

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
по физике
2015-2016 учебный год
8 класс
Максимальный балл – 40**

1. Два велосипедиста одновременно выезжают навстречу друг другу из городов Кыштым и Озёрск, находящихся на расстоянии $L = 14$ км друг от друга. Каждый планирует ехать со скоростью $v = 21$ км/ч и, достигнув намеченного города, сразу повернуть обратно. Но на дороге всё время дует ветер, скорость и направление которого постоянны. При движении по ветру скорость увеличивается на столько же, на сколько уменьшается при движении против ветра. Велосипедист, который сначала ехал по ветру, достигнув противоположного города, сразу повернул назад, а велосипедист, который сначала ехал против ветра, задержался в противоположном городе, чтобы отдохнуть, и только потом повернул обратно. Известно, что велосипедисты встретились дважды: первый раз в точке A ($L_A = 8$ км от Кыштыма), а второй раз в точке B (на расстоянии $L_B = 11$ км от Озёрска).

1. В каком направлении дует ветер?
2. Определите модуль изменения скорости движения велосипедиста, вызванное ветром.
3. Найдите времена движения t_1 и t_2 из Кыштыма в Озёрск и из Озёрска в Кыштым.
4. В каком городе и в течение какого промежутка времени Δt отдыхал велосипедист, ехавший сначала против ветра?

Автор: Клепиков Максим Сергеевич

Возможное решение.

До первой встречи велосипедист, выехавший из Кыштыма, успел проехать больше половины расстояния между городами, значит ветер был для него попутным. Теперь определим «добавку» к скорости велосипедистов. До пункта A они двигались одинаковое время с разными абсолютными скоростями:

$$\frac{L_A}{v + \Delta v} = \frac{L - L_A}{v - \Delta v}$$

откуда получим:

$$\Delta v = v \left(\frac{2L_A}{L} - 1 \right) = 3 \text{ км/ч}$$

Далее определим время движения t_1 из Кыштыма в Озёрск:

$$t_1 = \frac{L}{v + \Delta v} = \frac{7}{12} \text{ ч} = 35 \text{ мин}$$

и t_2 из Озёрска в Кыштым:

$$t_2 = \frac{L}{v - \Delta v} = \frac{7}{9} \text{ ч} \approx 47 \text{ мин}$$

Теперь рассмотрим условие второй встречи велосипедистов. Велосипедист, который начал движение из Озёрска, отдыхал в Кыштыме время Δt . Общее время движения до пункта B у них одинаковое:

$$t_1 + \frac{L_B}{v - \Delta v} = t_2 + \Delta t + \frac{L - L_B}{v + \Delta v}$$

Откуда получим:

$$\Delta t = \frac{7}{24} \text{ ч} = 17,5 \text{ мин}$$

Критерии оценивания:

1. Определено направление ветра – 1 балл

2. Получено выражение для расчета поправки скорости и получено верное численное значение – 2 балла (Если посчитано неверно, то только 1 балл)
3. Найдено время движения t_1 и t_2 - по 1,5 балла за каждое (если выражение верное, а посчитано неточно, то только по 1 баллу)
4. Получено выражение для расчета задержки Δt и получен верный ответ – 4 балла. Если расчеты неверны при правильном решении в общем виде, то 2 балла.

Примечание: Допускается решение «по частям», т.е. для последнего выражения можно использовать уже заранее полученные слагаемые. Так же допускается перевод величин в СИ. Если ответ учащего незначительно (не более 5 %) отличается от верного, его следует засчитывать как правильный.

2. В жидкость плотностью ρ_1 опустили кубик из материала плотностью ρ с внутренней воздушной полостью, объем которой равен четверти объема кубика.

1) Найдите отношение объема погруженной части кубика к объему кубика, если $\rho < \rho_1$?

2) Полость полностью заполнили веществом с **неизвестной** плотностью ρ_2 , при этом кубик полностью скрылся под жидкостью, но не утонул. Найдите плотность этого вещества.

3) Если под кубик из 2 пункта поместить второй кубик такого же размера из того же материала, но без воздушной полости, то какая часть объема верхнего кубика окажется в жидкости?

Примечание: плотностью воздуха можно пренебречь.

Автор: Баланов Василий Юрьевич

Возможное решение.

1) $0,75\rho Vg = \rho_1 g V_{\text{пчт}}$ - 2 балла

$V_{\text{пчт}} = 0,75 \rho V / \rho_1$ - 1 балл

2) $0,75\rho Vg + 0,25\rho_2 Vg = \rho_1 g V$ - 2 балла

$\rho_2 = 4 \rho_1 - 3 \rho$ - 1 балл

3) $\rho Vg + 0,75\rho Vg + 0,25\rho_2 Vg = \rho_1 g V_{\text{пчт}}$ - 2 балла

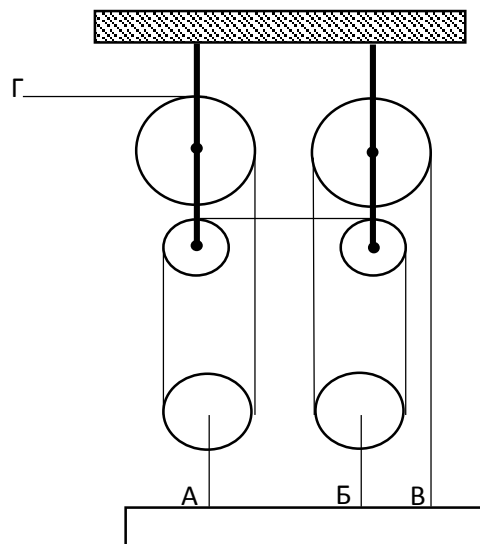
после преобразований получим $V_{\text{пчт}} = \rho V / \rho_1 + V$, следовательно погруженная часть верхнего кубика - $\rho V / \rho_1$ - 2 балла

3. Строители собрали конструкцию, которая приведена на рисунке. В точках А, Б и В конструкция крепится к горизонтальной балке, а за конец Г вытягивают трос. Трос можно считать нерастяжимым, а блоки невесомыми.

