

# Выталкивающая сила. Закон Архимеда

## Урок 41

На 4 и 5 уметь выводить. На 3 знать формулу и словесную формулировку.

# Домашнее задание от 21.02.2017

- У: § 50,51;
- Словесную формулировку закона Архимеда и рис 151– в тетрадь.
- З: 23.14, 23.25, 23.34, 23.50.
- У. Дополнительно Генденштейн Стр.171 вывод закона Архимеда для тела неправильной формы в тетрадь.

# Проверим домашнее задание

- У: § 42-44;46
- Найти и описать на отдельном листке не менее двух простых опытов, доказывающих существование атмосферного давления (рисунок, описание опыта, объяснение, ссылка на источник информации)
- З: 22.12, 22.30, 22.33, 22.46.
- К задаче 22.46 рисунок обязателен.

**22.12.** С какой силой давит атмосфера на крышку ученического стола размером  $110 \text{ см} \times 50 \text{ см}$ ? Атмосферное давление считайте нормальным.

Дано:

$$p = 10^5 \text{ Па}$$

$$S = 110 \times 50 \text{ см}^2 = 1,1 \times 0,5 \text{ м}^2$$

СИ:

Решение:

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

$$F = pS$$

---

Найти:  $F$

$$\begin{aligned} F &= 10^5 \text{ Па} \cdot 1,1 \cdot 0,5 \text{ м}^2 = 55000 \text{ Па} \cdot \text{м}^2 = 55000 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^2 = \\ &= 55000 \frac{\cancel{\text{Н}} \cdot \cancel{\text{м}^2}}{\cancel{\text{м}^2}} = 55000 \text{ Н} = 55 \text{ кН} \end{aligned}$$

Ответ: сила атмосферного давления равна 55 килоньютонов.

22.33. Каково давление газа в сосудах А, В, С (рис. 181), если атмосферное давление равно 75 см рт. ст.?

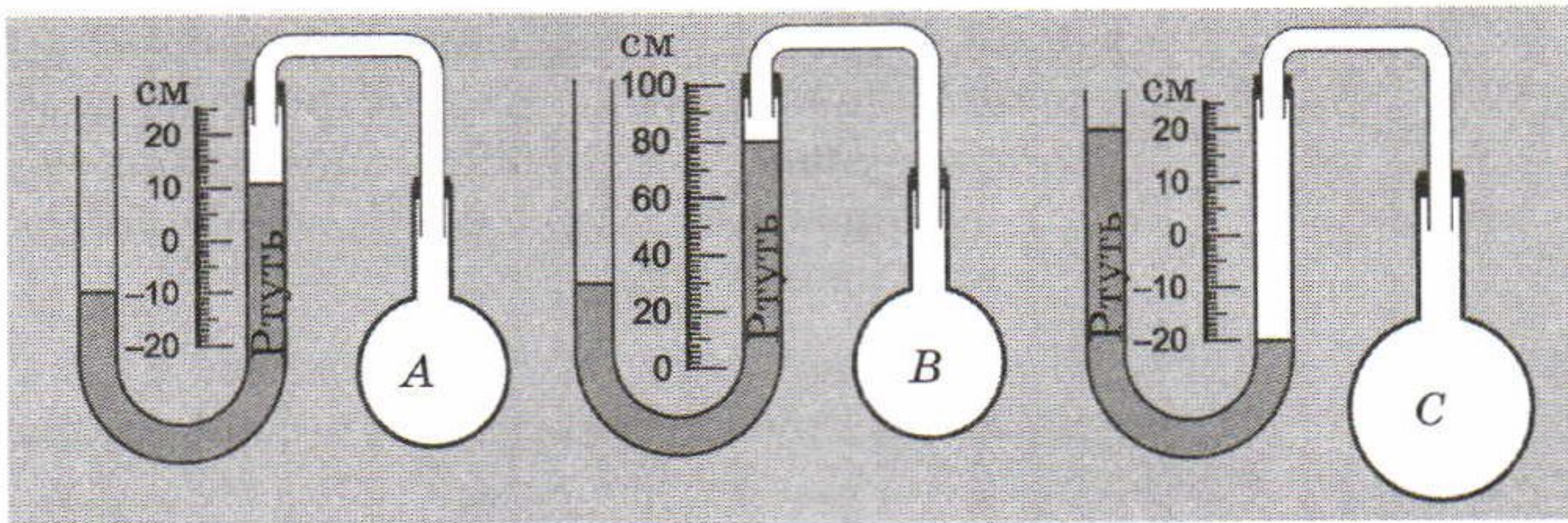
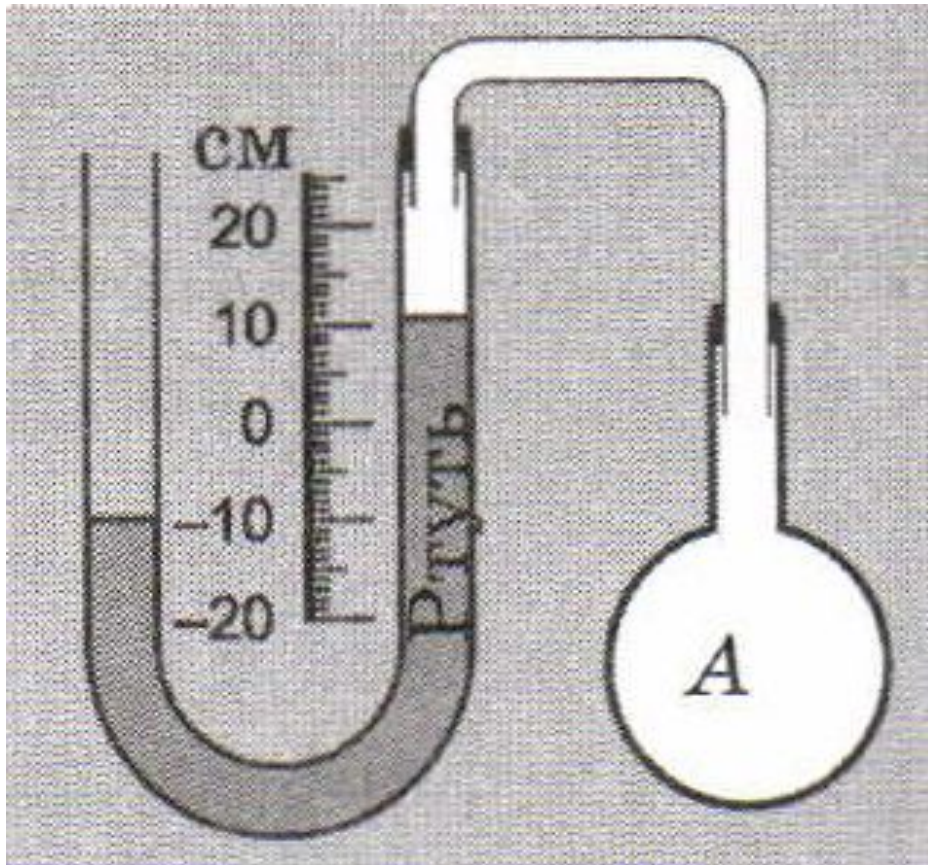


