

Урок

«Изменение уровня жидкости в сосуде»

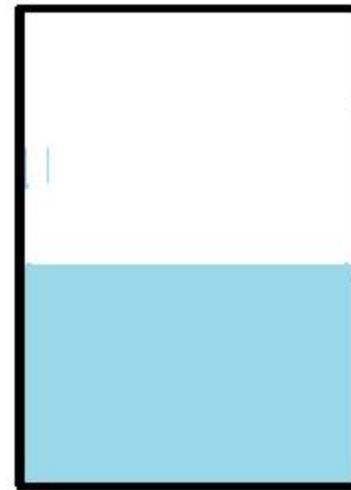
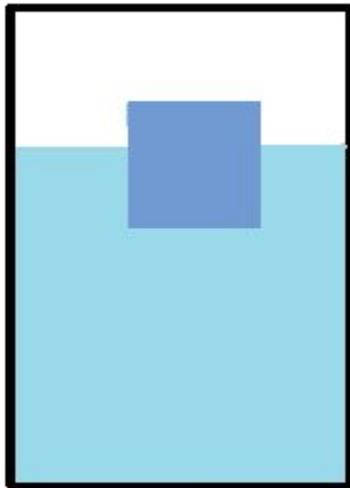
Авторы-составители:

*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.

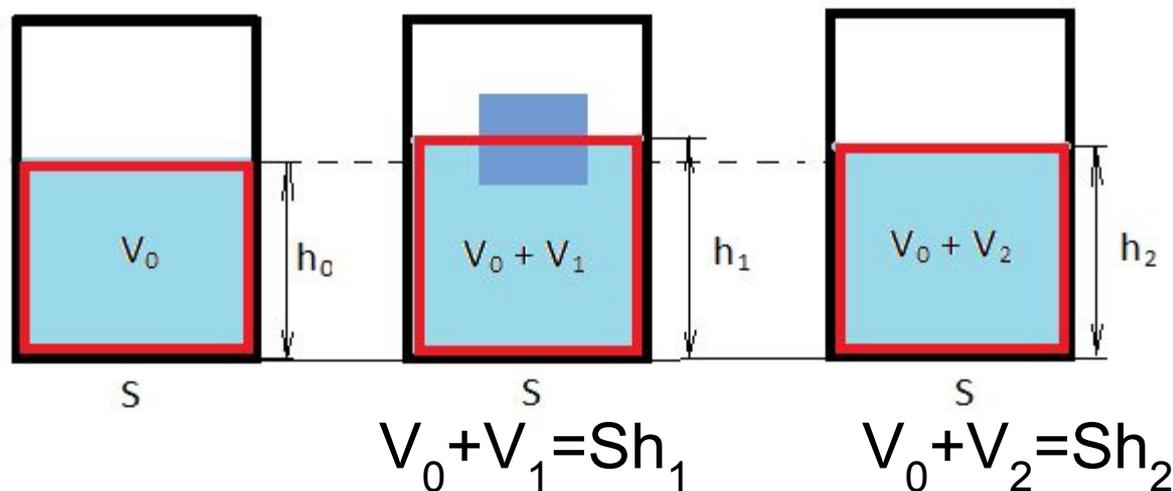
2 СПОСОБА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

```
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 ΔV (V_2)

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

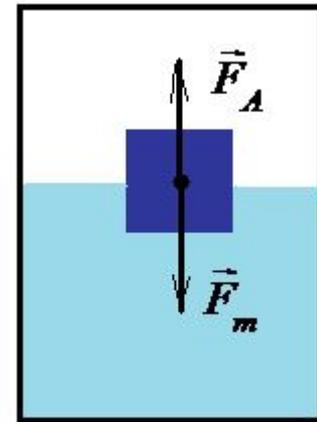
(Очевидно, что масса талой воды равна массе льда.)

5. Откуда следует, что

$$V_{\text{в.ж.}} = \Delta V,$$

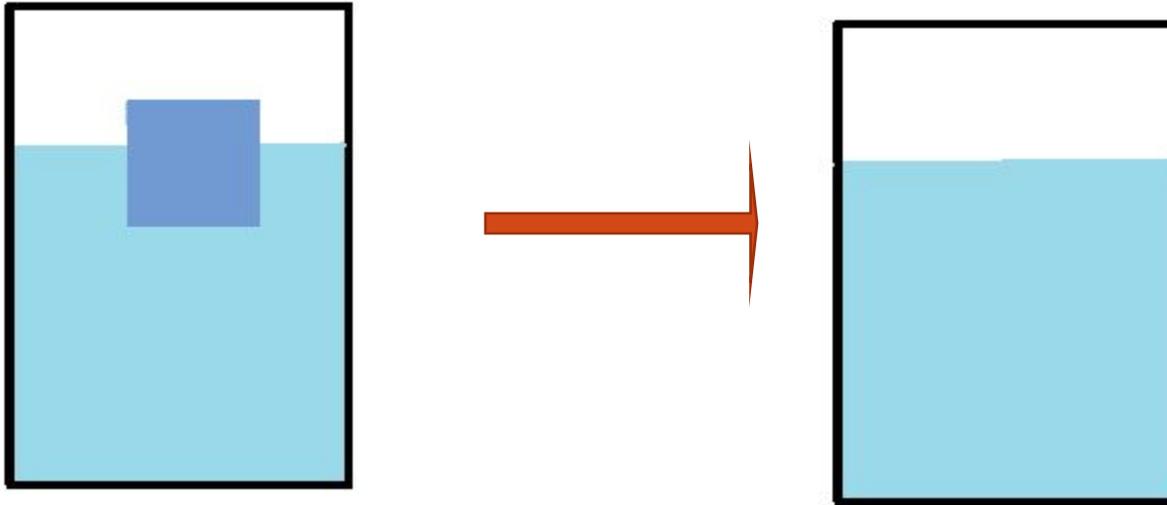
т.е.

$$h_1 = h_2.$$



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:

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

