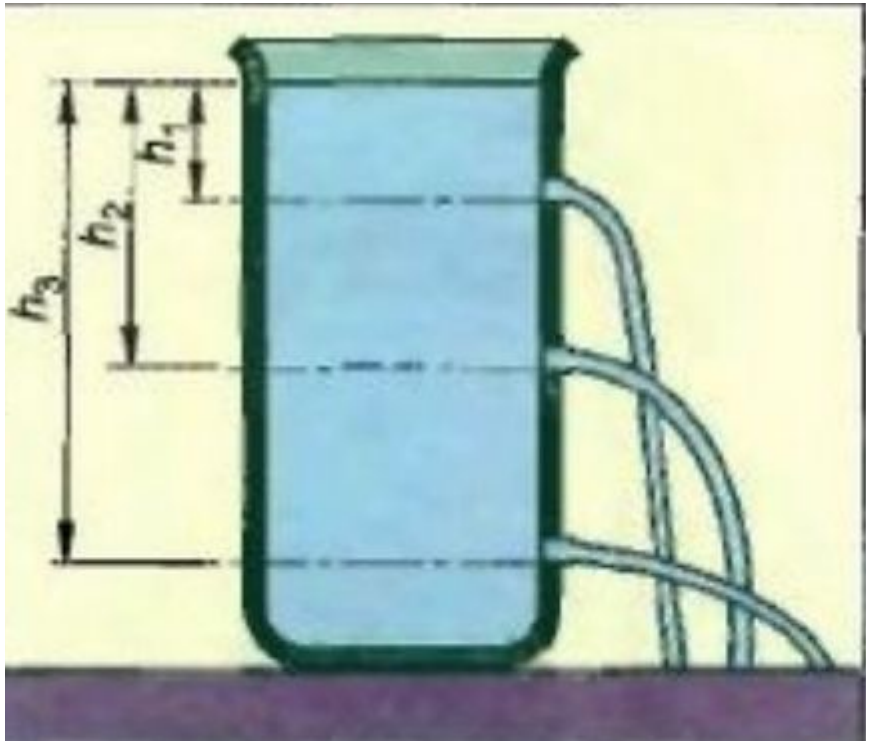
Равновесие жидкости и газа

Параграф 17 стр.105-112

Давление жидкости



Рассчитаем давление жидкости на дно сосуда

$$p = \frac{F}{S}$$

$$[p] = 1\ \text{Па} = \frac{1\ \text{Н}}{1\text{м}^2}$$

$$\boldsymbol{p = \rho g h}$$

$$\boldsymbol{p} = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho V g}{S} = \frac{\rho S h g}{S} = \boldsymbol{\rho g h}$$

Задача №2 стр.106

Дано:

$p_{атм} = 100\ 000 Па$

$p_1 = 2p_{атм}$

h-?

Решение:

Давление на глубине = давление атмосферы +давление воды

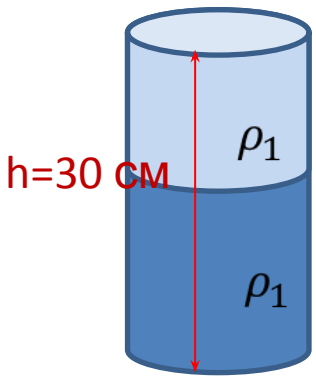
$$p_1 = p_{атм} + p_{воды} = 2p_{атм}$$

$$p_{воды} = p_{атм}$$

$$\rho g h = p_{атм}$$

$$h = \frac{p_{атм}}{\rho g} = \frac{100000\ Па}{1000\ {}^{кг}/_{м^3} 10\ {}^{Н}/_{кг}} = 10\ м$$