Рис. 181

$$\begin{aligned}
 1 \text{ см рт.ст} &= 13600 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{КГ}} \cdot 1 \text{ см} = 13600 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{КГ}} \cdot 0,01 \text{ м} = \\
 &= 1360 \frac{\text{Н}}{\text{М}^2} = 1360 \text{ Па}.
 \end{aligned}$$

$$p_{\text{атм}} = 75 \text{ см рт.ст}$$



$$\Delta h = 20 \text{ см}$$

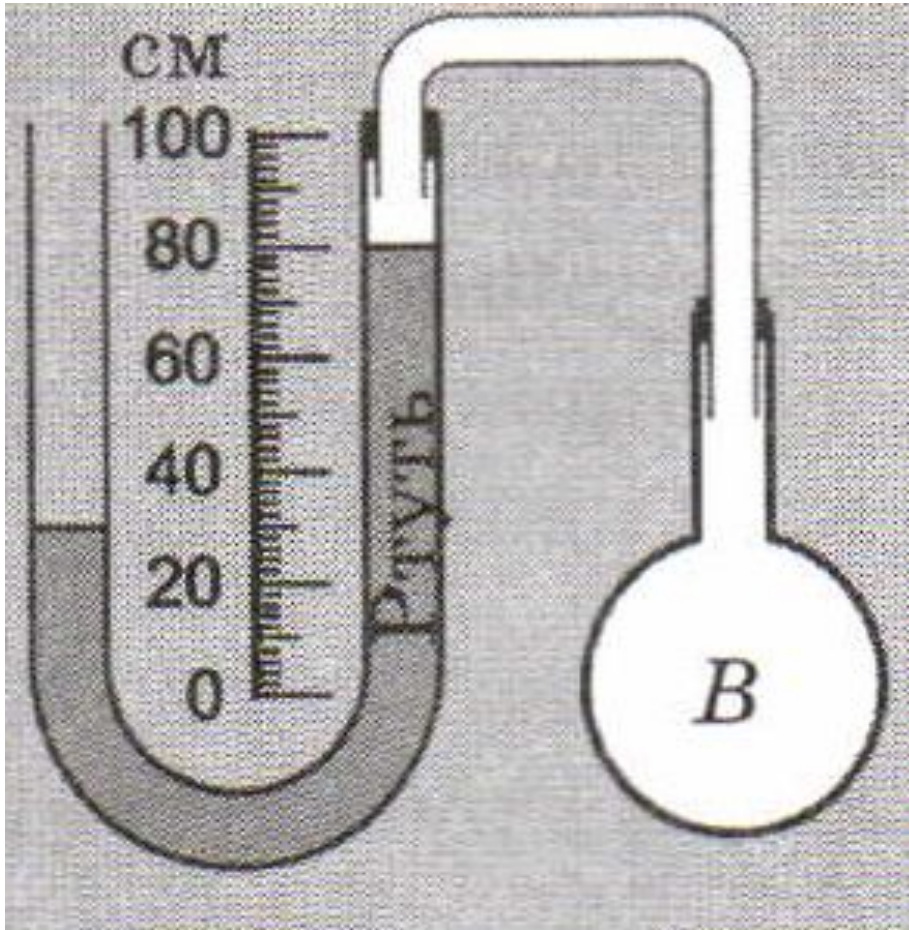
$$\Delta p = 20 \text{ см рт.ст}$$

$$p_A = p_{\text{атм}} - \Delta p$$

$$p = 55 \text{ см рт.ст}$$

$$p = 7331,5 \text{ Па}$$

$$p_{\text{атм}} = 75 \text{ см рт.ст}$$



$$\Delta h = 50 \text{ см}$$

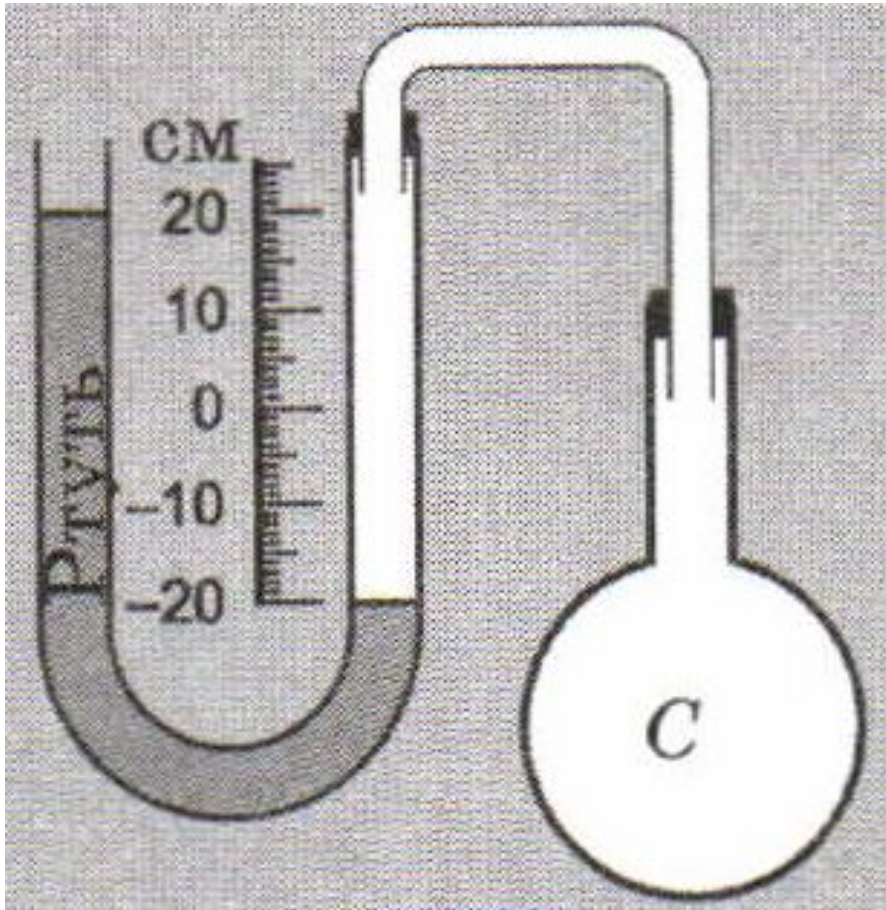
$$\Delta p = 50 \text{ см рт.ст}$$

$$p_B = p_{\text{атм}} - \Delta p$$

$$p = 25 \text{ см рт.ст}$$

$$p = 3332,5 \text{ Па}$$

$$p_{\text{атм}} = 75 \text{ см рт.ст}$$



$$\Delta h = 40 \text{ см}$$

$$\Delta p = 40 \text{ см рт.ст}$$

$$p_C = p_{\text{атм}} + \Delta p$$

$$p = 115 \text{ см рт.ст}$$

