Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЁННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

ФИЗИКА, 2017

ЗАДАНИЯ, РЕШЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

личной олимпиады
Школьного учебно-научного турнира
по физике «ШУНТ»
(1-6 марта 2017 г.)

Киров
2017

Печатается по решению учебно-методического совета КОГАОУ ДО «Центр дополнительного образования одарённых школьников» и методической комиссии Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ»

Задания, решения и результаты личной олимпиады Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» (1-6 марта 2017 г.). – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2017. – 12 с.

Авторы и источники задач

Артемьев А.А.: 9.1
Кутявин Д.В.: 9.5
Лучников И.А.: 9.3
Позолотина М.П.: 9.2
Сорокин А.П.: 7.1 – 7.5, 8.1 – 8.5, 9.2, 9.3

Методической комиссией Школьного учебно-научного турнира по физике «ШУНТ» рассматриваются предложения по задачам для личной олимпиады
Адрес для переписки: shunt.ph@mail.ru

Компьютерная вёрстка
Сорокин А. (сост.)
Научная редакция
Кантор П. Я., Коханов К. А.
Подписано в печать 28.02.2017.
Формат $60 \times 84^1/_{16}$. Усл. печ. л. 1,25
Тираж 200 экз.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ 7 КЛАССА

1. Вверх тормашками

Пирамидка с квадратным основанием, изготовленная из однородного материала без пустот и полостей, состоит из 7 элементов одинаковой высоты, установленных один на другой (рис. 1 а).

Пирамидку один раз поставили на горизонтальную поверхность стола на основание, а другой раз – на вершину, убрав при этом верхний элемент (рис. 1 б). Определите, во сколько раз отличаются давления пирамидки на стол.

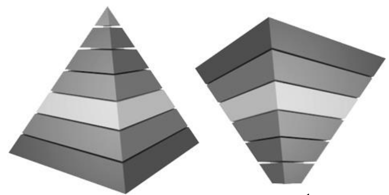


Рис. 1

2. Неоднородный стержень

На рис. 2 представлен график зависимости средней плотности $\rho_{ср}$ стержня, изготовленного из неоднородного материала, от длины его левой части x. Здесь $\rho_{ср} = \dfrac{m_x}{Sx}$, где m_x – масса части стержня длиной x. Площадь поперечного сечения стержня постоянна и равна S. Стержень разрезали на две части так, что их массы оказались одинаковыми. Определите отношение длин получившихся частей стержня.

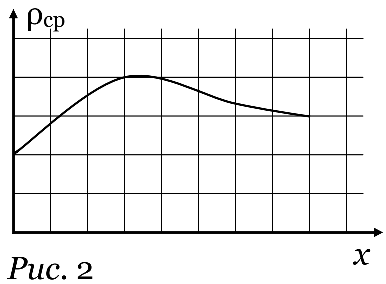


Рис. 2

3. Дождевая вода

Автоматическая система для сбора дождевой воды (рис. 3) устроена следующим образом: во время дождя от левого края начинает отодвигаться створка (1), под которой находится резервуар размерами 12 м на 1 м. Как только первая створка полностью открывает резервуар, слева начинает выдвигаться створка (2), которая закрывает резервуар.

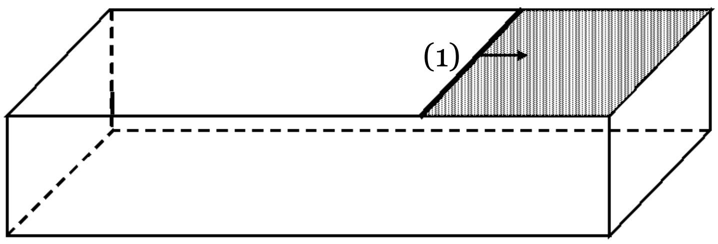


Рис. 3

Вычислите массу воды, которая попадёт в резервуар за время от начала открытия первой створки до момента закрытия второй, если известно, что в секунду падает 120 капель дождя на 1 м^2. Объём одной капли равен 0,2 см^3, плотность воды – 1 г/см^3. Первая створка двигается с постоянной скоростью 10 см/с, вторая – с постоянной скоростью 20 см/с.

4. Динамометр и пружина

В комнате на полу лежит пружина, длина которой в нерастянутом состоянии равна половине длины комнаты. Пружину с одной стороны прикрепляют к стене, а с другой – к динамометру и начинают растягивать её вдоль оси пружины до тех пор, пока динамометр не коснётся противоположной стены комнаты. После этого к середине пружины прикрепляют второй динамометр и действуют на пружину в противоположном направлении до тех пор, пока расстояние между динамометрами не станет равным ¾ длины комнаты. Определите отношение показаний динамометров. Трением пружины о пол, её массой, а также размерами динамометра пренебречь. Известно, что коэффициент жёсткости пружины обратно пропорционален её длине $k \sim 1/l$.