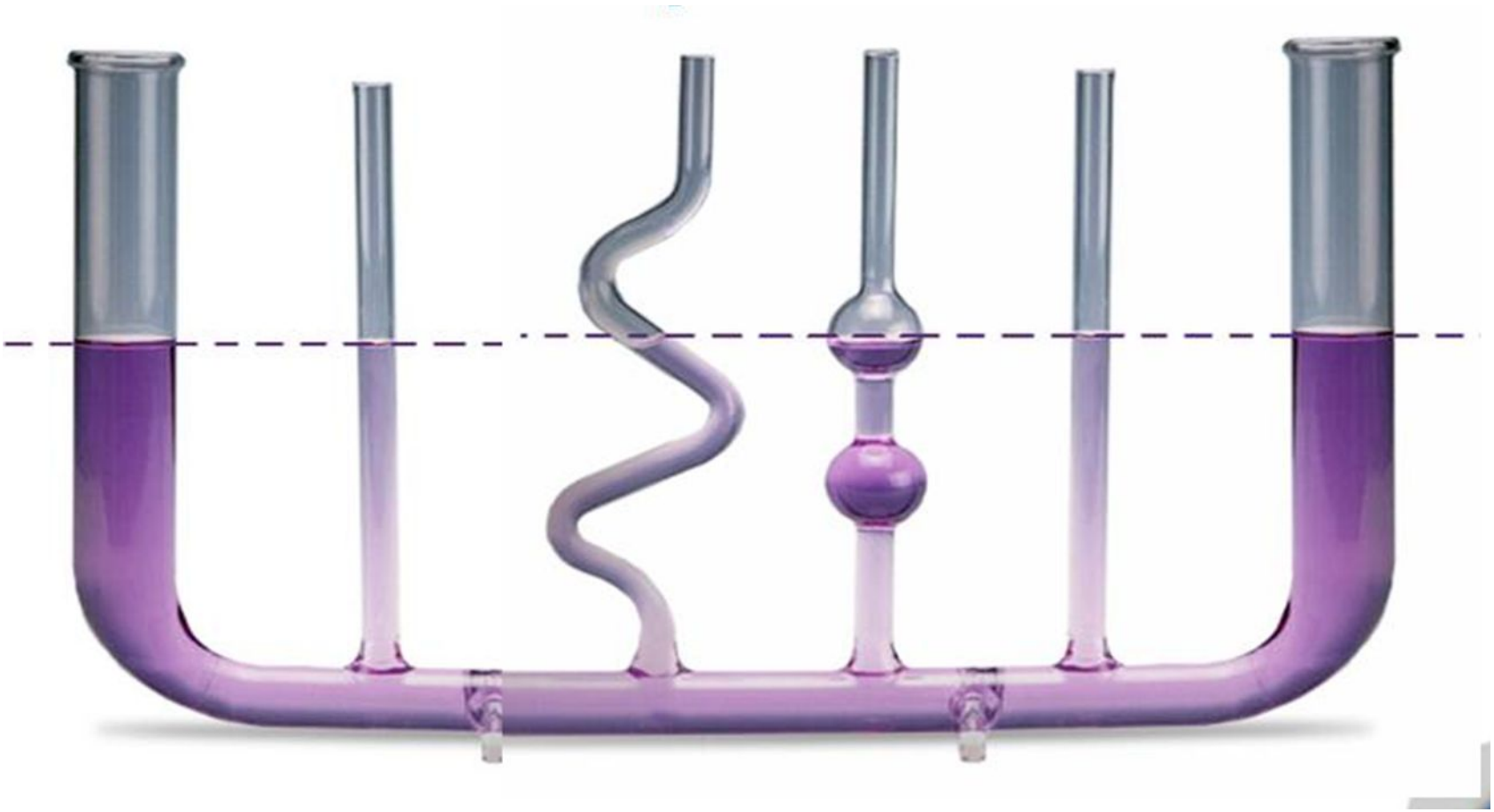
Задача № 3 стр.106



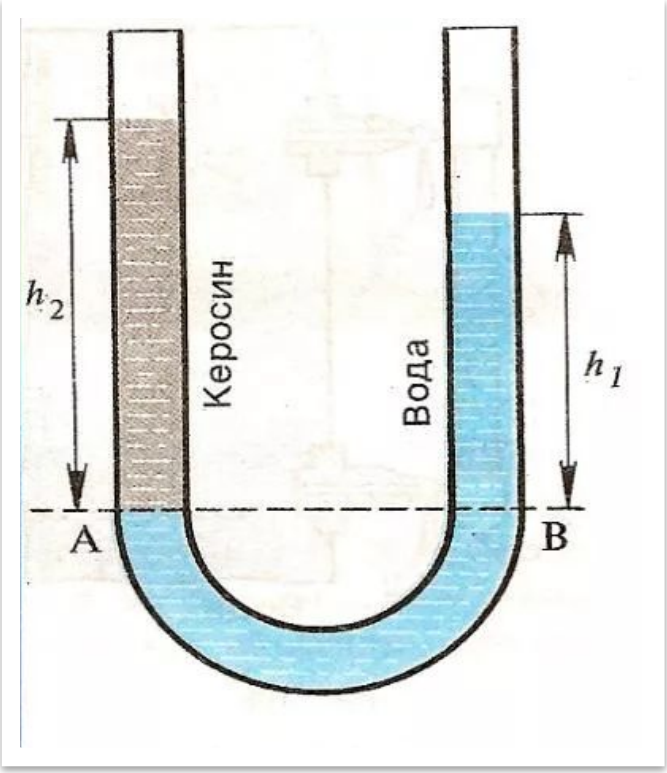
$p = 2{,}8$ кПа

$$\left.\begin{array}{l} p_0 = p_1 + p_2 \\ p_1 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 \\ p_2 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \end{array}\right\} = \left.\begin{array}{l} p_0 = \rho_1 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \\ h_1 = h - h_2 \end{array}\right\} \Rightarrow p_0 = \rho_1 \cdot g (h - h_2) + \rho_2 \cdot g h_2$$

