

Подводные работы

Если два сосуда с газом соединить трубкой, то газ будет переходить из сосуда с бóльшим давлением в сосуд с меньшим давлением до тех пор, пока давления в сосудах не выровняются. На этом, в частности, основана работа акваланга: при вдохе воздух перетекает из баллона с высоким давлением в лёгкие человека (где давление равно давлению окружающей среды).

ЗАДАЧА 1. Два герметичных резервуара объёмами V_1 и V_2 , в которых находится воздух, соединены трубкой с краном. При закрытом кране давления в резервуарах равны p_1 и p_2 соответственно. Найдите установившееся давление воздуха после открытия крана. Температура воздуха в резервуарах остаётся неизменной.

$$\frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = p$$

ЗАДАЧА 2. Небольшую пробирку начинают вертикально и очень медленно погружать в воду открытым концом вниз. На какой глубине вода заполнит $\alpha = 2/3$ объёма пробирки? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па, плотность воды $\rho = 1$ г/см³. Температуры воды и воздуха совпадают.

$$h = \frac{p_0 (1 - \alpha)}{\rho g \alpha} = h$$

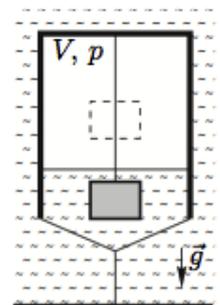
ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 1992) Колокол для подводных работ объёмом 10 м³ опускается вверх дном с борта корабля на дно водоёма глубиной 20 м. Зашедшая в колокол вода вытесняется из него с помощью баллонов со сжатым воздухом. Объём одного баллона 40 л, давление внутри 200 атм. Найти минимальное количество баллонов, которое нужно подсоединить к колоколу с помощью шланга, чтобы вытеснить из него воду. Температуру считать постоянной.

$$N = \frac{p_0 (V_0 - V_1)}{p_1 V_1} = N$$

ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1992) Аквалангист берёт с собой для подводного плавания баллоны со сжатым воздухом объёмом $V = 20$ л. Найти разность времени пребывания аквалангиста на глубинах 5 и 25 м, считая, что масса воздуха, потребляемая им в этих условиях, остаётся такой же, как и без акваланга. В обычных условиях человек делает 20 вдохов в минуту, потребляя при каждом вдохе $V_1 = 2,5$ л воздуха. Температуру считать постоянной.

$$\Delta t = \frac{V_1}{V} \frac{p_0}{p} = \Delta t$$

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2014, финал, 9) Водолазный колокол в форме цилиндра без дна, частично заполненный воздухом, находится под водой. Чтобы колокол не всплывал, его прикрепили тросом к дну водоёма. На верёвке к колоколу привязан груз, находящийся в воде (см. рисунок). Площадь горизонтального сечения колокола $S = 4$ м², объём воздуха в нём $V = 8$ м³ при давлении $p = 1,5 \cdot 10^5$ Па. Когда груз в колоколе поднимают над уровнем воды, давление возрастает на $\Delta p = 250$ Па, при этом трос остаётся натянутым. Найдите изменение натяжения троса и верёвки. Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Воздух в колоколе подчиняется закону Бойля-Мариотта: $pV = \text{const}$, где p — давление, V — объём воздуха в колоколе.



$$\Delta T_{\text{троса}} = \Delta p S + \Delta T_{\text{верёвки}} = \Delta T$$