$$p = 15329,5 \text{ Па}$$



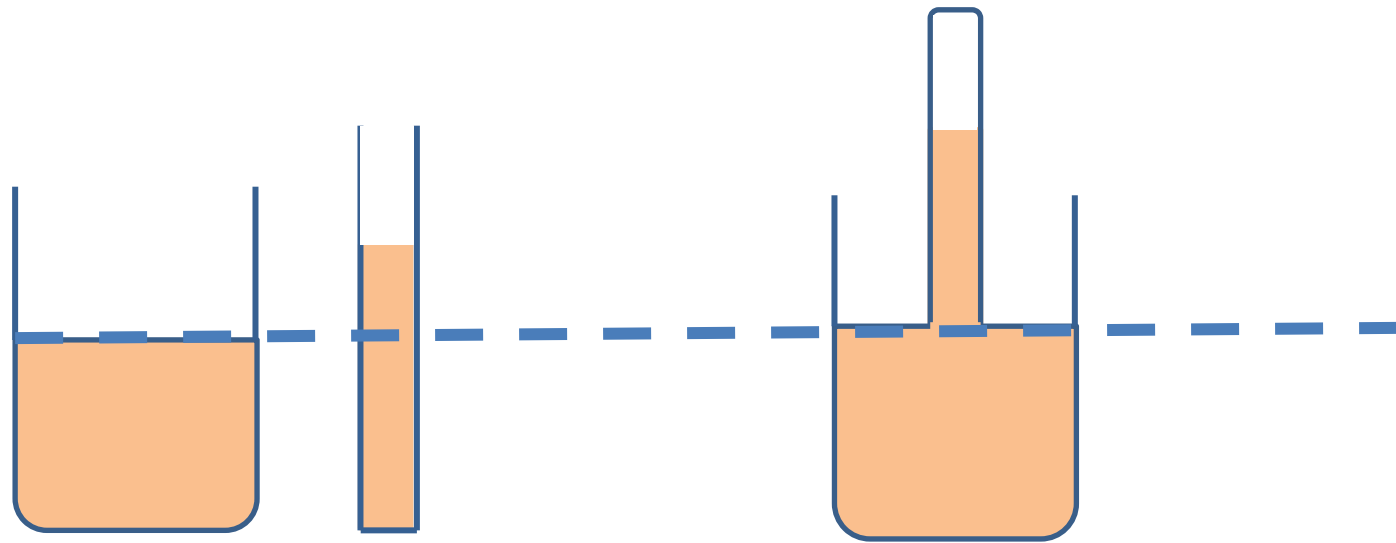
**22.30.** В течение суток атмосферное давление изменилось от 745 мм рт. ст. до 755 мм рт. ст. На сколько изменилась сила давления воздуха, действующая на оконное стекло размерами 150 см × 40 см?

Дано:	СИ:	Решение:
$p_1 = 745 \text{ мм рт. ст}$	$= 1,5 \times 0,4 \text{ м}^2$	$p = \frac{F}{S}$
$p_2 = 755 \text{ мм рт. ст}$		$F = pS$
$S = 150 \times 40 \text{ см}^2$		$\Delta F = F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = S(p_2 - p_1) =$
<u>Найти: <math>\Delta F</math></u>		$= S\Delta p$

$$\Delta F = 1,5 \cdot 0,4 \text{ м}^2 \cdot 10 \cdot 133,3 \text{ Па} = 799,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^2 = = 799,8 \frac{\text{Н} \cdot \cancel{\text{м}^2}}{\cancel{\text{м}^2}} = 799,8 \text{ Н}$$

Ответ: сила атмосферного давления изменилась на 799,8 Н.

