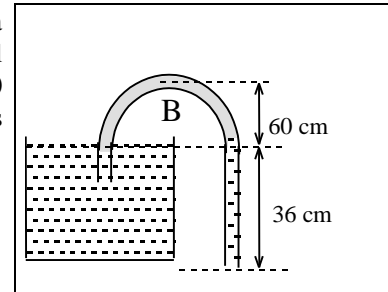


- a) El flux d'aigua que ix per 2.
- b) La velocitat amb que es buida el tanc.
- c) El temps que tarda el dipòsit en buidar-se.

- 33 En un tanc obert com el de la figura, flou aigua contínuament. L'altura del punt 1 és de 10.0 m, i la dels punts 2 i 3 és de 2.00 m. L'àrea transversal en el punt 2 és de 0.048 m², i en el punt 3 és de 0.0160 m². L'àrea del tanc és molt gran en comparació amb l'àrea transversal del tub. Suposant que es pot aplicar l'equació de Bernoulli, calcula:
- (a) La rapidesa de descàrrega (flux de volum en m³/s).
 - (b) La pressió manomètrica en el punt 2.

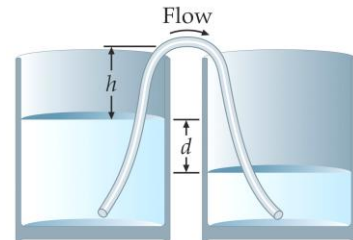


- 34 Per mitjà d'un sifó es trau aigua d'un dipòsit ple d'aigua salada, de massa específica 1050 kg/m³. El tub que forma el sifó té una secció de 6 cm² i el seu punt més alt es troba a 60 cm de la superfície lliure, mentre que l'eixida del desaigüe es troba 36 cm per davall. Calculeu:
- a) El cabal d'eixida.
 - b) La pressió en el punt superior del tub.



Sol: (a) 1.6 L/s, (b) 91.4 kPa.

- 35 El sifó és un dispositiu utilitzat per a transferir líquid d'un recipient a un altre, tal com es mostra en la figura. Per a començar a funcionar, el tub s'ha d'omplir de l'íquid, però una vegada està ple, el líquid flou fins que les superfícies dels dos recipients estiguen al mateix nivell.
- (a) Calcula la velocitat de l'aigua en el tub (segons les distàncies que s'indiquen a la figura).
 - (b) Quina és la pressió en el punt més alt del tub?



Material auxiliar

36 *Variació de la pressió amb l'altitud en l'atmosfera*

Es pot obtenir una idea raonable de la variació de la pressió amb l'altitud en l'atmosfera si es suposa que la densitat ρ és proporcional a la pressió p . Això seria aproximadament correcte si la temperatura de l'aire fora la mateixa a totes les altituds. Per tant suposem que

$$\rho = \frac{\rho_0}{p_0} p$$

sent ρ_0 i p_0 dos valors coneguts, per exemple $\rho_0 = 1.20 \text{ kg/m}^3$ a $p_0 = 1 \text{ atm}$ (i 20°C). Utilitzant aquesta suposició, i suposant també que la variació de la gravetat g amb l'altitud és negligible, demostra que la pressió a una altitud y sobre el nivell de la mar és

$$p = p_0 e^{-ay}$$

sent $a = 0.116 \text{ km}^{-1}$.

37 Considera un contenidor de fluid subjecte a una acceleració cap a amunt a . Demostra que la variació de pressió amb la profunditat del fluid està donada per

$$p = \rho h(g + a)$$

on h és la profunditat i ρ és la densitat.

Demostra també que si el fluid com un tot experimenta una acceleració cap a avall a , la pressió a una profunditat h està donada per

$$p = \rho h(g - a)$$

¿Quina es la situació en caiguda lliure?

