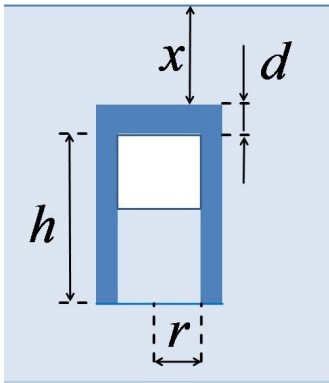


# 11 класс дистанционный тур1

## 11 класс тур1 Задание 1. Тест: (16 вопросов, 16 баллов)

## 11 класс тур1 Задание 2. Олимпиада, задача: Эксперимент со стаканом (20 баллов)



Цилиндрический стакан вверх дном погружают в воду, имеющую такую же температуру как воздух. Масса стакана  $m=288.2$  г, толщина дна стакана  $d=2$  мм, глубина стакана  $h=12$  см, объём материала, из которого он изготовлен,  $V=53.6$  см<sup>3</sup>, внутренний радиус стакана  $r=3.1$  см. Определите:

1. На какую глубину ( $x$ ) необходимо погрузить дно стакана, чтобы он начал тонуть.
2. Каким будет в этот момент давление воздуха в стакане ( $P$ ).
3. Предельное значение массы стакана ( $m_1$ ), при которой он останется на плаву, если его аккуратно опустить в воду вверх дном.
4. Какой будет высота воздушного столбика ( $h_2$ ) в плавающем стакане в этом случае.

Давление вводите с точностью не хуже одной десятой процента, остальные ответы - с точностью не хуже одного процента. Атмосферное давление  $P_A=101128$  Па. Ускорение свободного падения примите равным  $9.8$  м/с<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho_v=1$  г/см<sup>3</sup>. Число  $\pi=3.1416$ .

Введите ответ:

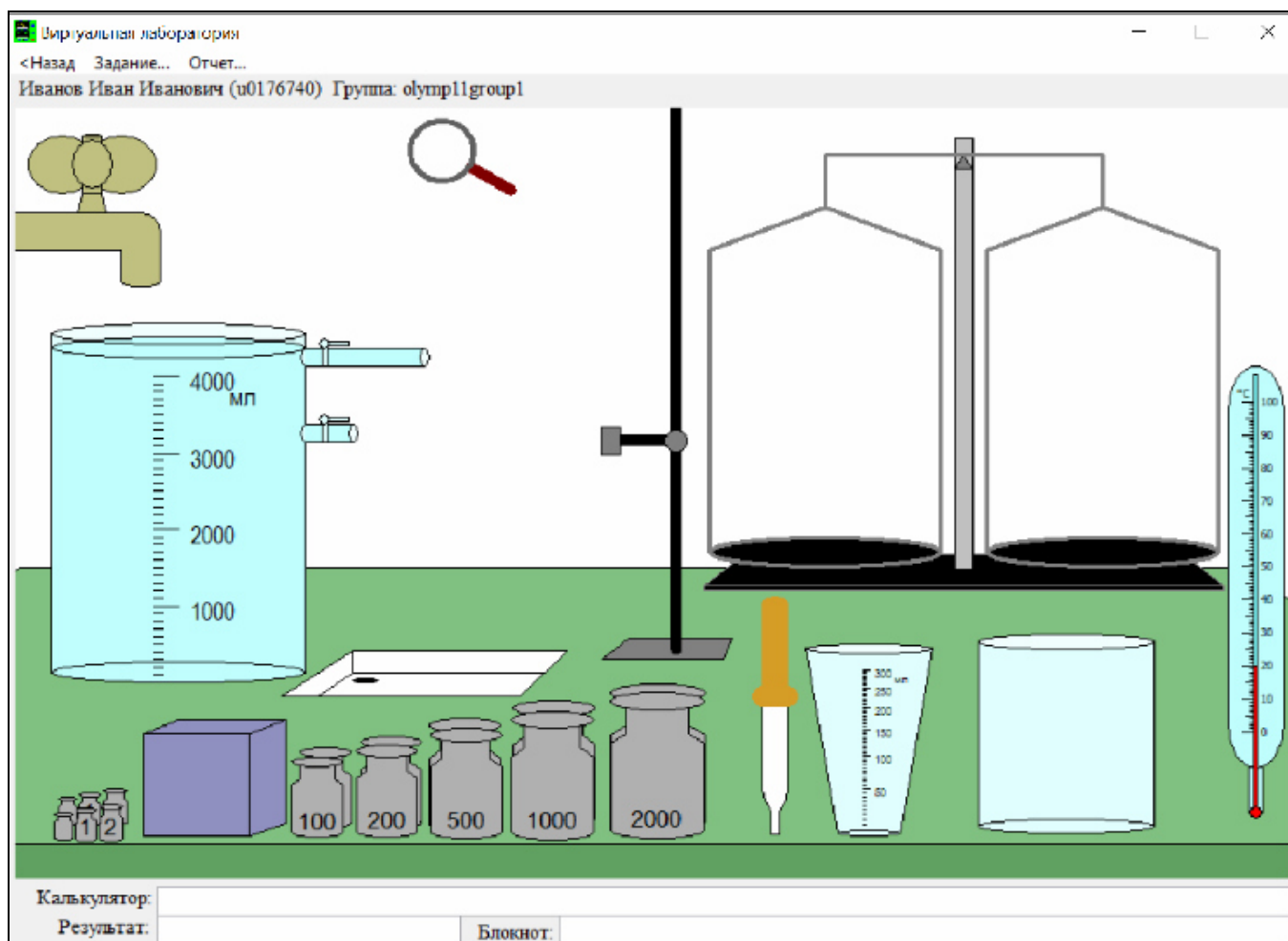
$$x = \boxed{\phantom{000}} \text{ см, } (553.466 \pm 6.64)$$