Вопросы:

1. Какой выигрыш в силе даёт эта система?
2. Какой выигрыш в силе будет давать система, если трос, прикрепленный к балке в точке Б оборвётся? Считать, что запутывание троса не происходит, и он продолжает скользить по тем же блокам.
3. Точка Г всё время движется со скоростью 1,2 м/с. На сколько изменится скорость поднятия балки после обрыва троса в точке Б?

Автор: Порошин Олег Владимирович



Возможное решение.

- 1) Предположим, что к точке Г приложена сила F . Так как трос не растяжимый, а блоки не весомы, то сила натяжения троса везде одинаковая. Следовательно, к точке В будет приложена тоже сила F . К каждому из блоков, которые прикреплены к точкам А и Б приложено по две силы F , значит и к точке А и к точке Б приложено по $2F$. Итого к балке приложена сила $5F$. Таким образом, выигрыш в силе, которая даёт система, равен 5.
- 2) Когда трос в точке Б обрывается, то в рассуждениях, приведённых выше ничего не меняется, но к балке теперь приложена сила $3F$. Теперь выигрыш в силе равен 3.
- 3) Для ответа на третий вопрос нужно посчитать скорость поднятия балки до обрыва троса и после. Для этого воспользуемся «золотым правилом механики»: во сколько раз выигрываем в силе, во столько же проигрываем в расстоянии. Отсюда следует, что в первом случае скорость подъёма груза была в 5 раз меньше скорости вытягивания троса и была равна 0,24 м/с. Во втором случае скорость подъёма меньше скорости вытягивания троса в 3 раза – 0,4 м/с. Разность скоростей равна 0,16 м/с, причём при обрыве троса скорость поднятия увеличится.

№	Что оценивается	Балл
1	Расставлены силы, либо приведены правильные рассуждения по поводу того, как силы будут распределены в системе	2
	Получен правильный выигрыш в силе	1
2	Расставлены силы, либо приведены правильные рассуждения по поводу того, как силы будут распределены в системе	1
	Получен правильный выигрыш в силе	1
3	Использовано «золотое правило механики» или приведены другие правильные рассуждения для связи скорости вытягивания троса и скорости поднятия балки	2
	Правильно определена скорость поднятия балки в первом случае	1
	Правильно определена скорость поднятия балки во втором случае	1
	Получен правильный ответ	1
ИТОГО		10

4. С помощью выданного вам оборудования как можно точнее определите:

- 1) Массу одного целого кусочка сахара.
- 2) Объем воздушных полостей в одном целом кусочке сахара.

Оборудование: 4 кубика сахара, бумажная салфетка, линейка, круглый карандаш или стержень, шприц, сосуд с водой.

Примечание: плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

Автор: Карманов Максим Леонидович

Возможное решение.

Для определения массы кубика воспользуемся рычагом из линейки, поставленной своим центром на круглый карандаш.

Важно понимать, что так как деления на шприце достаточно редкие, то объем воды в шприце мы можем определять с не очень большой точностью. Для повышения точности определения объема нужно набирать воду в шприц так, чтобы поршень оказывался точно напротив некоторого деления. Соответственно в нашем методе объем воды в шприце должен быть кратен цене деления. Зато плечи мы можем измерять с достаточно большой точностью.

Проведем первый опыт. Уравновесим на линейке 1 кусочек сахара и пустой шприц. Пусть плечи при этом равны L_k и $L_{ш}$ соответственно. (Плечо силы тяжести кусочка сахара измеряется от оси вращения до середины кусочка).

Тогда можем записать $m_k g L_k = m_{ш} g L_{ш}$ (1).

Теперь наберем в шприц некоторый объем воды V (чем больше, тем лучше) и добавим на линейку 1-2 кусочка сахара, поставив их на первый кусочек. Вновь уравновесим рычаг измерим плечи. Получим $2m_k g L_{2к} = (m_{ш} + \rho_V V) g L_{шв}$ (2)

Выразив из первого уравнения $m_{ш}$ и подставив во второе после преобразований получим:

$$m_k = \rho_V V \frac{L_{шв} L_{ш}}{L_{2к} L_{ш} - L_k L_{шв}}$$

Для определения объема полостей будем капать воду из шприца на разные поверхности кубика стараясь чтобы он впитал как можно больше воды, но при этом не развалился (для того, чтобы приноровиться у вас есть несколько кубиков). Затем определим массу мокрого кубика аналогично определению массы сухого кубика. Масса впитавшейся в кубик воды равна разности масс мокрого и сухого кубика, соответственно объем полостей равен $V_{пол} = \frac{(m_{мокр} - m_k)}{\rho_V}$.

Для кубика, с которым проводил эксперимент автор задания объем полостей составил примерно 15% от объема кубика.

1	Идея использования рычага для определения массы кубика	1 балл
2	Середина линейки находится на круглой опоре	1 балл
3	Выполнены измерения плеч, необходимых для определения массы кубика	1 балл
4	Записано равенство моментов сил хотя бы для одного из опытов	1 балл
5	Определена масса кубика с погрешностью не более 5% Не более 10%	2 балла
		1 балл
6	Идея определения объема полостей через объем/массу воды, которую впитает кубик	1 балл
7	Определение объема впитанной воды по шкале шприца (неточный способ) Определение массы и затем объема впитанной воды путем взвешивания мокрого кубика на рычаге (более точный способ)	1 балл
		3 балла
8	Определен объем полостей с погрешностью не более 30%	1 балл