5. Экспериментальная задача «Трубочка»

Определите отношение внутреннего и внешнего диаметров трубочки.

Оборудование: шприц, нецилиндрический стаканчик с водой, трубочка, карандаш.

Указание: карандашом можно наносить отметки на любое из тел.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ 8 КЛАССА

1. Дождевая вода

Автоматическая система для сбора дождевой воды (рис. 4) устроена следующим образом: во время дождя от левого края начинает отодвигаться створка (1), под которой находится резервуар длиной 12 м и шириной 1 м. Как только первая створка открывает резервуар на ¾ длины, слева начинает выдвигаться створка (2), которая закрывает резервуар.

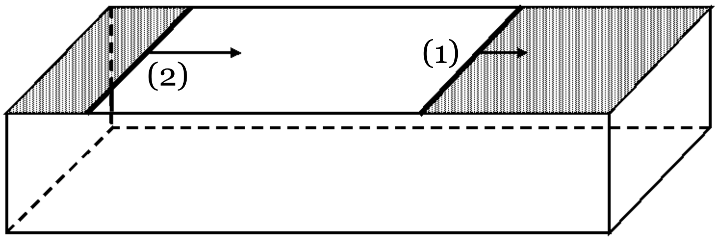


Рис. 4

Вычислите массу воды, которая попадёт в резервуар за время от начала открытия первой створки до момента закрытия второй, если известно, что в секунду падает 120 капель дождя на 1 м^2. Объём одной капли равен 0,2 см^3, плотность воды – 1 г/см^3. Первая створка двигается с постоянной скоростью 10 см/с, вторая – с постоянной скоростью 20 см/с.

2. Точное взвешивание

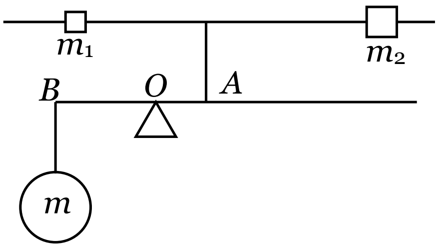


Рис. 5

С помощью рычажных весов, изображённых на рис. 5, сферическое тело массой $m = 4$ кг уравновешено насаженными на стержни разновесами массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 1$ кг. Определите плечи сил тяжести разновесов относительно т. O, если известно, что $OA = 5$ см, $OB = 15$ см. Массами стержней пренебречь.

3. Чаепитие

Капитан команды «Полный чайник» перед личной олимпиадой турнира по физике «ШУНТ» устроил командное чаепитие, использовав два заполненных доверху чайника с заваркой объёмом 1 л и с кипятком объёмом 2 л. Половину заварки он поровну разлил в 5 кружек объёмом 200 мл каждая, затем доверху дополнил каждую из них кипятком из второго чайника. Определите температуру чая в кружках, если известно, что после того, как капитан вылил остатки заварки во второй чайник, в нём установилась температура 80°C. Теплоёмкости заварки и воды равны 4200 Дж/(кг·°C). Теплопотерями пренебречь.

4. Максимальный ток

На рис. 6 представлена схема электрической цепи, в которой напряжение источника постоянно и равно U, сопротивление резистора равно R, максимальное сопротивление реостата – R.

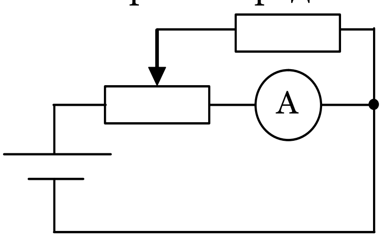


Рис. 6

Постройте график зависимости силы тока через амперметр от сопротивления правой части реостата. Определите, при каком сопротивлении правой части реостата ток, текущий через идеальный амперметр, будет иметь минимальное значение.

5. Экспериментальная задача «Отрицательная масса»

Определите массу гелия внутри шарика.

Оборудование: два одинаковых шарика, один из которых наполнен гелием, линейка, шприц, сосуд с водой, нить любой длины на выбор.

Справочные сведения: плотность гелия в шарике равна 0,2 кг/м^3, плотность воздуха в кабинете – 1,29 кг/м^3 .

ЗАДАНИЯ ДЛЯ 9 КЛАССА

1. Тяга к учебе

На невесомом канате, перекинутом через невесомый блок, находится Буратино массой M. К другому концу каната привязана Азбука массой $m = 0{,}9M$ (рис. 7). В начальный момент времени скорости Буратино и Азбуки равны нулю, а Буратино находится на расстоянии $h + h_0 = 22$ м от земли.

На земле Буратино поджидает бобр. Буратино начинает двигаться вместе с канатом, пока не оказывается на расстоянии $h_0 = 20$ м от земли. В этот момент он осознает опасность своего положения. С каким постоянным ускорением a относительно земли Буратино должен карабкаться по канату, чтобы бобр не схватил его?