Сообщающиеся сосуды



Задача №4



$$h_1 = 4 \text{ см}$$

$$p_2 = p_1$$

$$\rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1$$

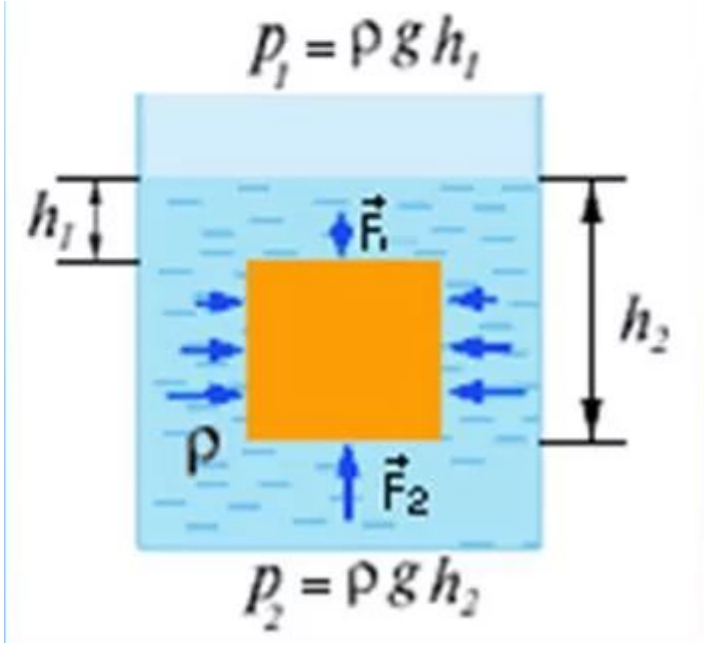
$$\rho_2 h_2 = \rho_1 h_1 \qquad \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

$$h_2 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2} = \frac{1000 * 4}{800} = 5 \text{ см}$$

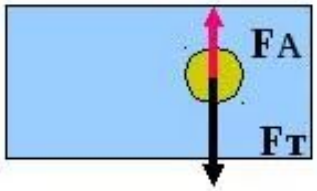
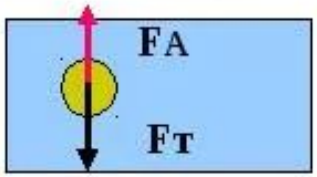
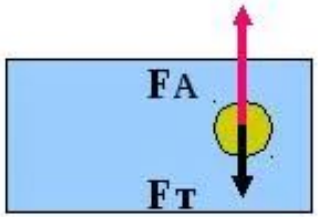
$$\Delta h = h_2 - h_1 = 5 - 4 = 1 \text{ см}$$

Закон Архимеда

$$F_a = g\rho_{ж}V_m$$



Условие плавания тел

Поведение тела.	Соотношение сил.	Соотношение плотностей.	Рисунок
Тонет	$F_т > F_A$	$\rho_ж < \rho_т$	
Плавает	$F_т = F_A$	$\rho_ж = \rho_т$	
Всплывает	$F_т < F_A$	$\rho_ж > \rho_т$	

Решить задачу

В пресной воде плавает плоская льдина площадью 2 м^2. Толщина льдины 20 см.

а) Какова высота надводной части льдины?

б) Чему равна действующая на льдину выталкивающая сила?

в) Какой массы груз надо положить на льдину, чтобы её верхняя поверхность оказалась на уровне воды?

Дано:

$S = 2\,м^2$

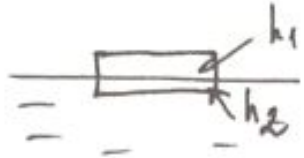
$h = 20\,см.$

$\rho_л = 900\,кг/м^3$

$\rho_в = 1000\,кг/м^3$

$F_т = F_л - ?$

Решение:



$V = S \cdot h.$

т.к. льдина плавает

$F_A = F_T.$

$\rho_{ж} \cdot g \cdot V_{п.т} = m_т \cdot g \quad (:g)$

$\rho_{ж} \cdot V_{п.т} = m_т.$

$\rho_{ж} \cdot S \cdot h_2 = \rho_л \cdot V_л$

$\rho_{ж} \cdot S \cdot h_2 = \rho_л \cdot S \cdot h \quad | S$

$\rho_{ж} \cdot h_2 = \rho_л \cdot h$

$h_2 = \dfrac{\rho_л \cdot h}{\rho_{ж}} = \dfrac{900 \cdot 0{,}2}{1000} = 0{,}18\,м = 18\,см$

а) $h_1 = h - h_2 = 20 - 18 = 2\,см.$

б) $F_A = \rho_{ж} \cdot V_{пт} \cdot g =$

$= \rho_{ж} \cdot S \cdot h_2 \cdot g =$

$= 1000 \cdot 2 \cdot 0{,}18 \cdot 10 = 3600\,Н =$

$= 3{,}6\,кН.$

в) пусть масса груза m_2 ; m - ?