**22.46.** Вертикальная трубка с закрытым концом, частично заполненная керосином, опущена открытым концом в сосуд с керосином. При этом уровень керосина в трубке на 15 см выше уровня керосина в сосуде. Определите давление воздуха в трубке, если наружное давление равно 98 кПа.



Было

Стало

**22.46.** Вертикальная трубка с закрытым концом, частично заполненная керосином, опущена открытым концом в сосуд с керосином. При этом уровень керосина в трубке на 15 см выше уровня керосина в сосуде. Определите давление воздуха в трубке, если наружное давление равно 98 кПа.

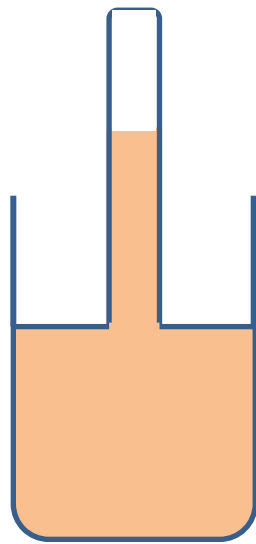
Дано:

$$p_{\text{внешн}} = 98 \text{ кПа}$$

$$h_{\text{к}} = 15 \text{ см}$$

Найти:  $p_{\Gamma}$

СИ: Решение:



$$p_{\Gamma} + p_{\text{к}} = p_{\text{внешн}}$$

$$p_{\Gamma} = p_{\text{внешн}} - p_{\text{к}}$$

$$p_{\text{к}} = \rho_{\text{к}} g h_{\text{к}}$$

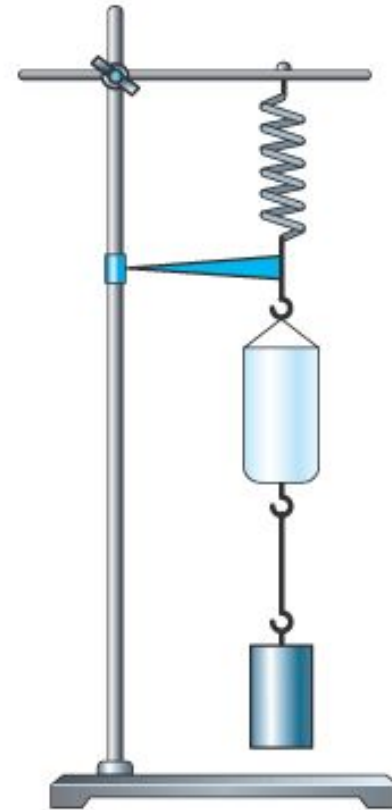
$$p_{\Gamma} = p_{\text{внешн}} - \rho_{\text{к}} g h_{\text{к}}$$

$$p_{\Gamma} = 98000 \text{ Па} - 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} 0,15 \text{ м} = 96800 \text{ Па}$$