$$P = \boxed{\phantom{000}} \text{ Па, } (156170 \pm 312)$$

$$m_1 = \boxed{\phantom{000}} \text{ г, } (411.5 \pm 4.9)$$

$$h_2 = \boxed{\phantom{000}} \text{ см, } (11.857 \pm 0.14)$$

### 11 класс тур1 Задание 3. Олимпиада, модель: Мерный стакан, кубик, вода и неизвестная жидкость (40 баллов)



В отливном стакане находится вода плотностью  $1 \text{ г/см}^3$  и удельной теплоемкостью  $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ . Если щелкнуть по крану, из него начинает течь неизвестная жидкость.

Определите:

- Массу мерного стакана - с точностью до десятых.
- Объем воды в отливном стакане - с точностью до целых.
- Начальную температуру кубика - с точностью до целых.
- Объем кубика - с точностью до целых.
- Плотность кубика - с точностью до десятых.
- Удельную теплоемкость кубика - с точностью до десятков.
- Плотность неизвестной жидкости, текущей из крана - с точностью до сотых.

- Удельную теплоемкость неизвестной жидкости - с точностью до десятков.

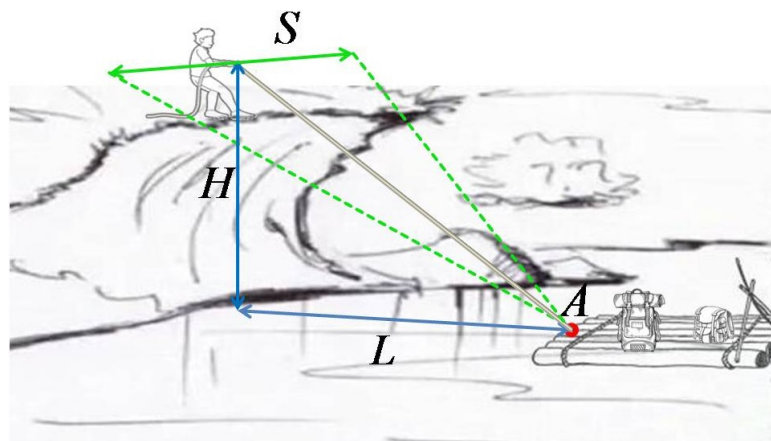
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Краны открываются и закрываются по щелчку мыши. Жидкость из стаканов можно выливать в раковину и переливать в стакан, поставленный в раковину, или в отливной стакан. Градусник можно закрепить в лапку штатива, если подвести к лапке сбоку со свободной стороны и отпустить. Градусник нельзя проносить сквозь предметы. Кубик можно помещать в цилиндрический стакан, стоящий на столе, после чего наливать в этот стакан жидкости можно только пипеткой. Ускорение свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ . Масса подписанных гирь указана в граммах. Теплоемкостью стаканов можно пренебречь. Считайте, что жидкость из крана, попадая в отливной стакан, практически мгновенно равномерно перемешивается с жидкостью в стакане.

Для восстановления начального состояния системы можно выйти из модели и снова в неё зайти. При этом сохраняются все начальные параметры физической системы и не назначаются штрафные баллы.