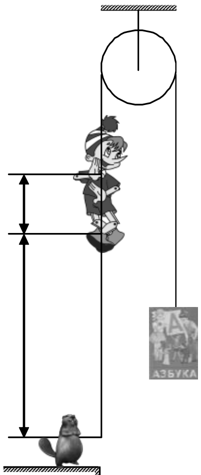


Рис. 7

2. Уборка снега

Рабочий очищает от снега платформу длиной 10 м, которая может двигаться по горизонтальному участку без трения (рис. 8). Определите, на какое расстояние и в какую сторону сместится платформа, когда рабочий, стоящий на одном из её краёв, полностью очистит платформу от снега и окажется на противоположном её краю. Масса человека 80 кг, масса платформы – 20 кг, масса снега – 60 кг. Считать, что рабочий сбрасывает снег в направлении перпендикулярном движению.

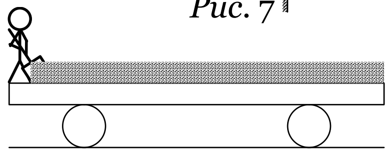


Рис. 8

3. Компот

Чтобы сварить компот на плиту с постоянной мощностью теплоотдачи поставили кастрюлю, в которую налито $m_в = 1$ кг воды. Через $\tau_1 = 400$ с вода закипела, и в кастрюлю положили сухофрукты общей массой $m_с = 0{,}5$ кг. Как только вода в кастрюле снова закипела, плиту выключили. На рис. 9 представлен график зависимости мощности теплопотерь в окружающую среду от времени. Определите, через какое время после загрузки сухофруктов вода в кастрюле закипела во второй раз.

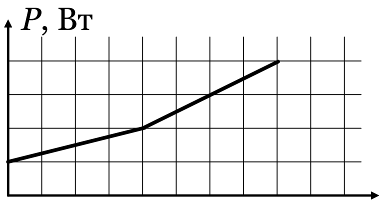


Рис. 9

Удельные теплоёмкости воды и сухофруктов равны соответственно $c_в = 4200$ Дж/(кг·°С) и $c_с = 2$ кДж/(кг·°С), начальная температура воды и сухофруктов $t = 20$°С. Одно деление вертикальной оси (рис. 9) соответствует мощности 100 Вт, горизонтальной – времени 100 с.

4. Зеркальная рыба

Маленькая рыбка плавает под водой на глубине 2 м. Перпендикулярно поверхности воды помещают плоское зеркало (рис. 10). Постройте изображения рыбки. Определите расстояние от изображения до зеркала и до поверхности воды в тот момент, когда рыбка находилась на расстоянии 5 см от зеркала для наблюдателя, рассматривающего рыбку сверху. Показатель преломления воды равен 4/3, воздуха – 1.

Известно, что пре переходе светового луча из одной среды в другую углы падения и преломления связаны с показателями преломления соответствующих сред соотношением: $n_1\sin\alpha_1 = n_2\sin\alpha_2$, где α_1 – угол в среде с показателем преломления n_1, α_2 – угол в среде с показателем преломления n_2. При малых углах $\sin\alpha \cong \mathrm{tg}\alpha$.

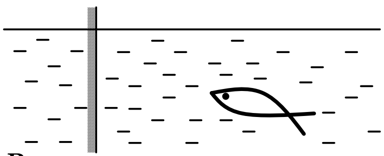


Рис. 10

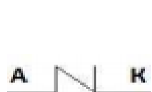
5. Экспериментальная задача «Чёрный ящик»

Внутри «чёрного ящика» с тремя выводами находятся элементы электрической цепи, соединенные звездой, в каждой ветке которой находится либо резистор, либо диод. Определите 1) элементы, включенные в каждую ветку звезды;

2) сопротивления резисторов (при наличии).

Оборудование: чёрный ящик, мультиметр в режиме омметра (2 кОм).

Примечание. Диод – элемент, сопротивление которого при одной полярности приложенного напряжения мало, а при другой – очень велико. Диод имеет малое сопротивление, когда ток течёт в направлении стрелки ▷, т. е. от анода (А) к катоду (К).



Решения и критерии оценивания задач 7 класса

1. Вверх тормашками

Давление пирамидки на стол в первом случае $p_1 = \frac{m_1 g}{S_1}$ (1), во втором – $p_2 = \frac{m_2 g}{S_2}$ (2), отношение давлений $\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2 S_1}{S_2 m_1}$ (3).

Пирамидка выполнена из однородного материала без пустот и полостей, следовательно, объём верхнего элемента конструкции высотой $h_1 = h/7$ (4), где h – высота всей пирамидки, будет равен $V_1 = V/7^3$ (5), где V – общий объём. Отношение масс целой и усеченной пирамидок $\frac{m_2}{m_1} = \frac{\rho(V - V_1)}{\rho V} = \frac{(V - V_1)}{V}$ (6).