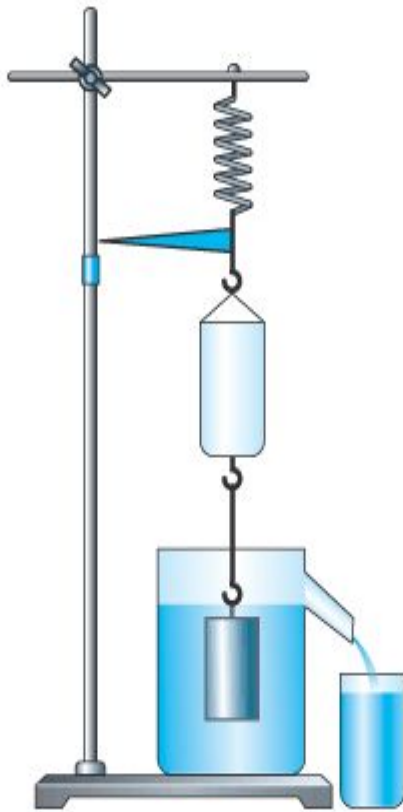
Ответ: давление воздуха в трубке равно 96800 паскалей.

# Экспериментальный вывод закона Архимеда

Подвесим к пружине небольшое ведерко и тело цилиндрической формы. Отметим положение стрелки-указателя на штативе.



# Экспериментальный вывод закона Архимеда



Поместим тело в сосуд.  
Почему сократилась  
пружина при  
погружении цилиндра в  
воду?

А каков объем воды,  
вылившейся из сосуда?

