

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017 -2018 учебный год)
7класс (2 часа 40минут)**

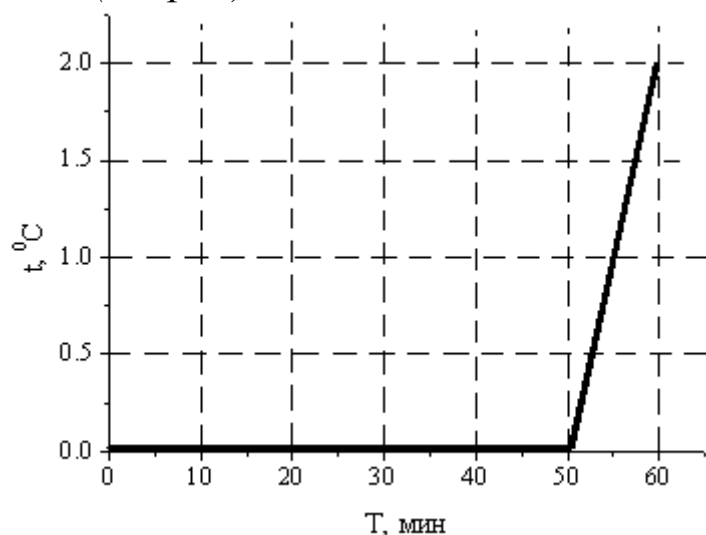
1. Предложите способ нахождения объема пустот в стакане сухого песка с помощью воды и мензурки.
2. Имеются чугунный шар (плотность чугуна равна $7,8 \text{ г/см}^3$) и шар из легкого неизвестного сплава. Масса чугунного шара в $1,25$ раза больше массы шара из неизвестного сплава. Объем чугунного шара в 2 раза меньше объема второго шара. Какова плотность неизвестного сплава?
3. Если доставать сваренные яйца ложкой, то оказывается, что яйцо очень быстро высыхает, а ложка, даже остынув, остается мокрой. Почему?
4. Беговая дорожка имеет вид окружности длиной 2 км . На половине окружности можно бегать со скоростью не более 3 м/с , по второй половине не более 2 м/с . Два мальчика начинают забег на стыке этих дорог в разные стороны. Через какое минимальное время они встретятся?

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017 -2018 учебный год)
8класс (2 часа 40минут)**

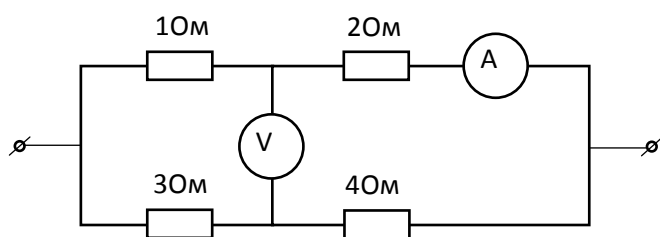
1. На прямолинейном участке дороги меня (я ехал на мопеде) каждые 25 мин обгоняет рейсовый автобус, а каждые 15 мин попадаете автобус навстречу. С каким интервалом автобусы отходят от остановки?
2. Два металлических шара (свинцовый и железный) уравновешены на разноплечих весах. При опускании шаров в воду равновесие не нарушилось. Найдите объяснение этому явлению.
3. У вас два полых шара золотой и позолоченный медный, масса и вид у них одинаковые. Царапать, пытаться их деформировать и привязать что-то нельзя. Как узнать какой из них золотой?
4. Беговая дорожка имеет вид окружности длиной L . На половине окружности можно бегать со скоростью не более V_1 , на второй половине - не более V_2 ($V_1 > V_2$). Два мальчика начинают забег на стыке этих дорог в разные стороны. Через какое минимальное время они встретятся?

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017 -2018 учебный год)
9класс (3 часа 20минут)**

1. Два металлических шара (свинцовый и железный) уравновешены на разноплечих весах. При опускании шаров в воду равновесие не нарушилось. Найдите объяснение этому явлению.
2. У вас два полых шара золотой и позолоченный медный, масса и вид у них одинаковые. Царапать, пытаться их деформировать и привязать что-то нельзя. Как узнать какой из них золотой?
3. В ведре находится смесь воды со льдом массой 10 кг . Ведро внесли в теплую комнату и сразу начали измерять температуру (смотри рис.). Определите первоначальную массу льда в ведре. Удельная теплота плавления льда 330 кдж/кг , удельная теплоемкость воды $4,2\text{ кдж/(кг град)}$.

