

Физика. Школьный этап 2020.

8 класс

Автор комплекта: Кармазин С.В.

Трудная логистика

Вариант 1

Для доставки снаряжения из базового лагеря геологам моторная лодка пересекает озеро шириной S и поднимается на расстояние S по реке, впадающей в это озеро. В лагере геологов снаряжение быстро разгружается, и лодка отправляется в обратный путь. Время t_1 движения лодки вверх по реке отличается в 2 раза от времени t_2 движения лодки по реке вниз. Средняя путевая скорость лодки на обратном пути от геологов до базового лагеря $v_{cp1} = \frac{48 \text{ км}}{7 \text{ ч}}$. Время движения лодки по озеру в одном направлении $t_0 = 2$ часа. Режим работы двигателя на протяжении всего путешествия не изменяется. Скорость течения реки на отрезке от лагеря геологов до озера постоянна.

а. Определите:

- 1) Во сколько раз отличается скорость лодки в стоячей воде $v_{л}$ от скорости течения реки v_p (2 балла);
- 2) скорость лодки по озеру $v_{л}$ (в км/ч) (3 балла);
- 3) ширину озера S (в км) (2 балла);
- 4) среднюю путевую скорость лодки v_{cp0} за время всего путешествия от базового лагеря до базового лагеря (в км/ч, округлите до десятых) (3 балла).

б. Ответы:

- 1) 3
- 2) 6
- 3) 12
- 4) 5,7

в. Решение:

1) Скорости при движении по реке соотносятся как времена.

$$v_{л} + v_p = 2(v_{л} - v_p) \rightarrow \frac{v_{л}}{v_p} = 3.$$

2) Средняя скорость на обратном пути: $v_{cp1} = v_{cp1} = \frac{S + S}{\frac{S}{v_{л}} + \frac{S}{v_p}}$. Зная соотношение скоростей и

значение средней скорости получим $\frac{48 \text{ км}}{7 \text{ ч}} = \frac{8}{7} v_{л}$, откуда $v_{л} = 6 \text{ км/ч}$.

3) $S = t_0 v_{л} = 12 \text{ км}$.

$$4) v_{cp0} = \frac{4S}{2t_0 + \frac{S}{v_{л} + v_p} + \frac{S}{v_{л} - v_p}} = 5,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Вариант 2

Для доставки снаряжения из базового лагеря геологам моторная лодка пересекает озеро шириной S и поднимается на расстояние S по реке, впадающей в это озеро. В лагере геологов снаряжение быстро разгружается, и лодка отправляется в обратный путь. Время t_1 движения лодки вверх по реке отличается в 3 раза от времени t_2 движения лодки по реке вниз. Средняя путевая скорость лодки при её движении по реке (от входа в реку из озера до выхода обратно в озеро) $v_{cp2} = 4,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Время движения лодки по озеру в одном направлении $t_0 = 1,5$ часа. Режим работы двигателя на протяжении всего путешествия не изменяется. Скорость течения реки на отрезке от лагеря геологов до озера постоянна.

d. Определите:

- 1) Во сколько раз отличается скорость лодки в стоячей воде $v_{л}$ от скорости течения реки $v_{р}$ (2 балла);
- 2) скорость лодки по озеру $v_{л}$ (в км/ч) (3 балла);
- 3) ширину озера S (в км) (2 балла);
- 4) среднюю путевую скорость лодки $v_{ср3}$ за время движения от базового лагеря до геологов. (в км/ч, округлите до десятых). (3 балла).

e. Ответы:

- 1) 2
- 2) 6
- 3) 9
- 4) 4,0

f. Решение:

1) Скорости при движении по реке соотносятся как времена.

$$v_{л} + v_{р} = 3(v_{л} - v_{р}) \rightarrow \frac{v_{л}}{v_{р}} = 2.$$

2) Средняя скорость на обратном пути: $v_{ср2} = \frac{S + S}{\frac{S}{v_{л} + v_{р}} + \frac{S}{v_{л} - v_{р}}}$. Зная соотношение скоростей и

значение средней скорости получим $4,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{6}{8} v_{л}$, откуда $v_{л} = 6 \text{ км/ч}$.