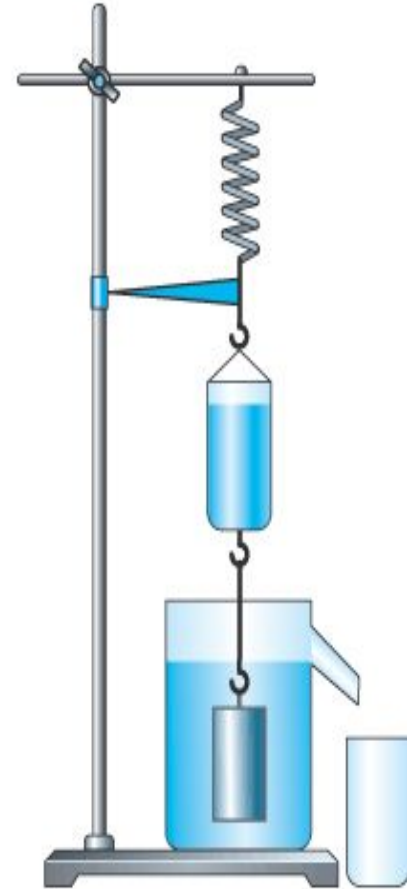
$$V_{\text{Т}} = V_{\text{ВЫТ.Ж}}$$

# Экспериментальный вывод закона Архимеда

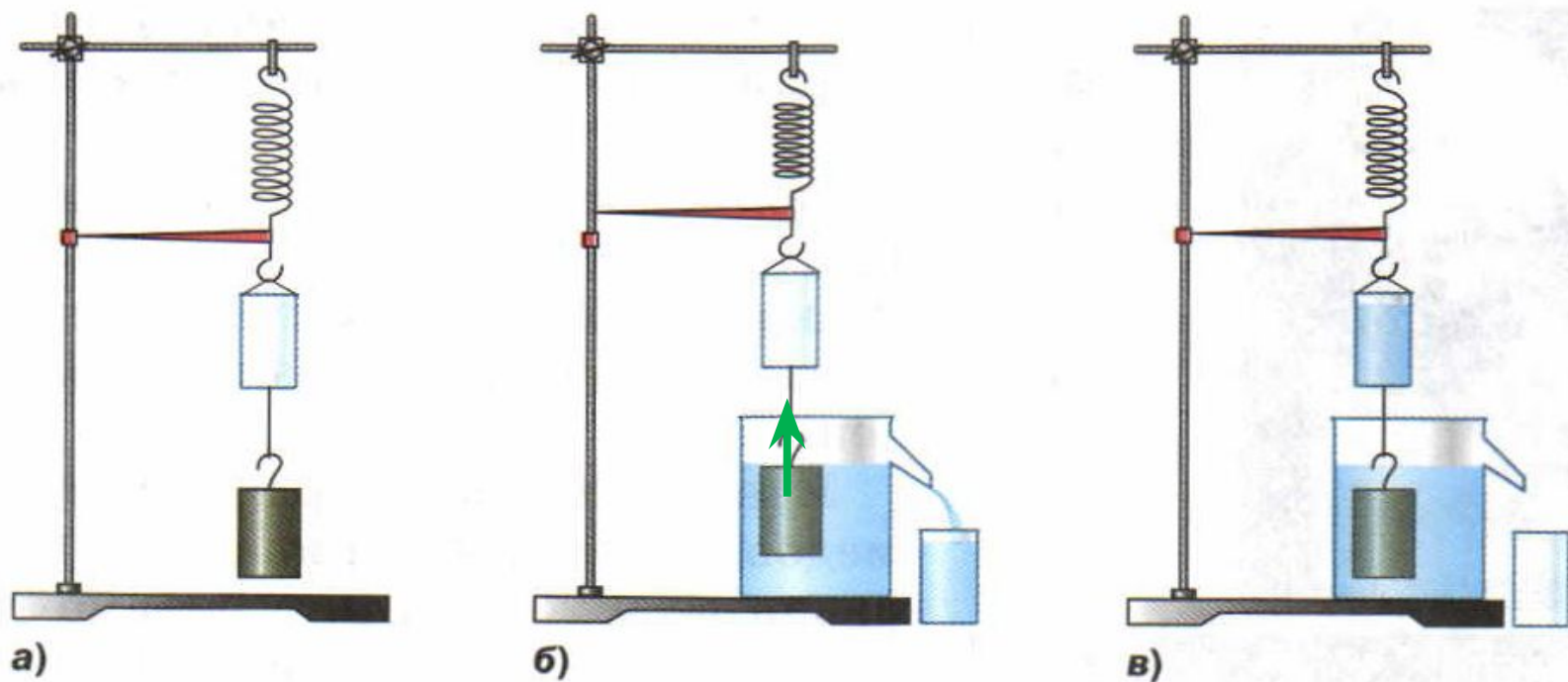
Что нужно сделать,  
чтобы пружина заняла  
первоначальное  
положение?

А как можно  
увеличить вес  
ведерка?

Долить в него  
вытесненную телом  
жидкость.

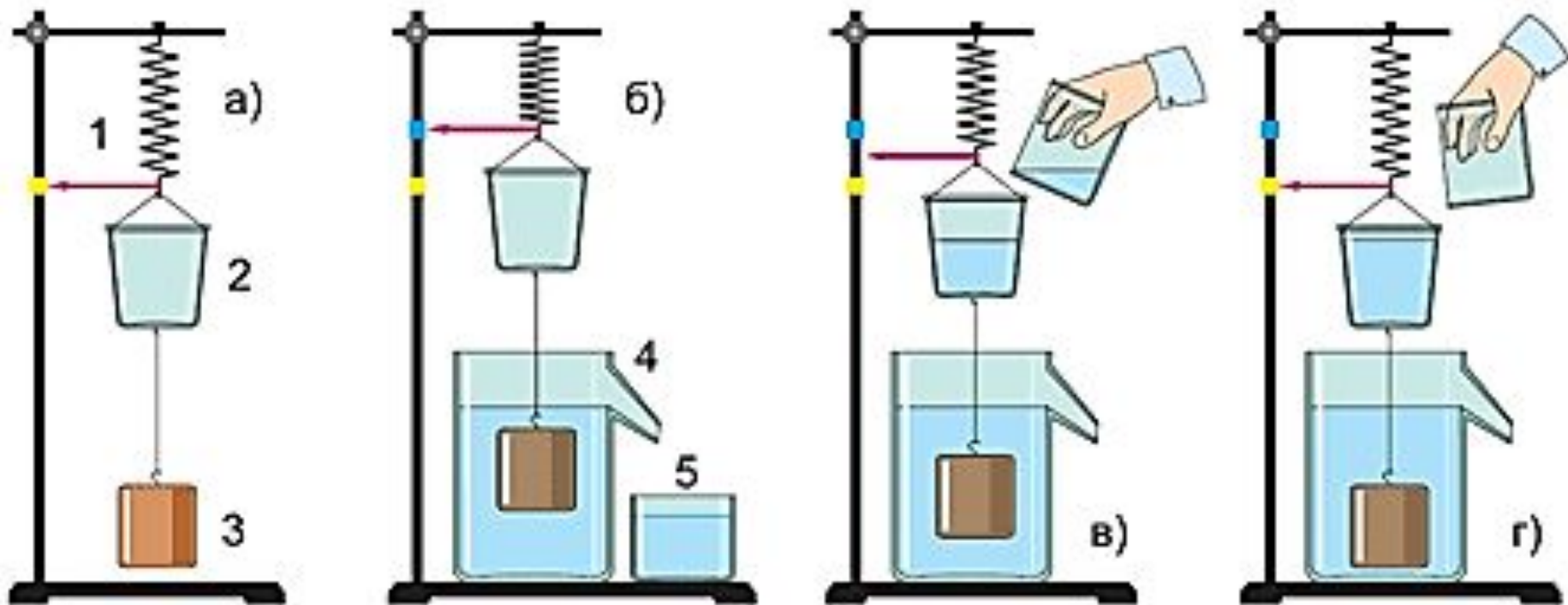


читать, что сила, выталкивающая целиком погружённое в жидкость тело, равна весу жидкости в объёме этого тела. Такой же вывод мы получили и в § 48.