Отношение площадей оснований самого нижнего и самого верхнего элементов пирамидки $\frac{S_1}{S_2} = \frac{7^2 a^2}{a^2} = 7^2$ (7), где a – длина стороны квадрата, лежащего в основании верхнего элемента конструкции.

Подставляя выражения (6) и (7) в формулу (3), получаем $\frac{p_2}{p_1} = \frac{7^2(V - V_1)}{V}$ (8), численно $\frac{p_2}{p_1} = \frac{7^2(V - V/7^3)}{V} = \frac{7^2}{7^3}(7^3 - 1) = 48{,}857$.

Критерии оценивания

Формулы (1), (2), (3) или соответствующие рассуждения..2
Формулы (4), (5), (6) или соответствующие рассуждения..4
Формула (7) или соответствующие рассуждения..2
Формула (8) или результат..2

2. Неоднородный стержень

Введем масштаб по осям. Одно деление по вертикальной оси – ρ_0, по горизонтальной оси – l_0 (1). Тогда масса стержня $m = \rho_{ср} S l = 3\rho_0 S 8 l_0 = 24\rho_0 S l_0$ (2). Масса половины длины стержня $m/2 = 12\rho_0 S l_0$ (3).

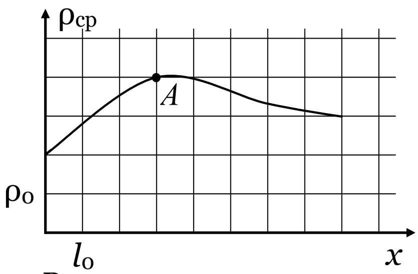


Рис. 11

По графику (рис. 11) находим точку A с координатами $(3l_0; 4\rho_0)$, в которой произведение средней плотности стержня на длину и площадь поперечного сечения дает искомую массу половины длины стержня (4).

Отношение длин $\frac{l_2}{l_1} = \frac{5l_0}{3l_0}$ (5), численно $\frac{l_2}{l_1} = 1{,}6(7)$.

Критерии оценивания

Рассуждение (1)..1
Формулы (2), (3) или соответствующие рассуждения..4
Рассуждение (4)..3
Формула (5) или результат..2

3. Дождевая вода

Первая створка открывает резервуар за время $t_1 = l/\upsilon_1$ (1), где l – длина резервуара, υ_1 – скорость движения первой створки.

За время t_1 в резервуар успевает попасть вода массой $m_1 = \rho N V t_1 dl/2$ (2), где N – число капель дождя, выпадающих на 1 м^2 в единицу времени, $dl/2$ – средняя площадь открытой части резервуара за время t_1 (d – ширина резервуара), V – объём одной капли, ρ – плотность воды.

Вторая створка закрывает резервуар за время $t_2 = l/\upsilon_2$ (3), где υ_2 – скорость движения второй створки.

За время t_2 в резервуар успевает попасть вода массой $m_2 = \rho NdlVt_2/2$ (4).

Попавшая в резервуар масса воды $m = \rho NdlV\left(\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}\right)$ (5), численно m = 25,92 кг.

Критерии оценивания

Формулы (1), (2) или соответствующие рассуждения 4
Формулы (3), (4) или соответствующие рассуждения 4
Формула (5) или результат 2

4. Динамометр и пружина

Первый динамометр растягивает пружину на половину длины l комнаты. Следовательно, на середине длины комнаты будет находиться середина пружины (1). После растягивания пружины вторым динамометром длина участка пружины между вторым динамометром и ближайшей стеной оказывается равной $l/4$. Длина половины пружины в нерастянутом состоянии тоже равняется $l/4$, следовательно, пружина на участке между вторым динамометром и стеной не нерастянута (2). Показания динамометров будут одинаковыми (3).

Критерии оценивания

Рассуждение (1) 4
Рассуждение (2) 4
Рассуждение (3) 2

5. Экспериментальная задача «Трубочка»

Заткнув отверстие с одной стороны трубочки пальцем, наполняем полость внутри трубочки с помощью шприца водой и измеряем объем V_1.

Погрузив часть трубочки в сосуд с водой, отбираем шприцем воду объёмом V так, чтобы её уровень стал прежним. Определяем с помощью шкалы на шприце отношение n длин всей трубочки и её погруженной части. Умножая объём погруженной части трубочки V на n, получаем объём материала трубочки $V_2 = nV$.

Отношение внешнего D и внутреннего d диаметров трубочки $\frac{D}{d} = \sqrt{\frac{V_2 + V_1}{V_1}}$.