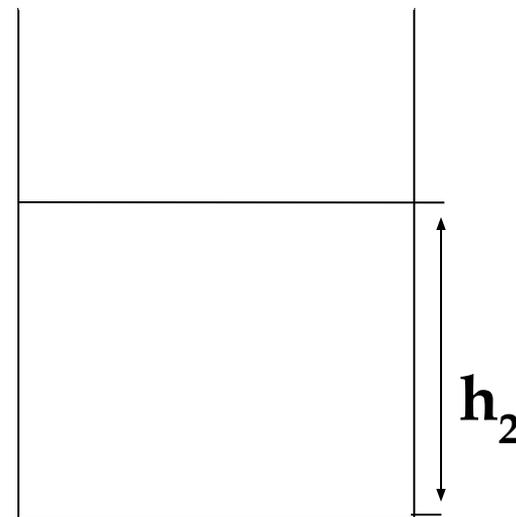
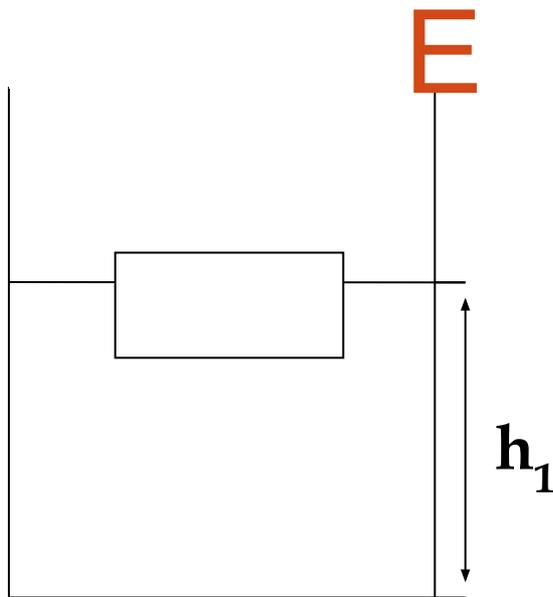
3. Используя уравнения (1) и (2) и расписав $F_{\text{т}}$ выразить объём вытеснённой жидкости $V_{\text{в.ж.}} (V_1)$
4. Рассчитать на сколько измениться уровень воды в сосуде по сравнению с изначальным (до погружения тела в воду) после таяния льда (или других действий): $\Delta V (V_2)$.
5. Сравнить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

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

2. С другой стороны:

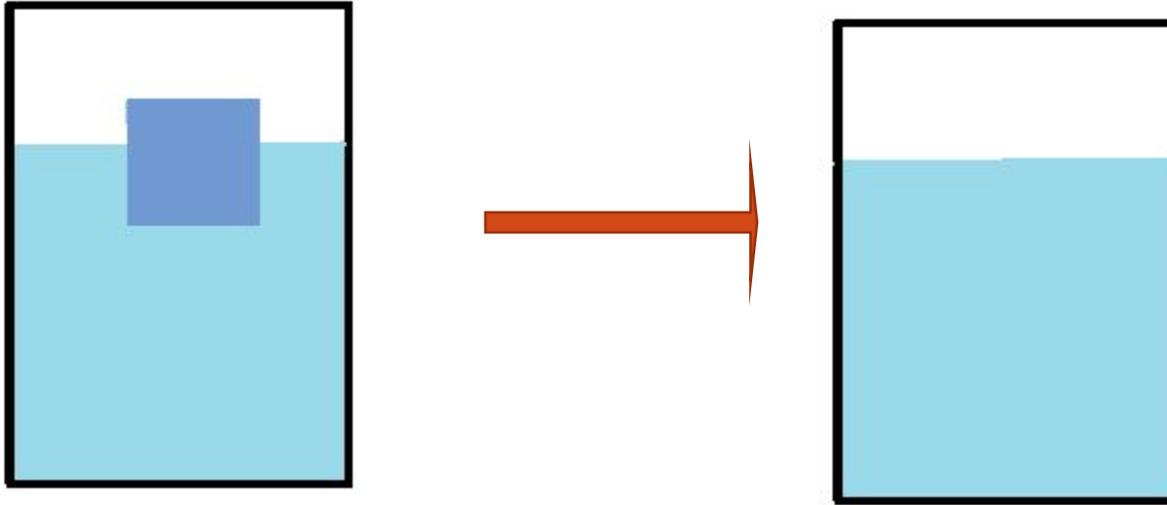
$$F_{д1} = p_1 S = \rho g h_1 S,$$

$$F_{д2} = p_2 S = \rho g h_2 S.$$

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 $F_{\text{д1}} =$
... $p = \rho g h$
1. $F_{\text{д2}} = \dots$
(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