

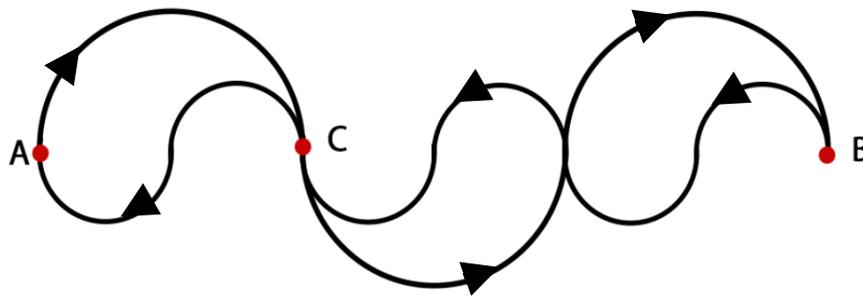
**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2019-20 учебный год. 8 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

Пес по кличке Максвелл совершает свой утренний обход территории. Его путь начинается из точки А и двигаясь равномерно по полуокружности с некоторым радиусом R он приходит в точку С за 0,8 с, далее он продолжает путь с той же скоростью по полуокружностям такого же радиуса и достигает точки В. Затем он возвращается в точку А двигаясь уже не равномерно по полуокружностям меньшего радиуса $r = R/2$ (см. рис.).

Скорость движения Максвелла из точки А в В равна 15 м/с, а средняя скорость движения обратно из точки В в А равна $3/4$ средней скорости **всего** движения (средней скорости на всем пути).

- 1) Определите среднюю скорость всего движения (среднюю скорость на всем пути).
- 2) Чему равно кратчайшее расстояние между точками А и В?



Автор: Дульцев Михаил Дмитриевич

Возможное решение

Путь, пройденный Максвеллом туда и обратно, несмотря на то, что он двигался по разным траекториям – одинаков. Действительно, путь из А в С равен πR , а путь из С в А равен $2 \cdot \pi r = \pi R$

$$v_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{весь}}}{t_{\text{все}}} = \frac{2S}{\frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}, \text{ где } S \text{ – длина пути от А до В, } v_1 \text{ – средняя скорость на пути}$$

от А до В, а v_2 – средняя скорость на обратном пути.

$$\text{По условию } v_2 = \frac{3}{4} v_{\text{ср}}, \text{ тогда } v_{\text{ср}} = \frac{2v_1 \cdot \frac{3}{4} v_{\text{ср}}}{v_1 + \frac{3}{4} v_{\text{ср}}}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{2}{3} v_1 = 10 \text{ м/с}$$

При движении по полуокружности А-С пес проходит расстояние $S = \pi R$ со скоростью 15 м/с за 0,8 с.

$$\text{Тогда } R = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,8 \text{ с} / 3,14 = 3,82 \text{ м.}$$

Кратчайшее расстояние между точками А и В равно $6R = 23 \text{ м.}$

Критерии оценивания

№	Пункт	Баллы
1	Указано, что путь, пройденный псом туда и обратно одинаков	2 балла
2	Составлена формула средней скорости всего пути от средней скорости туда и средней скорости обратно	2 балла
3	Получено верное значение средней скорости всего пути (10 м/с)	2 балла
4	Найден радиус большей полуокружности (3,82 м)	2 балла
5	Найдено кратчайшее расстояние между точками А и В (23м)	2 балла

Задача №2

В масло, имеющее начальную температуру $t_1 = 20^\circ\text{C}$, роняют одинаковые металлические шарики, нагретые до температуры t_0 . Шарики в масло роняют партиями.

В первой партии был один шарик и температура масла после окончания теплообмена стала равна $t_2 = 30^\circ\text{C}$.

Во второй партии – два шарика, а температура масла после окончания теплообмена стала равна $t_3 = 40^\circ\text{C}$.

