

# *Урок*

## *«Изменение уровня жидкости в сосуде»*

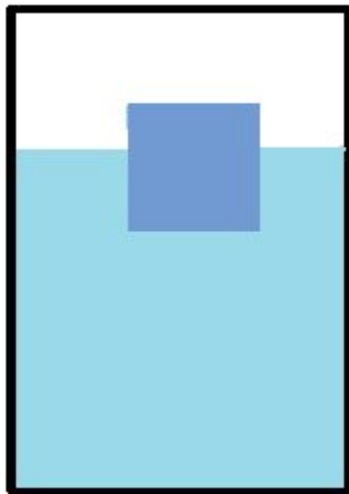
*Авторы-составители:*

*Н.В. Ларионова, к.п.н., учитель физики  
высшей категории;*

*В.С.Ларионов, учитель физики высшей  
категории.*

# ЗАДАЧА

В цилиндрическом сосуде с водой плавает кусок льда. Изменится ли уровень воды в сосуде, если лёд растает?



# ЦЕЛЬ УРОКА

Изучить 2 способа решения задач об изменении уровня жидкости в сосуде.

Сформулировать алгоритмы решения.

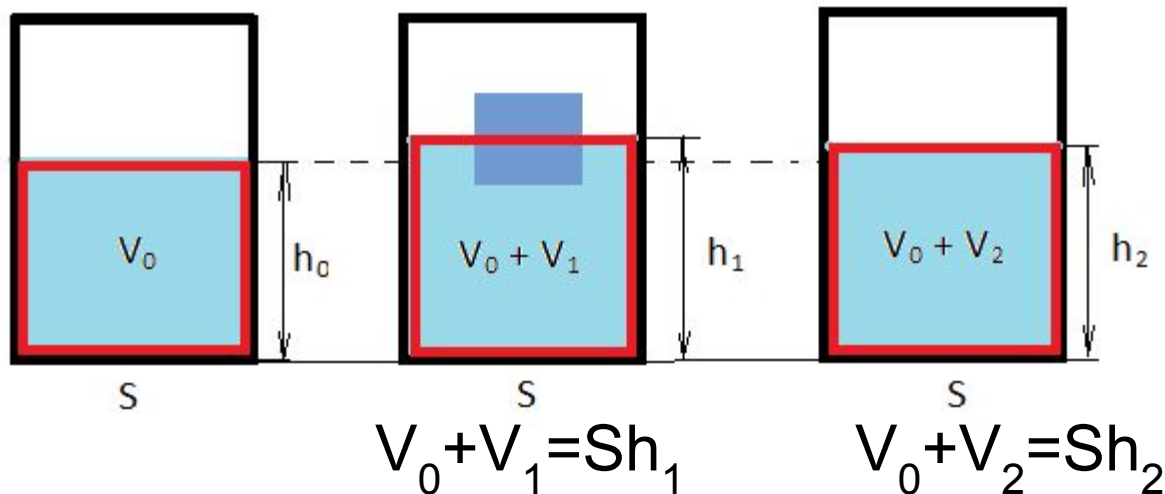
# 2 СПОСОБА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

```
graph TD; A[2 СПОСОБА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ] --> B[через объёмы]; A --> C[через давление на дно];
```

через  
объёмы

через давление  
на дно

# АНАЛИЗ



$V_0$  – первоначальный объём жидкости в сосуде,

$V_1$  – «добавочный» объём,

$V_2$  – «добавочный» объём после некоторых манипуляций с содержимым сосуда,

$S$  – площадь дна сосуда,

$h_0, h_1, h_2$  – уровни жидкости в сосуде.

# Е

1. Запишем условие плавания для кусочка льда:

$$F_a = F_T.$$

2. Воспользуемся законом Архимеда:

$$\rho_{\text{ж}} g V_{\text{в.ж}} = m_{\text{л}} g,$$

где  $m_{\text{л}}$  – масса льда,  $V_{\text{в.ж}}$  ( $V_1$ ) – объём вытесненной жидкости.