3) $S = t_0 v_{л} = 9 \text{ км}$.

4) $v_{ср3} = \frac{2S}{2t_0 + \frac{S}{v_{л} - v_{р}}} = 4,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

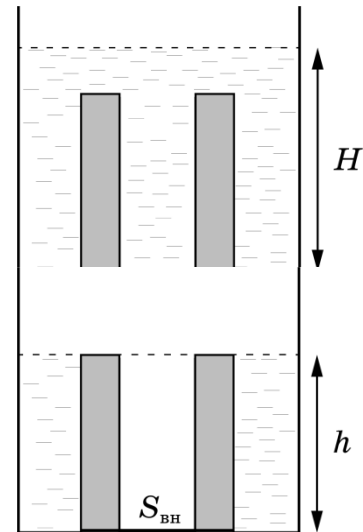
Превратим трубу в стакан

Вариант 1

Отрезок трубы из алюминия ($\rho_a = 2700 \text{ кг/м}^3$) длиной $h = 20 \text{ см}$ с диаметрами внешним $D = 40 \text{ мм}$ и внутренним $d = 20 \text{ мм}$ поставили на стол (рис.1). Силу давление трубы на стол обозначим N .

Далее с одного торца этой трубы к ней тщательно приклеили тонкий, очень лёгкий диск из пластмассы диаметром $D = 40 \text{ мм}$. Таким образом, получился стакан с тонким дном. Этот стакан поставили на дно, и налили в аквариум воды ($\rho_b = 1000 \text{ кг/м}^3$) до уровня $H = 30 \text{ см}$ (рис.2). Давление стакана на дно аквариума обозначим P_1 .

Затем стакан заменили на другой (из того же материала), причём внешний диаметр D не изменился, а внутренний d увеличился. Площадь дна внутри нового стакана $S_{\text{вн}}$. Причём, при уровне h воды в аквариуме стакан перестаёт оказывать давление на дно, но ещё не всплывает. Внутри стакана воды нет (рис.3).



Площадь круга $S = \pi d^2/4$, где $\pi = 3,14$.

Объем цилиндра $V = Sh$.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Вода подтекает под дно стакана!

а. Определите:

- 1) Силу давление трубы на стол N (в Н, округлите до десятых) (2 балла);
- 2) давление стакана на дно аквариума P_1 (в Па, округлите до целого) (3 балла);
- 3) площадь дна внутри стакана $S_{\text{вн}}$ (в мм^2 , округлите до целого) (5 баллов).

б. Ответы:

- 1) 5,1
- 2) 2550
- 3) [790...800]

в. Решение:

1) Сила N уравновешивается силой тяжести: $N = \frac{\pi h g \rho_a (D^2 - d^2)}{4} = 5,1 \text{ Н}$

2) Теперь сила давления вместе с силой Архимеда (участвует только объём алюминия)

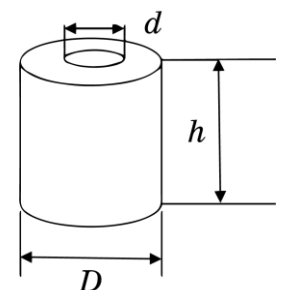
уравновешивает силу тяжести: $P_1 = gh(1 - \frac{d^2}{D^2})(\rho_a - \rho_e) = 2550 \text{ Па Р.}$

3) Теперь сила тяжести равна новой силе Архимеда (участвует весь объём стакана)