Масса мерного стакана	<input type="text"/> г	$57.5 \pm 0.01$
Объём воды	<input type="text"/> $\text{см}^3$	$4245 \pm 2$
Температура кубика	<input type="text"/> $^{\circ}\text{C}$	$77.1 \pm 3$
Объём кубика	<input type="text"/> $\text{см}^3$	$235 \pm 1$
Плотность кубика	<input type="text"/> $\text{г/см}^3$	$7.7 \pm 0.01$
Удельная теплоемкость кубика	<input type="text"/> $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$500.5 \pm 35$
Плотность жидкости, текущей из крана	<input type="text"/> $\text{г/см}^3$	$1.4205 \pm 0.015$
Удельная теплоемкость жидкости, текущей из крана	<input type="text"/> $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$3120 \pm 65$

### 11 класс тур1 Задание 4. Олимпиада, задача: Переправа (15 баллов)



Турист переправляет рюкзаки на плоту через небольшое озеро. Стоя на обрыве, он держит верёвку на высоте  $H=4.6 \text{ м}$  над водой и равномерно выбирает её со скоростью  $U=0.22 \text{ м/с}$ . При этом плот в некоторый момент времени движется со скоростью  $V=0.337 \text{ м/с}$ . Определите:

1. На каком расстоянии от берега ( $L$ ) в этот момент находится ближайший край плота (точка  $A$ ).

2. С какой скоростью ( $V_1$ ) будет двигаться плот, когда расстояние до берега уменьшится в 2 раза.

3. С какой скоростью ( $V_2$ ) мог бы двигаться плот в начальном положении, если бы, выбирая верёвки со скоростью  $U=0.22$  м/с, его тянули два человека, стоящие на расстоянии  $S= 6.8$  м друг от друга. На рисунке положение веревок в этом случае показано зелёным пунктиром.

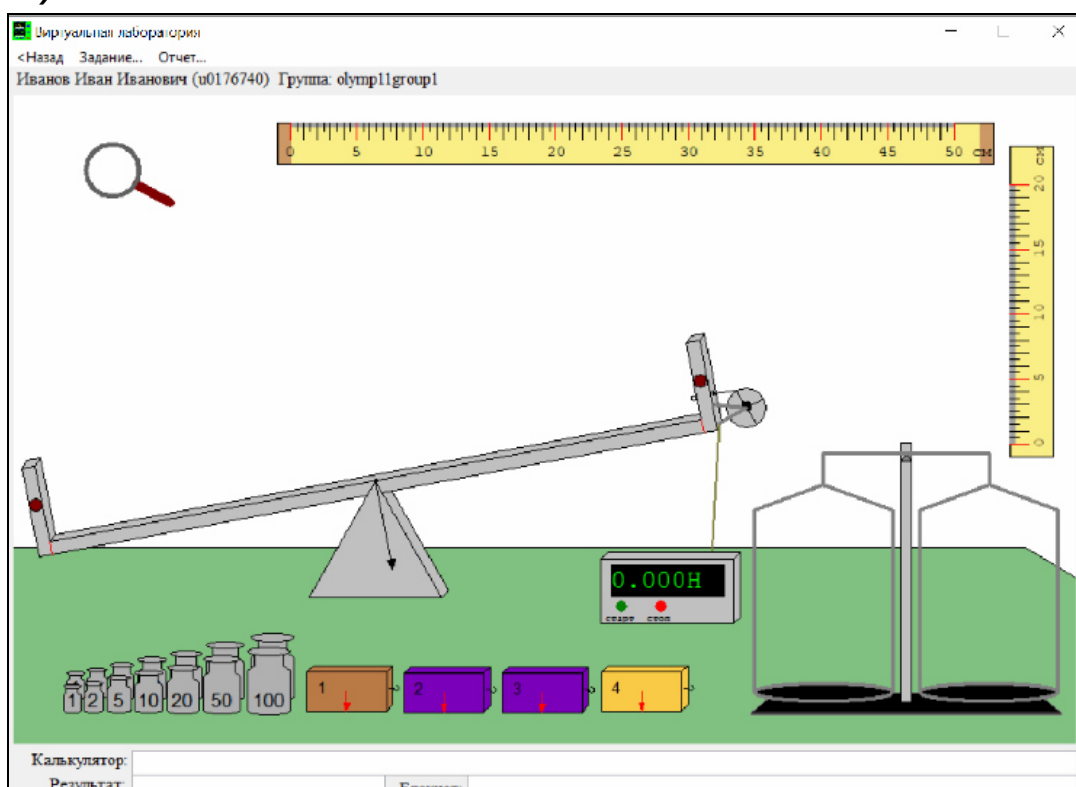
Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента. Введите ответ:

$$L = \text{[ ]} \text{ м, } (3.963 \pm 0.048)$$

$$V_1 = \text{[ ]} \text{ м/с, } (0.5557 \pm 0.0067)$$

$$V_2 = \text{[ ]} \text{ м/с, } (0.38607 \pm 0.0046)$$

### 11 класс тур1 Задание 5. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой - коэффициенты трения и действующие силы (35 баллов)