Критерии оценивания

Описание метода 4
Нахождение внутреннего объёма V_1 2
Нахождение объёма материала трубочки V_2 2
Нахождение отношения диаметров 1
Выполнение трёх и более экспериментов 1

Решения и критерии оценивания задач 8 класса

1. Дождевая вода

Первая створка открывает резервуар на ¾ длины за время $t_1 = \frac{3l}{4\upsilon_1}$ (1), где l – длина резервуара, υ_1 – скорость движения первой створки.

За время t_1 в резервуар успевает попасть вода массой $m_1 = \rho N \frac{3}{4} dlV \frac{t_1}{2}$ (2), где N – число капель дождя, выпадающих на 1 м² в единицу времени, $3/8dl$ – средняя площадь открытой части резервуара за время t_1 (d – ширина резервуара), V – объём одной капли, ρ – плотность воды.

Оставшуюся четверть длины резервуара первая створка проходит за время $t_2 = l/4\upsilon_1$ (3). За это время вторая створка успевает сместиться так, что ее край оказывается на расстоянии $l - \upsilon_2 t_2$ (4) от правого конца резервуара. Следовательно, средняя площадь открытой части резервуара за это время равна $d(7l/4 - \upsilon_2 t_2)/2$ (5), а масса попавшей воды $m_2 = \rho NVd(7l/4 - \upsilon_2 t_2)t_2/2$ (6).

Наконец, оставшееся расстояние вторая створка проходит за время $t_3 = l/\upsilon_2 - t_2$ (7), и соответствующая масса воды равна $m_3 = \rho NVd(l - \upsilon_2 t_2)t_3/2$ (8).

Таким образом, полная масса воды, попавшей в резервуар $m = \rho NVd\left(3/8lt_1 + (7l/4 - \upsilon_2 t_2)t_2/2 + (l - \upsilon_2 t_2)t_3/2\right)$ (9), численно $m = 17{,}28$ кг.

Критерии оценивания

Формулы (1) – (8) или соответствующие рассуждения 8
Формула (9) или результат 2

2. Точное взвешивание

Положение тел может быть разным (1). Приведём один из самых простых вариантов решения. Груз массой m_1 расположим так, чтобы момент его силы тяжести (точнее, веса) относительно т. O был равен нулю (расположим груз над осью вращения). В этом случае плечо этой силы равно нулю: $l_1 = 0$. Условие равновесие системы можно записать так: $m_2 g \cdot l_2 = mg \cdot OB$ (2), откуда $l_2 = \frac{m \cdot OB}{m_2}$, численно $l_2 = \frac{4 \cdot 0{,}15}{1} = 0{,}6$ м.

Критерии оценивания

Вывод (1) 2
Использование закона (2) 6
Нахождение l_1 1
Нахождение l_2 1

3. Чаепитие

Пусть m – масса 1 л жидкости. Запишем уравнение теплового баланса для случая, когда остатки заварки перелили в чайник с кипятком $c0{,}5m(t_к - t_з) = c1{,}5m(t_г - t_к)$ (1), где $t_к$ – конечная температура чая, $t_з$ – начальная температура воды в заварочном чайнике, $t_г = 100$°С – начальная температура воды в чайнике с кипятком. Из формулы (1) начальная температура заварки $t_з = t_к - 3(t_г - t_к)$ (2), численно $t_з = 20$°С (3).

Уравнение теплового баланса для чая в одной из кружек $c0{,}5\frac{m}{5}(t - t_з) = c0{,}5\frac{m}{5}(t_г - t)$ (4), откуда $t = (t_г + t_з)/2$ (5), численно $t = 60$°С.

Критерии оценивания

Формулы (1), (2), (3) или соответствующие рассуждения 5
Формулы (4), (5) или соответствующие рассуждения 3
Результат 2

4. Максимальный ток

Эквивалентная схема цепи изображена на рис. 12, где реостат представлен в виде двух резисторов $R = R_1 + R_2$ (1). Сила тока в цепи $I = U/(R_1 + RR_2/(R + R_2))$ (2).

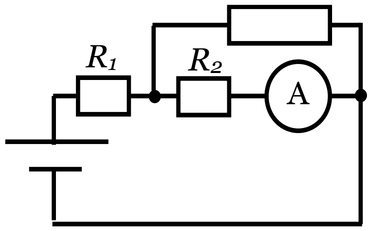


Рис. 12

Сила тока через амперметр $I_а = \dfrac{UR}{R_1(R+R_2)+(RR_2)}$ (3).

После преобразования формулы (3) с учетом выражения (1) получим $I_а = \dfrac{UR}{R_2(R-R_2)+R^2}$ (4).