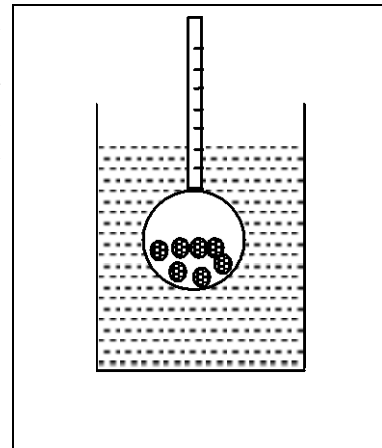
38 Un bloc de fusta, la densitat relativa del qual respecte de l'aigua és ρ/ρ_0 , té unes dimensions a , b i c . Quan està flotant en l'aigua, amb el costat a en posició vertical, s'empeny cap a baix i se solta. Trobeu el període de les oscil·lacions.

$$\text{Sol: } T = 2\pi \left(\frac{\rho a}{\rho_0 g} \right)^{1/2}$$

39 L'hidròmetre que es mostra en la figura és un dispositiu per a mesurar la densitat dels líquids. El dipòsit conté perdigons de plom, i la densitat del líquid es pot llegir directament a partir del nivell del líquid en l'escala calibrada. El volum del dipòsit és $V = 20 \text{ ml}$, la longitud de la tija de l'escala es $L = 15 \text{ cm}$, el seu diàmetre és $D = 5 \text{ mm}$, i la massa de vidre $m_v = 6 \text{ g}$.

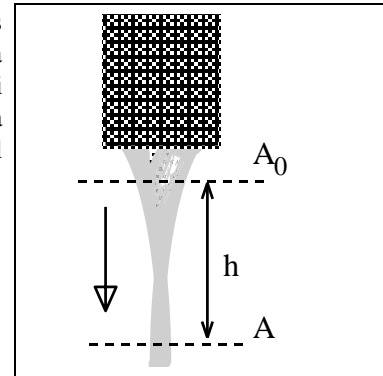
- (a) ¿Quina massa de perdigons s'ha d'afegir perquè el líquid de menor densitat que es puga mesurar tinga $\rho_{\text{líq}} = 0.90 \text{ kg/l}$?
- (b) ¿Quina és la màxima densitat d'un líquid que es pot mesurar amb la massa de perdigons determinada en (a)?

Sol: (a) $m_p = 14.7 \times 10^{-3} \text{ kg}$, (b) $\rho_{\text{màx}} = 1.03 \times 10^3 \text{ kg}$.



- 40** Com és sabut, el xorro vertical que ix d'una aixeta es fa més prim a mesura que s'allunya de la boca de l'aixeta. A una certa altura, la secció transversal del xorro és $A_0 = 1.2 \text{ cm}^2$, i en una altra posició, a una distància vertical $h = 45 \text{ cm}$ de la primera, la secció transversal és $A = 0.35 \text{ cm}^2$. ¿Quin és el cabal (flux d'aigua) de l'aixeta expressat en cm^3/s ?

Sol: (a) $J = 34.4 \text{ cm}^3/\text{s}$.



- 41** Calcula la velocitat d'eflúvi d'un líquid per l'apertura d'un tanc, tenint en compte la velocitat en la superfície superior del líquid, com segueix.

- (a) Demostrea, amb l'equació de Bernoulli, que

$$v_0^2 = v^2 + 2gh$$

on v és la velocitat en la superfície superior.

- (b) Aleshores considera el flux com un gran tub de flux i obté v/v_0 de l'equació de continuïtat, de manera que

$$v_0 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - (A_0/A)^2}}$$

on A és la secció del tub en la part superior i A_0 és la secció del tub en l'obertura.

- (c) Aleshores mostra que si el forat és menut comparat amb l'àrea de la superfície,

$$v_0 = \sqrt{2gh} \left[1 + \frac{1}{2} (A_0/A)^2 \right].$$

- 42** Es bombeja aigua d'un edifici inundat a una velocitat de 5.0 m/s per una manguera de radi 1.0 cm . La manguera passa per una finestra que es troba 3.0 m més alta que el nivell de l'aigua. ¿Quina potència es subministra a la bomba?
- 43** Una gota d'aigua xicoteta sobre un vidre és quasi esfèrica, mentre que si és gran és quasi plana. Perquè?