Между маслом и шариками происходит достаточно быстрый теплообмен, так что когда в масло падает следующая партия шариков, то температура масла и упавших в него шариков успевает выровняться. Масло находится в теплоизолированном сосуде и при падении шариков не выливается. Шарики остаются в масле.

1) Определите, до какой температуры t_0 были нагреты шарики?

2) Чему равно отношение теплоёмкости масла к теплоёмкости шарика? (Теплоёмкость тела равна произведению его массы на удельную теплоёмкость вещества, из которого оно сделано)

3) Какое количество шариков нужно уронить в масло в третьей партии, чтобы его температура поднялась до $t_4 = 50^\circ\text{C}$?

Автор: Порошин Олег Владимирович

Возможное решение

Первый вопрос.

Запишем уравнение теплового баланса для первой партии шариков: $C_M \Delta t + C_{\text{ш}}(t_1 + \Delta t - t_0) = 0$ (1), где C_M – теплоёмкость масла, $C_{\text{ш}}$ – теплоёмкость шарика, Δt – изменение температуры масла.

Запишем уравнение теплового баланса для второй партии шариков:

$C_M \Delta t + C_{\text{ш}} \Delta t + 2C_{\text{ш}}(t_1 + 2\Delta t - t_0) = 0$ (2). Здесь учтено, что температура масла в первом и втором случае изменилась на одинаковую величину.

Если из (1) и (2) уравнения выразить $C_M \Delta t$ и полученные выражения приравнять то получится: $C_{\text{ш}}(t_1 + \Delta t - t_0) = C_{\text{ш}} \Delta t + 2C_{\text{ш}}(t_1 + 2\Delta t - t_0)$

Сократив на $C_{\text{ш}}$ и раскрыв скобки, получим: $t_0 = t_1 + 4\Delta t = 60^\circ\text{C}$.(3)

Второй вопрос.

Из уравнения (1) можно выразить искомое отношение теплоёмкостей:

$$\frac{C_M}{C_{\text{ш}}} = \frac{t_0 - \Delta t - t_1}{\Delta t} = \frac{t_1 + 4\Delta t - \Delta t - t_1}{\Delta t} = \frac{3\Delta t}{\Delta t} = 3. \text{ Здесь использовано соотношение (3).}$$

Третий вопрос.

Запишем уравнение теплового баланса для третьей партии шариков:

$$C_M \Delta t + 3C_{\text{ш}} \Delta t + nC_{\text{ш}}(t_1 + 3\Delta t - t_0) = 0 \quad (4)$$

Выразим $C_M \Delta t$ из уравнения (1) и вместе с выражением (3) подставим в (4)

$$C_{\text{ш}}(t_1 + 4\Delta t - \Delta t - t_1) + 3C_{\text{ш}} \Delta t + nC_{\text{ш}}(t_1 + 3\Delta t - t_1 - 4\Delta t) = 0$$

Сократив на $C_{\text{ш}}$, раскрыв скобки и приведя подобные, получим:

$$n = \frac{6\Delta t}{\Delta t} = 6$$

Критерии оценивания

1	Записано уравнение теплового баланса для первой партии	1 балл
2	Записано уравнение теплового баланса для второй партии	1 балл
3	Получено уравнение для температуры шарика	1 балл
4	Получено значение температуры шарика	1 балл
5	Получено выражение для соотношения теплоёмкостей и получено правильное значение этого отношения	2 балла
6	Записано уравнение теплового баланса для третьей партии	2 балла
7	Получено выражение для количества шариков в третьей партии и получено их правильное количество	2 балла

Задача №3

Для натягивания навесной переправы туристы использовали систему блоков, представленную на рисунке. С помощью этой системы и вспомогательной веревки натягивается основная веревка. При решении задачи считайте, что все веревки горизонтальны.