3. Откуда

$$V_{\text{в.ж}} = m_{\text{л}} / \rho_{\text{ж}}.$$

4. После таяния льда объём воды в сосуде увеличился на  $\Delta V$  ( $V_2$ )

$$\Delta V = m_{\text{л}} / \rho_{\text{ж}}.$$

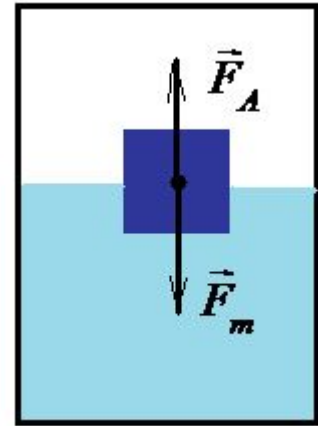
(Очевидно, что масса талой воды равна массе льда.)

5. Откуда следует, что

$$V_{\text{в.ж.}} = \Delta V,$$

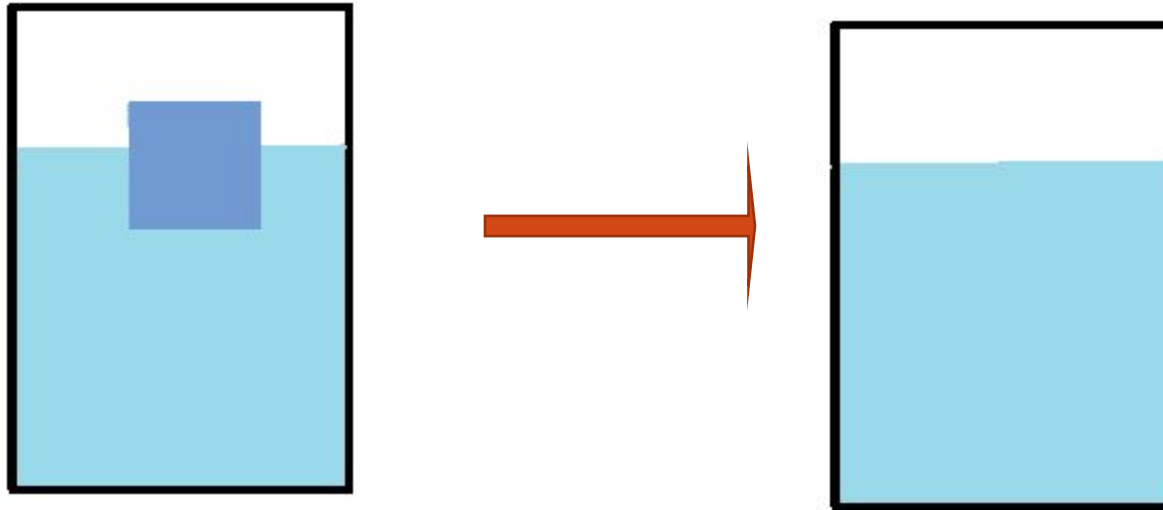
т.е.

$$h_1 = h_2.$$



ОТВЕ

Т:



Уровень воды в сосуде не  
изменится.

# АЛГОРИТМ решения задачи через объёмы

1. Записать условие плавания тела:

$$F_{\text{т}} = F_{\text{а}}. \quad (1)$$

2. Воспользоваться законом Архимеда:

$$F_{\text{а}} = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{в.ж}}. \quad (2)$$

3. Используя уравнения (1) и (2) и расписав  $F_{\text{т}}$  выразить объём вытеснённой жидкости  $V_{\text{в.ж.}} (V_1)$
4. Рассчитать на сколько измениться уровень воды в сосуде по сравнению с изначальным (до погружения тела в воду) после таяния льда (или других действий):  $\Delta V (V_2)$ .
5. Сравнить  $V_{\text{в.ж.}} (V_1)$  с  $\Delta V (V_2)$  и сформулировать ответ.

