

# III этап Республиканской олимпиады по физике 2018 года

## Теоретический тур. Условия задач

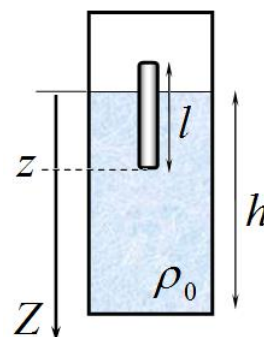
### 9 класс

#### Задача 9-1. Переменная плотность

Во всех пунктах задачи под давлением в жидкости подразумевается только гидростатическое давление, обусловленное весом жидкости. Атмосферное давление увеличивает давление во всех точках на одну и ту же величину (закон Паскаля), поэтому при описании равновесия тел его можно не учитывать. Иными словами, давление у свободной поверхности жидкости следует считать равным нулю. Ускорение свободного падения известно и равно  $g$ .

##### Часть 1. Обычная жидкость

Жидкость плотности  $\rho_0$  налита в высокий вертикальный сосуд. Высота столба жидкости в сосуде равна  $h$ . Введем ось координат  $Z$ , направленную вертикально вниз, начало отсчета находится на поверхности жидкости.



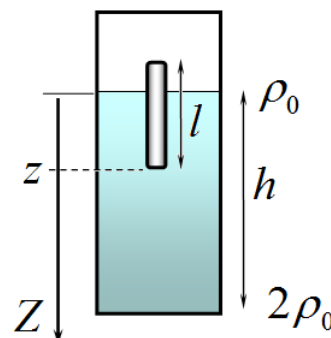
1.1 Запишите формулу, описывающую зависимость давления внутри жидкости от глубины  $z$ :  $P(z)$ . Постройте схематический график полученной зависимости.

В сосуд опускают закрытую с обоих концов трубку длиной  $l = \frac{h}{2}$ . Массу трубки  $m$  можно изменять (например, добавляя внутрь нее песок), кроме того, считайте, что большая часть массы трубки сосредоточена в ее нижней части, поэтому трубка в жидкости всегда располагается вертикально. Площадь поперечного сечения трубки равна  $S$ .

1.2 Найдите зависимость глубины погружения нижнего торца трубки от ее массы  $z(m)$ , постройте график этой зависимости, укажите значения параметров характерных точек вашего графика.

##### Часть 2. Необычная жидкость.

В вертикальный сосуд налита жидкость, плотность которой меняется по линейному закону от  $\rho_0$  у поверхности жидкости (которая находится на высоте  $h$ ) до  $2\rho_0$  у дна<sup>1</sup>.



2.1 Запишите формулу зависимости плотности жидкости от глубины  $\rho(z)$ . Постройте схематический график этой зависимости.

2.2 Найдите зависимость гидростатического давления внутри жидкости от глубины  $P(z)$ . Постройте схематический график этой зависимости.

<sup>1</sup> Плотность жидкости может изменяться из-за наличия растворенных веществ. Но это к решению задачи не относится.

В сосуд опускают трубку, описанную в Части 1 данной задачи.

2.3 Определите массу трубки  $m_0$ , при которой она полностью погрузится в жидкость, т.е. ее верхний край будет касаться поверхности жидкости.

2.4 В данной части вам необходимо описать зависимость глубины погружения нижнего края трубки от ее массы. Эту зависимость удобно представить в относительных единицах: найти

зависимость величины  $y = \frac{z}{h}$  от отношения массы трубки к  $m_0$ :  $n = \frac{m}{m_0}$

Для построения требуемой зависимости выполните следующее.

2.4.1 Найдите зависимость глубины погружения  $y$  от величины  $n$  при условии, что верхний конец трубки находится над водой.

2.4.2 Укажите, при каком значении  $n_1$  трубка полностью погрузится в воду.

2.4.3 Найдите зависимость глубины погружения  $y$  от величины  $n$  при условии, что верхний конец трубки находится под водой.

2.4.4 Найдите, при каком значении  $n_2$  центр трубки будет находится на середине слоя жидкости.

2.4.5 Найдите при каком значении  $n_3$  нижний конец трубки достигнет дна сосуда.