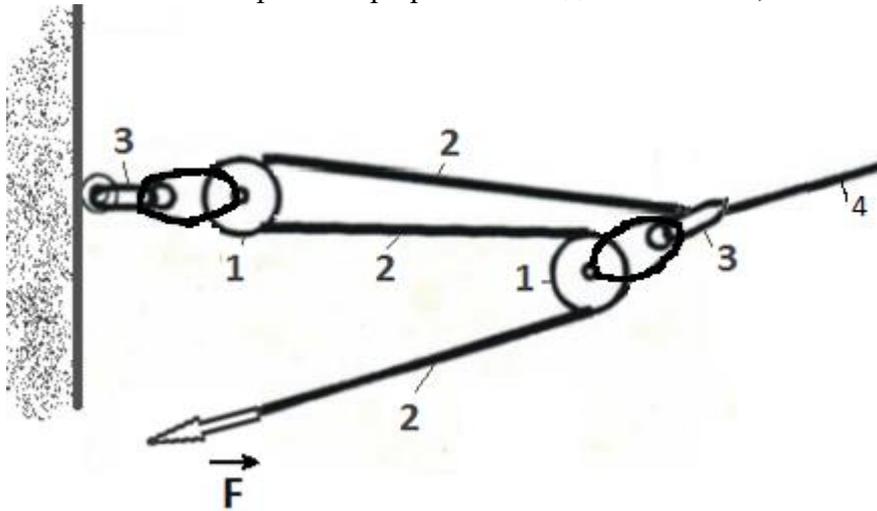


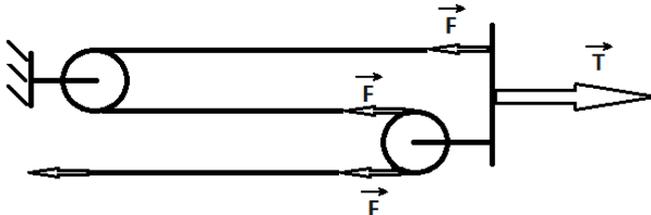
Рис. Натягивание навесной переправы с помощью двух блоков.

1 – блок, 2 – вспомогательная веревка натяжения, 3 – карабин (соединительное звено), 4 – основная веревка.

1) Какую силу F необходимо приложить к веревке натяжения, чтобы основная веревка была натянута с силой T ?

2) Сколько вспомогательной веревки потребуется выбрать (вытянуть) до максимального сближения блоков, если начальное расстояние между блоками $l_B = 1$ м?

Возможное решение



Для решения используем чертеж. Подвижный блок дает выигрыш в силе в два раза, неподвижный блок изменяет направление действия силы. Из чертежа видно, что система натяжения основной веревки T уравнивается тремя силами натяжения вспомогательной веревки F , то есть система дает выигрыш в силе в три раза. $F = \frac{T}{3}$.

Так как при движении полиспаста подвижный блок приближается к неподвижному блоку, то за один ход до соприкосновения блоков в соответствии с золотым правилом механики будет выбрано вспомогательной веревки $3l_B = 3 \cdot 1 \text{ м} = 3 \text{ м}$.

Критерии оценивания

1	Чертеж с верной расстановкой сил	2 балла
2	Верно определен выигрыш в силе в 3 раза	2 балла
3	Верное обоснование выигрыша в силе в 3 раза	2 балла
4	Определено, что нужно вытянуть 3 метра веревки	2 балла
5	Верно обоснована длина вытягиваемой веревки	2 балла

Задача №4

С помощью выданного вам оборудования найдите:

- 1) отношение периметра кляксы к периметру прямоугольника;
- 2) отношение площади кляксы к площади прямоугольника

В решении задачи подробно опишите все, что вы делали, приведите выполненные вами измерения и обоснуйте расчеты. Погрешность оценивать не нужно.

Оборудование: лист с напечатанными на нем фигурами, кусок нитки, карандаш, ножницы (общие на аудиторию).

Автор: Карманов Максим Леонидович

Возможное решение

Для определения периметров будем использовать нить.