льдина полностью погрузилась, но плавает =>

$$F_A = F_T.$$

$$\rho_ж \cdot V_T \cdot g = (m_1 + m_2) \cdot g \quad (:g)$$

$$\rho_ж \cdot S \cdot h = m_1 + m_2.$$

$$m_2 = \rho_ж \cdot S \cdot h - m_1 = \rho_ж \cdot S \cdot h - \rho_1 \cdot V_1 =$$

$$= \rho_ж \cdot S \cdot h - \rho_1 \cdot S \cdot h = S \cdot h (\rho_ж - \rho_1) =$$

$$= 2 \cdot 0{,}2 (1000 - 900) = 40 кг.$$

Воздухоплавание

- $F_a > F_{тяж}$

Воздушный шар поднимется в воздух, если архимедова сила $\vec{F}_A$, действующая на шар, больше, чем сила $F_{тяж}$. По мере того как воздушный шар поднимается всё выше и выше, действующая на него $F_а$ по модулю быстро уменьшается, так же как и плотность окружающего шар воздуха. Чтобы шар продолжал подниматься вверх, необходимо уменьшить $F_{тяж}$, действующую на него. Для этого с шара сбрасывают специально взятый балласт: масса шара становится меньше, а следовательно, уменьшается и $F_{тяж}$. Шар будет двигаться обратно к земле, если уменьшить $F_а$, что достигается благодаря уменьшению массы (а значит, и объёма) газа в шаре.

Задание 54.3. Воздушный шар объёмом 30 м^3 наполнен водородом плотностью 0,09 $\frac{кг}{м^3}$. Плотность окружающего шар воздуха равна 1,3 $\frac{кг}{м^3}$. Какова должна быть масса оболочки шара с грузом $m_{шг}$, чтобы шар начал равномерно подниматься в воздух?

Дано:

Решение:

Ответ:

Дано:

$V = 30 м^3$

$\rho_г = 0{,}09 кг/м^3$

$\rho_{воз} = 1{,}3 кг/м^3$

$m_{ог} - ?$

Решение:

$F_A = F_{тяж}$ (как минимальное условие для подъема)

$\rho_{воз} \cdot g \cdot V_T = (m_г + m_{ог}) \cdot g$

Разделим на g.

$\rho_{воз} \cdot V_T = m_г + m_{ог}$; $m_г$ - масса газа

$m_г = \rho_г \cdot V$

$\rho_{воз} V_T = \rho_г \cdot V_T + m_{ог}$.

$m_{ог} = \rho_{воз} V_T - \rho_г \cdot V_T = V_T(\rho_{воз} - \rho_г) =$

$= 30(1{,}3 - 0{,}09) = 30 \cdot 1{,}21 = 36{,}3$ кг.

Ответ: $m_{ог}$ (масса оболочки с грузом) $= 36{,}3$ кг.

Домашнее задание

Вариант 1

1.В левое колено U-образной трубки, частично заполненной водой, налили столб керосина высотой 5 см. Оба колена трубки имеют одинаковый диаметр.

а) Чему стало равным гидростатическое давление в трубке на нижнем уровне столба керосина?

б) Какова высота столба воды над этим уровнем?

в) На сколько поднялся уровень воды в правом колене после наливания керосина?

2. В пресной воде плавает плоская льдина площадью 1,8 м2. Толщина льдины 20 см.

а) Какова высота надводной части льдины?

б) Чему равна действующая на льдину выталкивающая сила?

в) Какой массы груз надо положить на льдину, чтобы её верхняя

поверхность оказалась на уровне воды?

Вариант 2

1.В пресной воде плавает плоская льдина площадью 1,2 $м^2$. Толщина льдины 10 см.

а) Какова высота надводной части льдины?

б) Чему равна действующая на льдину выталкивающая сила?

в) Какой массы груз надо положить на льдину, чтобы её верхняя поверхность оказалась на уровне воды?

2.В левое колено U-образной трубки, частично заполненной водой, налили столб керосина высотой 10 см. Оба колена трубки имеют одинаковый диаметр.

а) Чему стало равным гидростатическое давление в трубке на нижнем уровне столба керосина?

б) Какова высота столба воды над этим уровнем?

в) На сколько поднялся уровень воды в правом колене после наливания керосина?