Имеется наклонный рельс с лебёдкой и датчиком натяжения нити, весы, гири, линейки и бруски. Наклон рельса можно менять.

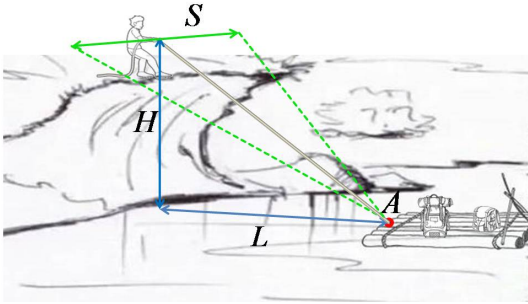
Электромагнит в левой части рельса автоматически включается при установке бруска на рельс и **притягивает брусок с силой  $F$** . При этом кнопка включения/выключения электромагнита начинает светиться. Любой из трех имеющихся брусков можно поставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска. Электронный динамометр присоединён к лебёдке. Лебёдка включается кнопкой "Старт" и выключается кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки тянет груз с постоянной скоростью. У брусков

имеется трение о рельс. Если сила, приложенная к кольцу нити, превышает некоторое значение  $F_{\max}$ , кольцо отцепляется от бруска. Нижние части второго и третьего бруска изготовлены из одного и того же материала по одной и той же технологии и могут считаться идентичными. Значение ускорения свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ . Масса гирь указана в граммах. Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Коэффициент трения скольжения **k1** первого бруска.
- Максимальное возможное значение **F1** силы реакции опоры при движении первого бруска по рельсу.
- Коэффициент трения скольжения **k2** второго бруска.
- Массу **m3** третьего бруска.
- Значение силы **F<sub>max</sub>**.
- Значение силы реакции опоры **F<sub>n</sub>** для **первого** бруска при натяжении нити на 0.01% меньше значения  $F_{\max}$ .
- Значение **F** силы притяжения бруска левым электромагнитом.

Коэффициент трения <b>k1</b>	<input type="text"/>	$0.0326 \pm 0.000815$
Сила реакции опоры <b>F1</b>	<input type="text"/> Н	$2.4304 \pm 0.061$
Коэффициент трения <b>k2</b>	<input type="text"/>	$0.0215 \pm 0.0005375$
Масса <b>m3</b>	<input type="text"/> г	$1260.7 \pm 38$
Сила <b>F<sub>max</sub></b>	<input type="text"/> Н	$0.564 \pm 0.00564$
Сила <b>F<sub>n</sub></b>	<input type="text"/> Н	$2.381 \pm 0.024$
Сила <b>F</b> электромагнита	<input type="text"/> Н	$0.2939 \pm 0.0176$

#### 4. Тур 1. 11 класс. Задача: Переправа (15 баллов)



Турист переправляет рюкзаки на плоту через небольшое озеро. Стоя на обрыве, он держит верёвку на высоте  $H=3.5$  м над водой и равномерно выбирает её со скоростью  $U=0.44$  м/с. При этом плот в некоторый момент времени движется со скоростью  $V=0.774$  м/с.

Определите:

1. На каком расстоянии от берега ( $L$ ) в этот момент находится ближайший край плота (точка А).
2. С какой скоростью ( $V_1$ ) будет двигаться плот, когда расстояние до берега уменьшится в 2 раза.
3. С какой скоростью ( $V_2$ ) мог бы двигаться плот в начальном положении, если бы, выбирая верёвки со скоростью  $U=0.44$  м/с, его тянули два человека, стоящие на расстоянии  $S= 5.8$  м друг от друга. На рисунке положение верёвок в этом случае показано зелёным пунктиром.