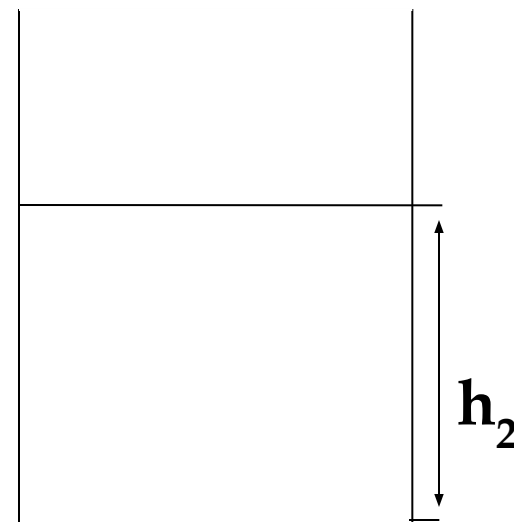
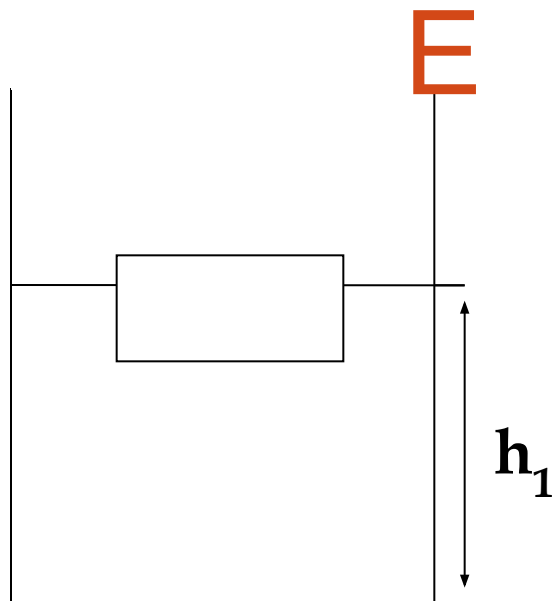


# 2 СПОСОБА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

через  
объёмы

1.  $F_T = F_a$
2.  $F_a = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{в.ж}}$
3.  $V_1$
4.  $V_2$
5.  $V_1 ? V_2$

через давление  
на дно



1. С одной стороны, силу давления на дно в 1-ом и во 2-ом случаях можно выразить следующим образом

$$F_{д1} = (m_{л} + M)g,$$

$$F_{д2} = (m_{в} + M)g,$$

где  $m_{л}$  – масса льда,  $M$  – первоначальная масса воды в стакане без льда,  $m_{в}$  – масса воды, образовавшейся после таяния льда.

Т.к.  $m_{л} = m_{в}$ , то  $F_{д1} = F_{д2}$ .

2. С другой стороны:

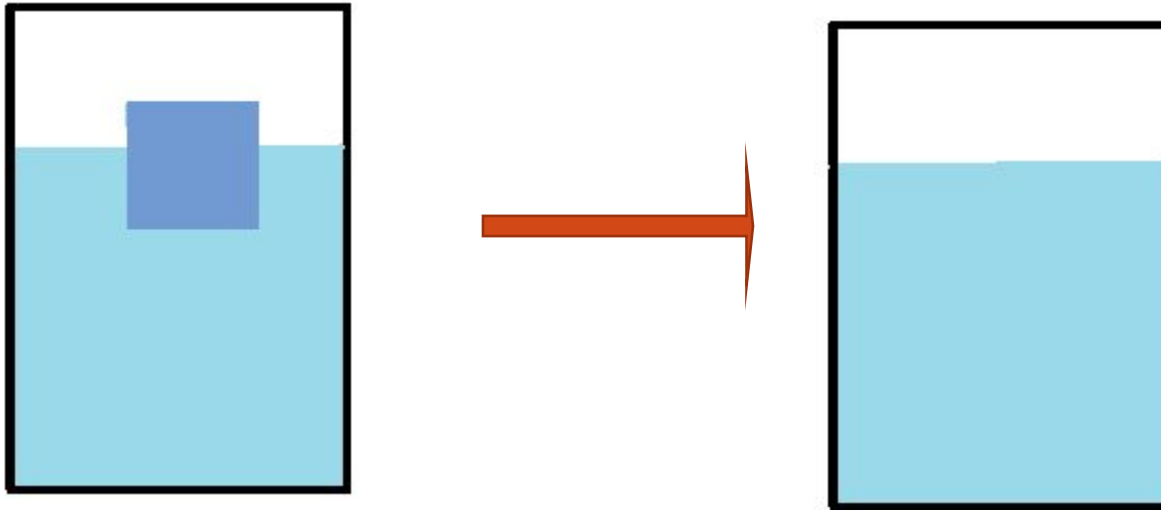
$$F_{д1} = p_1 S = \rho g h_1 S,$$

$$F_{д2} = p_2 S = \rho g h_2 S.$$

3. Т.к.  $F_{д1} = F_{д2}$ , то  $h_1 = h_2$ .