**Рис. 151.** Опыты с ведёрком Архимеда

Или такой рисунок.

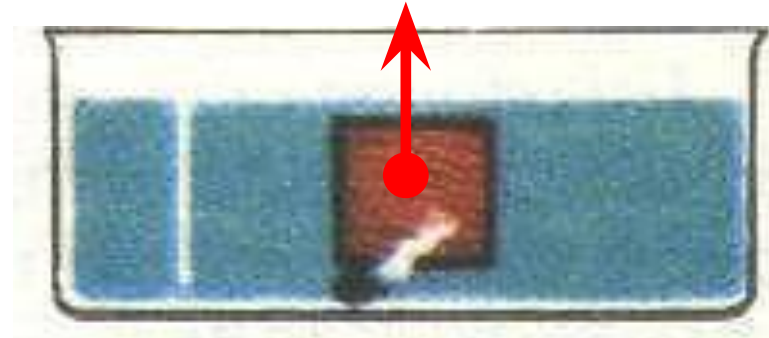




# Закон Архимеда

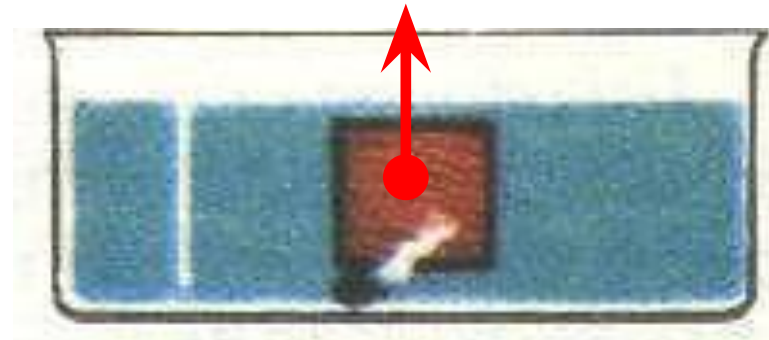
Сила, выталкивающая целиком погруженное в жидкость тело, направлена вертикально вверх и равна весу вытесненной телом жидкости.

$$F_A = P_{\text{выт. ж}}$$



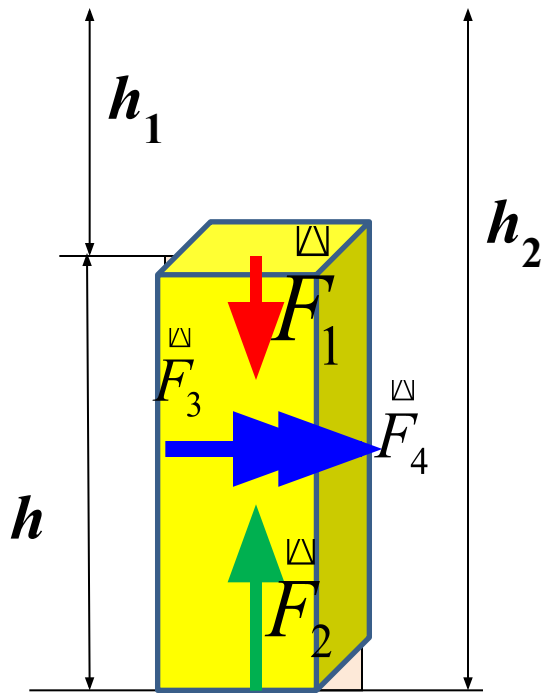
# Закон Архимеда

Сила, выталкивающая целиком погруженное в газ или жидкость тело, равна весу газа или жидкости в объеме этого тела.



$$F_A = P_{\text{выт. ж/г}}$$

# Теоретический вывод закона Архимеда (тело правильной формы)



Силы  $\vec{F}_3$  и  $\vec{F}_4$  лишь сдвигают тело и не влияют на его движение по вертикали.