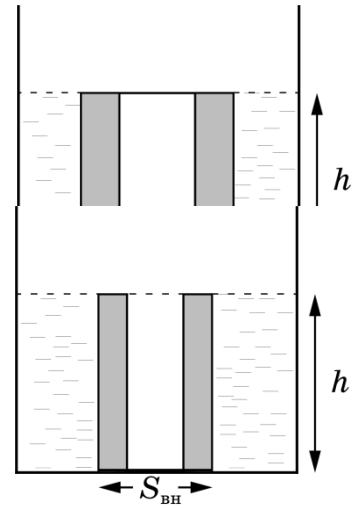
$$S_{\text{вн}} = \frac{\pi}{4} (1 - \frac{\rho_e}{\rho_a}) D^2 = 791 \text{ мм}^2$$

Вариант 2

Отрезок трубы из алюминия ($\rho_a = 2700 \text{ кг/м}^3$) длиной с диаметрами внешним $D = 40 \text{ мм}$ и внутренним $d = 20 \text{ мм}$ поставили на стол (рис.1). Сила давление трубы на стол $N = 7,63 \text{ Н}$.



Далее с одного торца этой трубы к ней тщательно приклеили тонкий, очень лёгкий диск из пластмассы диаметром $D = 40$ мм. Таким образом, получился стакан с тонким дном. Этот стакан поставили на дно аквариума, и налили в аквариум воды ($\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$) до уровня h (внутри стакана воды нет. см рис.2). Давление стакана на дно аквариума обозначим P_2 .



Затем стакан заменяют на новый (внешний диаметр меньше чем у исходного, а внутренний диаметр d такой же). Внешняя площадь дна стакана становится $S_{вн}$. Причём, при уровне h воды в аквариуме стакан перестаёт оказывать давление на дно аквариума но ещё не всплывает. Внутри стакана воды нет (рис.3).

Площадь круга $S = \pi d^2/4$, где $\pi = 3,14$.

Объем цилиндра $V = Sh$.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Вода подтекает под дно стакана!

Определите:

- 1) Длину трубы h (Выразить в см, с точностью до целого) (2 балла);
- 2) давление стакана на дно аквариума P_2 (в Па, с точностью до целого) (3 балла);
- 3) внешнюю площадь дна стакана $S_{вн}$ (в мм^2 , с точностью до целого) (5 баллов).

d. Ответы:

- 1) 30
- 2) 3075
- 3) [490...500]

Решение:

1) Сила N уравнивается силой тяжести: $h = \frac{4N}{\pi g \rho_a (D^2 - d^2)} = 30 \text{ см}$

2) Теперь сила давления вместе с силой Архимеда (участвует весь объём стакана) уравнивает силу тяжести: $P_2 = gh \rho_a (1 - \frac{d^2}{D^2}) - gh \rho_v = 2050 \text{ Па}$.

3) Теперь сила тяжести равна новой силе Архимеда (участвует весь объём стакана)

$$S_{вн} = \frac{\pi d^2 \rho_a}{4(\rho_a - \rho_v)} = 499 \text{ мм}^2.$$

Села муха на бумагу.

Вариант 1

Лист бумаги формата А4 имеет размеры $a = 210$ мм и $b = 290$ мм. Этот лист свернули в тонкую трубочку длиной $L = b$. Затем трубочку подвесили на нити к чувствительному динамометру таким образом, что она приняла горизонтальное положение (Рис.1). Показание динамометра $F_0 = 0,04$ Н. Чему равна поверхностная плотность ρ_n (масса листа единичной площади)?

На самый край трубочки села муха. Для того чтобы трубочка осталась в горизонтальном положении петлю подвеса пришлось сдвинуть в сторону мухи

на $\Delta x_1 = \frac{3}{22}L$ (рис.2). Чему теперь равно показание динамометра F_1 ?