ОТВЕ

Т:



Уровень воды в сосуде не  
изменится.

# АЛГОРИТМ решения задачи через давление на дно сосуда

1. Содержимое сосуда не изменилось, поэтому не изменилась и сила давления на дно сосуда:

$$F_{д1} = F_{д2}. \quad (1)$$

2. Выразить  $F_{д1}$  и  $F_{д2}$ , воспользовавшись определительной формулой давления  $p = F_{д}/S$  и формулой гидростатического давления  $p = \rho gh$ :

$$F_{д1} = \dots, \quad F_{д2} = \dots \quad (2)$$

3. Из уравнений (1) и (2) выразить высоты  $h_1$  и  $h_2$  и сравнить.

# 2 СПОСОБА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

через  
объёмы

1.  $F_T = F_a$
2.  $F_a = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{в.ж}}$
3.  $V_{\text{в.ж.}}$
4.  $\Delta V.$
5.  $V_{\text{в.ж.}} ? \Delta V$

через давление  
на дно

1.  $F_{\text{д1}} = F_{\text{д2}}.$
2.  $p = F_{\text{д}} / S$  —  $F_{\text{д1}} =$   
...  $p = \rho g h$
1.  $F_{\text{д2}} = \dots$   
(1) и (2)  $\rightarrow h_1 ? h_2$

# ЗАДАЧИ УРОКА

- Изучить 2 способа решения задач об изменении уровня жидкости в сосуде.
- Сформулировать алгоритмы решения.

## Алгоритмы

### через объёмы

1.  $F_T = F_a$
2.  $F_a = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{в.ж}}$
3.  $V_1$
4.  $V_2$
5.  $V_1 ? V_2$

### через давление на дно

1.  $F_{\text{д1}} = F_{\text{д2}}$
  2.  $p = F_{\text{д}} / S$   $\rightarrow$   $F_{\text{д1}} =$   
...  $p = \rho g h$
- $F_{\text{д2}} = \dots$
1. (1) и (2)  $\rightarrow h_1 ? h_2$

# ЗАДАЧИ

1. В цилиндрическом сосуде с водой плавает кусок льда, в котором находится пузырёк воздуха. Изменится ли уровень воды в сосуде, если лёд растает?
2. В цилиндрическом сосуде с водой плавает кусок льда с вмёрзшим в него стальным шариком. Изменится ли уровень воды в сосуде, если лёд растает?
3. В цилиндрическом сосуде на поверхности воды плавает стальная кастрюля. Изменится ли уровень воды в сосуде, если кастрюлю утопить?
4. В небольшом бассейне плавает лодка. Как изменится уровень воды в бассейне, если лежащий на дне лодки камень бросили в воду?
5. В небольшом бассейне плавает полузатопленная лодка, причём уровень воды в лодке совпадает с уровнем воды в бассейне. Из лодки зачерпнули ведро воды и вылили в бассейн. Как изменился уровень воды в бассейне?

1. Гельгафт И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с решениями. Учебное пособие. – Харьков-Москва, 1995. – 592 с.
2. Городские олимпиады по физике г. Нижнего Новгорода. 2004-2008 гг. Сборник задач. – Н.Новгород: Институт прикладной физики РАН, 2009. –52с.
3. Подлесный Д.В. Анализ давления на дно сосуда в задачах гидростатики. // Потенциал, №10, 2005. – С.42-45
4. Полянский С.Е. Поурочные разработки по физике. – М.: ВАКО, 2004. –240с.
5. Черноуцан А. Гидростатика в стакане. // Квант, №3, 2008. – С.47-50.
6. Чивилёв В.И. Олимпиада «Физтех-2005». // Потенциал, №5, 2005. – С.59-61