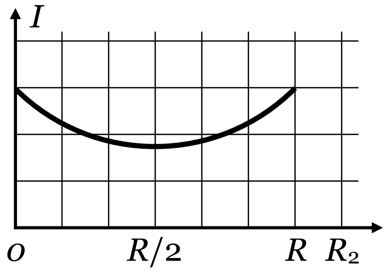


Рис. 13

Примерный график зависимости силы тока через амперметр $I_а$ от сопротивления правой части реостата R_2 изображён на рис. 13 (5). По графику видно, что сила тока через идеальный амперметр будет принимать минимальное значение $I_{min} = 4U/5R$ (6) при сопротивлении правой части реостата равном $R_2 = R/2$.

Критерии оценивания

Рассуждение (1)..1
Формула (2) или соответствующие рассуждения.......................................2
Формулы (3), (4) или соответствующие рассуждения 3
График (5)...2
Рассуждение (6) 1
Результат...1

5. Экспериментальная задача «Отрицательная масса»

Определим массу пластикового шприца, дважды записав правило моментов для: шприца и линейки; шприца (с известным объёмом воды внутри) и линейки. Решая систему уравнений, определяем массу шприца $m_{шп}$.

Для определения объёма гелия внутри шарика соберём установку, изображённую на рис. 14. Линейку расположим так, чтобы её центр масс располагался на оси вращения (на краю стола). Чтобы исключить силу тяжести, действующую на шарик, положим второй шарик (сдутый) на противоположный конец линейки.

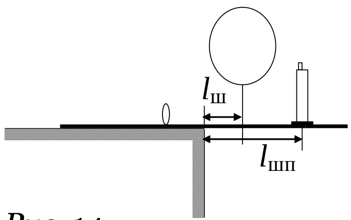


Рис. 14

Тогда правило моментов можно будет записать в следующем виде $m_{шп} g l_{шп} = (\rho_в - \rho_г) g V_ш l_ш$ (1), где $V_ш$ – объём шарика, который фактически равен объёму гелия внутри шарика ввиду малой толщины стенок шарика.

Масса гелия внутри шарика найдётся по формуле $m_г = \rho_г V_ш$ (2).

Критерии оценивания

Описание метода 4
Нахождение массы шприца 1
Формула (1) и соответствующие рассуждения...2
Нахождение массы гелия 1
Выполнение трёх и более экспериментов...1
Погрешность 1

Решения и критерии оценивания задач 9 класса

1. Тяга к учебе

Пока Буратино держится за верёвку, он опускается с ускорением $g\dfrac{M-m}{M+m} = \dfrac{1}{19}g$ (1). Первый раз на высоте h_0 от земли он окажется со скоростью

$$\upsilon = \sqrt{2gh\frac{M-m}{M+m}} = 1{,}45\,\text{м/с}\ (2).$$

Дальнейшее перемещение вниз не должно превышать h_0: $\frac{\upsilon^2}{2a} < h_0$, откуда $a > \frac{\upsilon^2}{2h_0}$ (3), численно $a > 0{,}053\,\text{м/с}^2$.

Критерии оценивания

Формулы (1), (2) или соответствующие рассуждения 6
Формула (3) или результат 4

2. Уборка снега

Если решать задачу в первом приближении, то можно рассуждать следующим образом. Расстояние *x* от центра масс системы «платформа со снегом и человек» до человека, когда он стоит на левом краю платформы (рис. 15) можно определить по правилу рычага: $m_ч gx = (m_п + m_с)g(\frac{l}{2} - x)$ (1), отсюда $x = \frac{(m_п + m_с)l}{2(m_ч + m_п + m_с)}$ (2), численно $x = 2{,}5$ м (3).

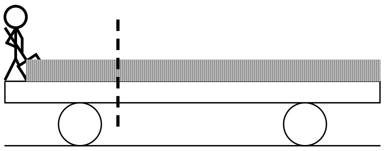


Рис. 15

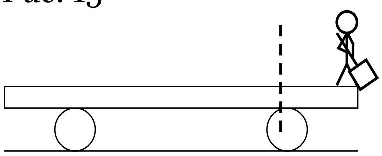


Рис. 16

Так как трение между платформой и рельсами отсутствует, положение центра масс системы по горизонтали не изменится (4).

Определим расстояние от центра масс системы «платформа и человек» до человека, когда рабочий стоит на правом краю платформы (рис. 16) $m_ч gy = (m_п + \frac{m_с}{2})g(\frac{l}{2} - y)$ (5), отсюда $y = \frac{(m_п + m_с/2)l}{2(m_ч + m_п + m_с/2)}$ (6), численно $y = 1{,}92$ м (7).

Суммарно относительно поверхности земли рабочий прошёл вправо расстояние $a = x + y = 4{,}42$ м (8). Следовательно, платформа сместилась влево на расстояние $b = l - a = 5{,}58$ м (9).

Данное решение оценивается не более, чем в 6 баллов.