В какой-то момент времени муха перелетела на другой конец трубочки, а на её место сел майский жук. При этом трубочка осталась в горизонтальном положении, и передвигать петлю подвеса не пришлось (рис.3). Чему равна масса жука $m_{ж}$?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с²

Найдите:

- 1) Поверхностную плотность ρ_n (масса листа единичной площади) бумаги (в г/м², округлить до десятых)(2 балл);
- 2) показания динамометра F_1 (в мН, округлить до целого)(4 балла);
- 3) массу жука $m_{ж}$ (в г, округлить до сотых)(4 балла);

с. Ответы:

- 1) 65,7
- 2) 55
- 3) 4,13

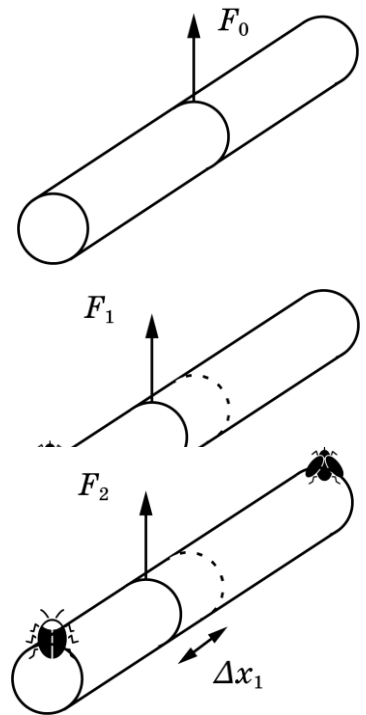
д. Решение:

$$1) \rho_n = \frac{m}{S} = \frac{F_0}{gS} = 65,7 \frac{\text{г}}{\text{мм}^2} .$$

$$2) \text{Правило моментов относительно положения мухи: } F_0 \frac{L}{2} = F_1 \left(\frac{L}{2} - \Delta x_1 \right) \Rightarrow F_1 = 55 \text{ мН} .$$

3) Правило моментов относительно точки подвеса:

$$m_{ж} g \left(\frac{L}{2} - \Delta x_1 \right) = F_0 \Delta x_1 + (F_1 - F_0) \left(\frac{L}{2} + \Delta x_1 \right) \Rightarrow m_{ж} = 4,13 \text{ г} .$$



Вариант 2

Лист бумаги формата А4 имеет размеры $a = 210$ мм и $b = 290$ мм.

Поверхностная плотность этой бумаги (масса листа единичной площади)

$\rho_n = 0,072$ кг/м². Этот лист свернули в тонкую трубочку длиной $L = a$.

Затем трубочку подвесили на нити к чувствительному динамометру таким образом, что она приняла горизонтальное положение (рис.1). Чему равно показание динамометра F_0 ?

На самый край трубочки села муха. Для того чтобы трубочка осталась в горизонтальном положении петлю подвеса пришлось сдвинуть в сторону мухи

на Δx_1 (рис.2). Динамометр показал $F_1 = 0,056$ Н.

В какой-то момент времени муха перелетела на другой конец трубочки, а на её место сел майский жук. При этом трубочка осталась в горизонтальном положении, и передвигать петлю подвеса не пришлось (рис.3). Чему равна масса жука $m_{ж}$?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с²

Найдите:

- 1) Показания динамометра F_0 (в мН, округлить до целых)(2 балла);
- 2) сдвиг подвеса Δx_1 (в мм, округлить до десятых)(4 балла);
- 3) массу жука $m_{ж}$ (в г, округлить до сотых)(4 балла);

с. Ответы:

- 1) 44
- 2) 22,5
- 3) 3,05

д. Решение:

1) $F_0 = \rho_n S g = 44$ мН.

2) Правило моментов относительно положения мухи: $F_0 \frac{L}{2} = F_1 (\frac{L}{2} - \Delta x_1) \Rightarrow \Delta x_1 = 22,5$ мм.

3) Правило моментов относительно точки подвеса:

$$m_{ж} g (\frac{L}{2} - \Delta x_1) = F_0 \Delta x_1 + (F_1 - F_0) (\frac{L}{2} + \Delta x_1) \Rightarrow m_{ж} = 3,05 \text{ г}.$$