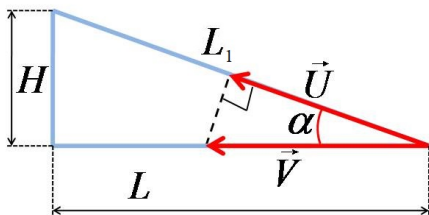
Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента. Введите ответ:

$$L = \boxed{2.42} \text{ м}$$

$$V_1 = \boxed{1.35} \text{ м/с}$$

$$V_2 = \boxed{0.94} \text{ м/с}$$

**Решение.**



1. Скорость  $U$ , с которой турист выбирает верёвку, связана с изменением длины  $L_1$  в зависимости от изменения длины  $L$ . Эта связь задается уравнением

$$(L_1)^2 = L^2 + H^2. \quad (1)$$

Продифференцировав уравнение (1), получаем

$$2L_1 dL_1 = 2L dL. \quad (2)$$

Разделив (2) на  $2dt$ , получаем

$$L_1 \frac{dL_1}{dt} = L \frac{dL}{dt}. \quad (3)$$

С учетом того, что  $U = \frac{dL_1}{dt}$ ,  $V = \frac{dL}{dt}$  и  $\frac{L}{L_1} = \cos(\alpha)$ , из (3) следует

$$U = V \cos(\alpha). \quad (4)$$

Расстояние  $L$  от плота до берега

$$L = H \operatorname{ctg}(\alpha). \quad (5)$$

Из (4) и (5) находим

$$L = \frac{HU}{V\sqrt{1-\frac{U^2}{V^2}}} = 2.42 \text{ м}. \quad (3)$$

2. Если расстояние от плота до берега уменьшится в два раза, косинус угла между вектором скорости плота  $\vec{V}_1$  и скоростью верёвки  $\vec{U}$  будет равен

$$\cos(\alpha_1) = \frac{L/2}{L_1} = \frac{L/2}{\sqrt{(L/2)^2 + H^2}}, \quad (4)$$

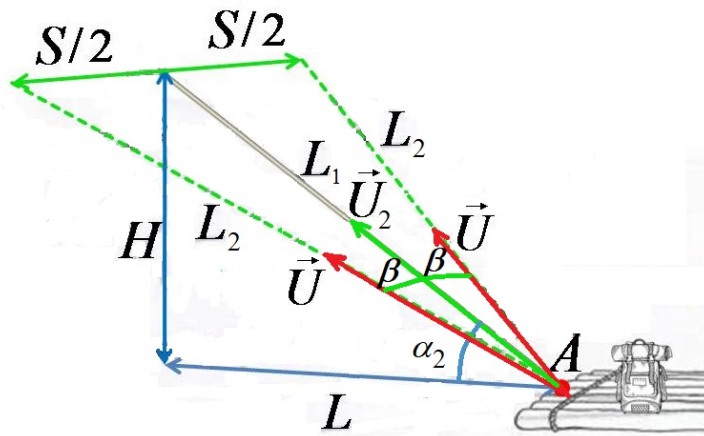
и, аналогично (1),

$$\cos(\alpha_1) = \frac{U}{V_1}. \quad (5)$$

Из (4) и (5) находим, что скорость плота в этом случае окажется равной

$$V_1 = \frac{U}{\cos(\alpha_1)} = \frac{U\sqrt{(L/2)^2 + H^2}}{L/2} = 1.35 \text{ м/с}. \quad (6)$$

3. Если плот, находящийся на расстоянии  $L$  от берега будут тащить два туриста, стоящие на расстоянии  $S$  друг от друга, ситуация будет описываться следующим рисунком:



Скорости  $U_2$  и  $U$  определяются изменением длин  $L_1$  и  $L_2$ , связанных уравнением

$$(L_2)^2 = (L_1)^2 + (S/2)^2. \quad (7)$$

Продифференцировав уравнение (7), получаем

$$2L_2 dL_2 = 2L_1 dL_1. \quad (8)$$

Разделив (8) на  $2dt$ , получаем

$$L_2 \frac{dL_2}{dt} = L_1 \frac{dL_1}{dt}. \quad (9)$$

С учетом того, что в данном случае  $U = \frac{dL_2}{dt}$ ,  $U_2 = \frac{dL_1}{dt}$  и  $\frac{L_1}{L_2} = \cos(\beta)$ , из (9) следует

$$U_2 = \frac{U}{\cos(\beta)} = U \frac{L_2}{L_1}. \quad (10)$$

Из (10) следует, что плот будет двигаться со скоростью

$$V_2 = \frac{U_2}{\cos(\alpha_2)} = \frac{U L_2 / L_1}{L / L_1} = \frac{U L_2}{L} = \frac{U\sqrt{L^2 + (S/2)^2 + H^2}}{L} = 0.94 \text{ м/с}. \quad (11)$$