Для получения максимального балла по задаче необходимо было записать закон сохранения импульса или эквивалентный $\Delta x(\frac{L-l}{L}m_с + m_n) = m_ч(\Delta l - \Delta x)$ (10), где Δx – смещение платформы относительно земли, Δl – смещение человека относительно платформы, l – расстояние, пройденное человеком по платформе. Из формулы (10) $\Delta x = \frac{m_ч \Delta l}{\frac{L-l}{L}m_с + m_п + m_ч}$ (11). Далее, построив график зависимости, изображённый на рис. 17, определяем, что платформа сместится на расстояние 6,3 м.

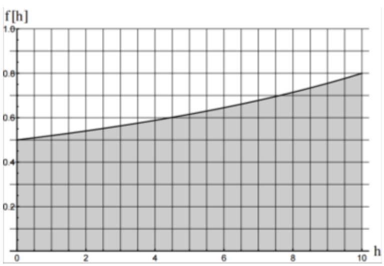


Рис. 17

Критерии оценивания

Рассуждение о ЗСИ или эквивалентные 2
ЗСИ 2
Интеграл или суммирование под графиком 4
Результат... 2

3. Плотный завтрак

Представим графическое решение задачи. Пусть P – мощность нагревателя. Теплота, идущая на нагревание воды, может быть найдена как площадь фигуры между линией P и графиком теплопотерь (рис. 18) $\tau_1((P-P_н)+(P-2P_н))/2=c_в m_в \Delta t$ (1), где $P_н$ – мощность теплопотерь в начальный момент времени. Из формулы (1) мощность нагревателя $P=c_в m_в \Delta t/\tau_1+3/2P_н$ (2), численно P = 990 Вт (3).

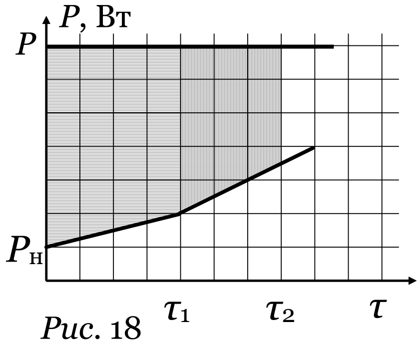


Рис. 18

Для второго нагревания, когда подводимое тепло идёт только на нагревание сухофруктов, получим $(\tau_2-\tau_1)((P-2P_н)+(P-2P_н-\Delta P/\Delta\tau(\tau_2-\tau_1)))/2=c_с m_с \Delta t$ (4), где $\Delta P/\Delta\tau$ = 0,5 Вт/с – скорость увеличения мощности теплопотерь при втором нагревании. Решая квадратное уравнение, получаем время $(\tau_2-\tau_1)=105\text{с}$ (5), второй корень не имеет физического смысла (6).

Критерии оценивания

Формулы (1), (2), (3) или соответствующие рассуждения..6
Формула (4) или соответствующие рассуждения..2
Результат (5)..1
Вывод (6)...1

4. Зеркальная рыба

Количество изображений рыбки равно трём (1) (рис. 19).

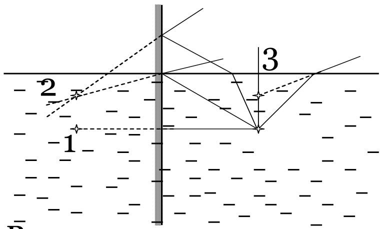


Рис. 19

Наблюдатель над водой увидит 2 и 3 изображения рыбки. Изображение № 2. Для наблюдателя над водой (рис. 20) $h_2=\dfrac{x}{tg\beta}$ (1), где $x=h_1 tg\alpha$ (2). То $h_2=h_1\dfrac{tg\alpha}{tg\beta}$ (3). Поскольку наблюдатель рассматривает рыбку сверху практически вертикально, то $\dfrac{tg\alpha}{tg\beta}=\dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\dfrac{1}{n}$ (4). Из формулы (3) с учетом выражения (4) расстояние до поверхности воды $h_2=h_1/n$ (5), численно $h_2=1{,}5$ м. Расстояние от изображения до зеркала равно расстоянию от рыбки до зеркала, т.е. l_2 = 0,05 м.

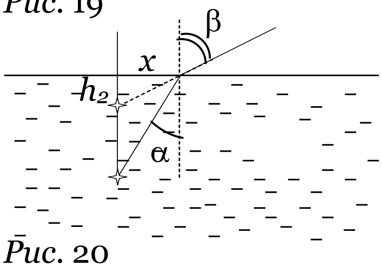


Рис. 20

Для изображения 3 получим те же расстояния.

Критерии оценивания

Найдено количество изображений рыбки..3
Найдены расстояния до 2 изображения 3
Найдены расстояния до 3 изображения 4

5. Экспериментальная задача «Чёрный ящик»

Результаты измерений омметром (в режиме 2 кОм) сопротивлений между выводами «чёрного ящика» представлены в табл. Схема «чёрного ящика» изображена на рис. 21.