Так как напечатанная сетка не является квадратной, то определим отношение высоты большого прямоугольника к его ширине. Для этого всю выданную нить несколько раз уложим вдоль короткой стороны прямоугольной фигуры. Нить получилось уложить 10 раз и оставшийся кончик равен высоте 8 маленьких прямоугольников. Значит длина нити равна 98 клеток по вертикали.

Теперь ее же несколько раз уложим вдоль длинной стороны прямоугольной фигуры. Длина нити равна 6 полным сторонам и еще 8 клеточек, то есть 62 клетки по горизонтали.

Отношение длин равно: $98/62=1,58$. Если за условную единицу длины принять короткую сторону большого прямоугольника, то его периметр равен $1+1+1,58+1,58 = 5,16$ у.е.

Определим периметр «кляксы» аккуратно выложив нитку вдоль нее и отметим на нитке (например, зажав пальцем) кусок, длина которого соответствует периметру кляксы. Теперь этот кусок будем укладывать вдоль короткой стороны прямоугольника и измерим его длину.

Получим, что периметр кляксы равен $5 + 1/9 = 5,11$ у.е.

Таким образом отношение периметра кляксы к периметру прямоугольника равно $5,11/5,18 = 0,99$.

Другой вариант – выложить нить по периметру фигуры, а затем плотно намотать этот отрезок нити на карандаш, посчитав число оборотов. Тогда мы измерим периметр фигуры в условных единицах, равных длине окружности карандаша. Затем аналогично измерим периметр кляксы и найдем отношение.

Для определения отношения площадей можно либо считать количество прямоугольников сетки, покрывающих фигуры, либо вырезать кляксу и прямоугольник и с помощью рычажных весов, изготовленных из карандаша, определить отношение масс этих фигур. Так как фигуры изготовлены из одного листа, то отношение их масс будет равно отношению площадей.

Второй способ обладает большей точностью, поэтому воспользуемся им. Аккуратно вырезаем прямоугольник и кляксу, затем хорошенько из сминаем. Выданную нитку рвем на три части, две используем для подвеса к концам карандаша смятых фигур, а третью, для подвеса самого карандаша за ее середину. Таким образом мы изготавливаем рычажные весы.

Первым делом выбираем точку подвеса карандаша так, чтобы без подвешенных фигур она находилась в равновесии. Затем вешаем кляксу на один конец карандаша и подбираем место подвеса прямоугольника так, чтобы карандаш опять оказался в равновесии. Измеряем плечи. Для этого можно воспользоваться сеткой на прямоугольнике.

$L_{кл} = 8$ у.е., а $L_{пр} = 5,5$ у.е. Значит отношение массы кляксы к массе прямоугольника равно $5,5/8 = 0,7$. А так как их толщина и плотность одинаковы, то таким же будет и отношение их площадей.

Критерии оценивания

1	Учет того, что сетка не квадратная, а прямоугольная	1 балл
2	Определение периметра прямоугольника в условных единицах	1 балл
3	Определение периметра кляксы в условных единицах	1 балл

4	Получен результат: От 0,94 до 1,04 – 2 балла От 0,89 до 1,09 – 1 балл	2(1) балла
5	Предложен и описан разумный метод определения отношения площадей	2 балла
6	Выполнены необходимые измерения	1 балл
7	Получен результат: От 0,6 до 0,7 – 2 балла От 0,55 до 0,75 – 1 балл	2 (1) балла

Требования к оборудованию:

Состав комплекта на 1 школьника:

- 1) кусок нити (швейная нить длиной около 1 метра)
- 2) карандаш (не важно заточенный или нет, но не короче 10 см)
- 3) ножницы (если каждому учащемуся выдать нельзя, то 2-3 ножниц на аудиторию)
- 4) лист бумаги с распечаткой (входит в состав условия задачи)

Печатается на отдельном листе А4 без уменьшения размера!!! Часть условия 8 класса.