$S$  – площадь поперечного сечения тела

$$F_A = F_2 - F_1 \quad \text{– выталкивающая сила (сила Архимеда).}$$



# Теоретический вывод закона Архимеда (тело правильной формы).

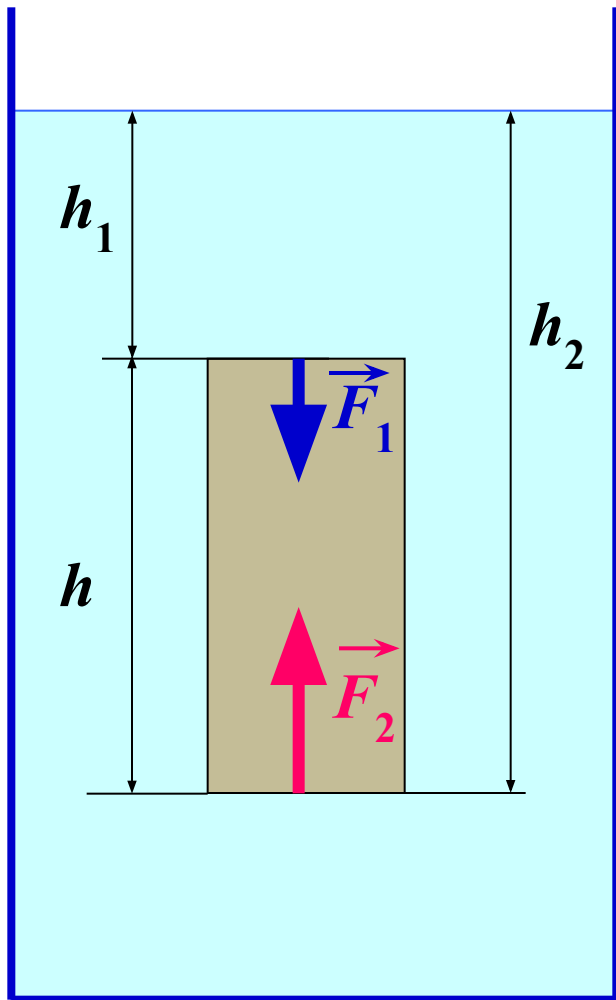
Нам понадобятся следующие формулы:

1. давление по определению; 
$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS$$

2. гидростатическое давление; 
$$p = \rho_{\text{жс}} g h_2$$

3. плотность по определению; 
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$$

4. формула для веса тела 
$$P = mg$$



$$F_A = F_2 - F_1$$

$$F_2 = p_2 S = \rho_{\text{жс}} g h_2 S$$

$$F_1 = p_1 S = \rho_{\text{жс}} g h_1 S$$

$$F_A = \rho_{\text{жс}} g h_2 S - \rho_{\text{жс}} g h_1 S$$

$$F_A = \rho_{\text{жс}} g S (h_2 - h_1)$$

$$F_A = \rho_{\text{жс}} g S h$$

$$V_{\text{Т}} = S h$$

$$F_A = \rho_{\text{жс}} g V_{\text{Т}}$$

$$V_{\text{Т}} = V_{\text{ВЫТ.Ж}}$$

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{ВЫТ.Ж}}$$

$$F_A = m_{\text{ВЫТ.Ж}} g$$

$$F_A = P_{\text{ВЫТ.Ж}}$$

# Закон Архимеда

$$F_A = P_{\text{выт.ж}}$$

**Выталкивающая сила, действующая на погруженное в жидкость тело, равна весу вытесненной жидкости.**

на тело, полностью или частично погружённое в жидкость, действует выталкивающая сила, равная по модулю весу жидкости в объёме погружённой части тела.



# Формула для расчета силы Архимеда

$\rho_{\text{ж}}$  - ПЛОТНОСТЬ ЖИДКОСТИ

$V_{\text{погр}}$  – объем погруженной части тела

$g$  – ускорение свободного падения

$$F_{\text{А}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$$

Выталкивающая сила, действующая на погруженное в жидкость тело, равна произведению плотности жидкости на ускорение свободного падения и на объем погруженной части тела.

Чему равна выталкивающая сила, действующая на стальной шарик объемом  $20 \text{ см}^3$  в воде?

Дано:

$$V = 20 \text{ см}^3$$

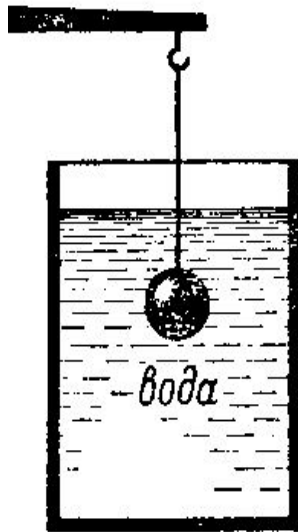
$$\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

---

$$F_{\text{А}} - ?$$

СИ:

$$= 2 \cdot \left( \frac{1}{100} \text{ м} \right)^3$$



Решение:

$$F_{\text{А}} = \rho_{\text{ж}} g V$$

$$F_{\text{А}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \times$$

$$\times 2 \cdot \left( \frac{1}{100} \text{ м} \right)^3 =$$

$$= \frac{1000 \cdot \text{кг} \cdot 10 \text{ Н} \cdot 2 \cdot \text{м}^3}{\text{м}^3 \cdot \text{кг} \cdot 1000000} = 0,2 \text{ Н}$$

Ответ: 0,2 Н