Сопротивление резистора R_{o2} = 320 Ом, резистора R_{o3} = 620 Ом.

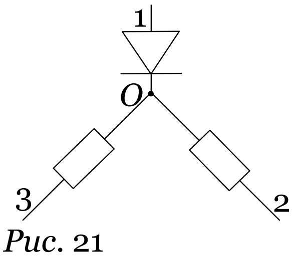


Рис. 21

2 кОм	**1 -**	**2 -**	**3 -**
1 +		940 Ом	1240 Ом
2 +	∞		940 Ом
3 +	∞	940 Ом	

Критерии оценивания

Определена схема чёрного ящика 6
Определено сопротивление резистора R_{o2}..2
Определено сопротивление резистора R_{o3}..2

Лучшие результаты личной олимпиады

7 класс

№	Фамилия	И.	Город	1	2	3	4	5э	Сумма	Награда
1	Бушмаков	М.	Киров	10	10	10	10	8	48	Диплом 1 степени
2	Дружков	С.	Киров	10	8	10	10	9	47	Диплом 1 степени
3	Петухова	К.	Санкт-Петербург	4	10	10	4	9	37	Диплом 2 степени
4	Летунов	А.	Киров	9	10	10	0	7	36	Диплом 2 степени
5	Чурин	О.	Киров		10	10	10		30	Диплом 3 степени
6	Ожегова	М.	Киров	10		6	6	5	27	Диплом 3 степени
7	Охорзина	А.	Киров	9		8	0	8	25	Диплом 3 степени
8	Выдревич	Г.	Санкт-Петербург	2	10	8	0	3	23	Диплом 3 степени
9	Сечин	В.	Санкт-Петербург	4	0	10	0	6	20	Диплом 3 степени
10	Ганин	М.	Санкт-Петербург	2	4	10	4	0	20	Диплом 3 степени

8 класс

№	Фамилия	И.	Город	1	2	3	4	5э	Сумма	Награда
1	Кондратюк	К.	Санкт-Петербург	10	6	10	10	5	41	Диплом 1 степени
2	Барышева	А.	Киров	4	6	10	10	9	39	Диплом 1 степени
3	Головина	К.	Киров	10	6	7	10	5	38	Диплом 1 степени
4	Мегина	М.	Якутск	10	10	10		7	37	Диплом 1 степени
5	Ужинский	Н.	Якутск	6	6	10	3	8	33	Диплом 2 степени
6	Леонов	Д.	Санкт-Петербург	4	0	10	10	8	32	Диплом 2 степени
7	Москалёв	Н.	Киров	9	6	10	6		31	Диплом 2 степени
8	Клюкин	Я.	Киров	8	6	10	0	7	31	Диплом 2 степени
9	Остапенко	С.	Пермь	10	6	9		5	30	Диплом 3 степени
10	Коханов	В.	Киров	10	6	10	3		29	Диплом 3 степени
11	Макеева	А.	Пермь	10		10	1	8	29	Диплом 3 степени
12	Буняков	М.	Пермь	8	6	8	3	4	29	Диплом 3 степени
13	Выгузов	А.	Пермь	10	0	10	3	4	27	Диплом 3 степени
14	Котельников	С.	Киров	6		10	0	10	26	Диплом 3 степени
15	Гмызов	Г.	Пермь	8	6	10	0	2	26	Диплом 3 степени
16	Черемных	З.	Пермь	4	6	10	0	2	22	Похвальная грамота
17	Шиповалов	М.	Киров	6	6	10	0		22	Похвальная грамота
18	Попова	С.	Якутск	10		8	0	2	20	Похвальная грамота

9 класс

№	Фамилия	И.	Город	1	2	3	4	5э	Сумма	Награда
1	Кошкелян	Т.	Санкт-Петербург	10	6	10	9	5	40	Диплом 1 степени
2	Копанев	М.	Киров	6	6	10	4	10	36	Диплом 1 степени
3	Попцова	М.	Киров	4	7	7	6	8	32	Диплом 2 степени
4	Ушакова	А.	Санкт-Петербург	10	3,5	6	4	8	31,5	Диплом 2 степени
5	Княжицкий	Д.	Санкт-Петербург	6	0	10	4	5	25	Диплом 3 степени
6	Иннокентьев	А.	Якутск	6		7	3	7	23	Диплом 3 степени
7	Няшин	М.	Пермь	10	2	8		3	23	Диплом 3 степени
8	Цветкова	А.	Пермь	6		9		8	23	Диплом 3 степени
9	Ильинская	О.	Санкт-Петербург	5	0	8	2	5	20	Похвальная грамота
10	Шушпанов	С.	Киров	0	1	4	4	10	19	Похвальная грамота
11	Пономарев	С.	Пермь	6	0	7		5	18	Похвальная грамота