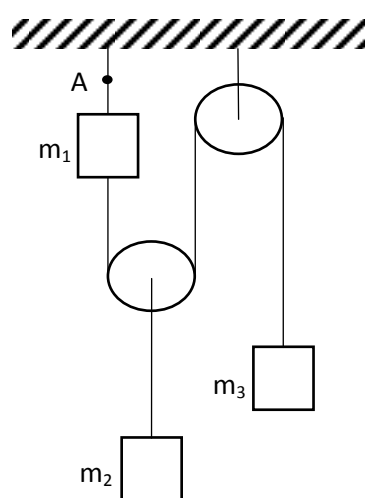


4. Приближаясь к астероиду со скоростью v , звездолет послал вперед короткий радиосигнал и через *время* t получил отраженный сигнал. С каким минимальным ускорением должен начать тормозить звездолет, чтобы не столкнуться с астероидом? Скорость радиосигнала равна c .
5. В схеме, представленной на рис., амперметр показывает $0,7\text{ А}$. Что показывает вольтметр? Все приборы идеальны.

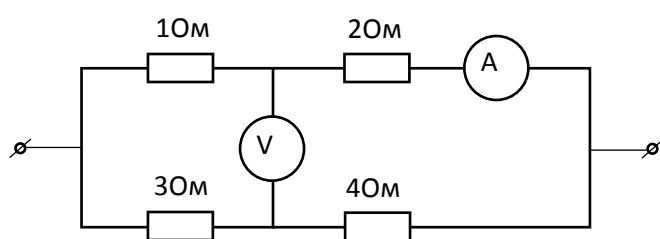


**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017-2018 учебный год)
10 класс (3 часа 20 минут)**

1. У вас два полых шара золотой и позолоченный медный, масса и вид у них одинаковые. Царапать, пытаться их деформировать и привязать что-то нельзя. Как узнать какой из них золотой?
2. Опытные хозяйки говорят, что острые ножи нельзя мыть в горячей воде, они, мол, от этого тупятся. Это правда?
3. Человек массой $M = 100$ кг жонглирует *десятью* гирями массой $m = 1$ кг каждая, стоя на весах. Гири взлетают на высоту $h = 5$ м. Каково среднее показание весов?
4. Три груза, массы которых $m_1 = m$, $m_2 = 2m$, $m_3 = m$, подвешены на невесомых нерастяжимых нитях с помощью системы невесомых блоков (смотри рис.). Начальные скорости грузов равны нулю. Найдите их ускорения после обрыва нити в точке A . Трение между нитями и блоками отсутствует.

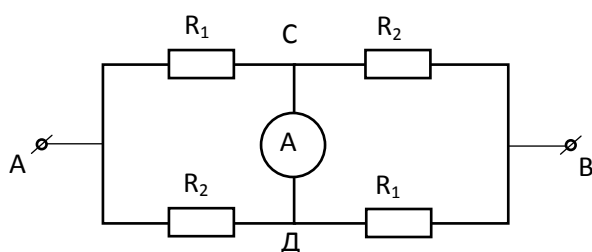


5. В схеме, представленной на рис., амперметр показывает $0,7$ А. Что показывает вольтметр? Все приборы идеальны.



**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017 -2018 учебный год)
11класс (3 часа 20минут)**

1. На прямолинейном участке дороги меня (я ехал на мопеде) каждые 25 мин обгоняет рейсовый автобус, а каждые 15 мин попадаетея автобус навстречу. С каким интервалом автобусы отходят от остановки?
2. У вас два полых шара золотой и позолоченный медный, масса и вид у них одинаковые. Царапать, пытаться их деформировать и привязать что-то нельзя. Как узнать какой из них золотой?
3. Найдите максимальную высоту ограды H_{\max} , через которую вы могли бы перекинуть камешек, находясь на расстоянии l от нее. Свою рекордную дальность по метанию камушек считайте известным и равным L_{\max} . Сопротивление воздуха не учитывать.
4. На чашке весов стоят гиря и сосуд с водой. Весы показывают силу P . Сравните это значение с показаниями весов в следующих случаях: а) гиря подвешена на нити к внешнему штативу и погружена полностью в сосуд с водой (P_1); б) подвес оборвался и гиря начинает тонуть (P_2).
5. Схема состоит из четырех сопротивлений и амперметра, внутреннее сопротивление которой равно нулю. Клеммы A и B подключены к сети с напряжением $U = 100 \text{ В}$, $R_1 = 50 \text{ (Ом)}$, $R_2 = 10 \text{ (Ом)}$. Найдите ток, текущий через амперметр.



**Решения.Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
по физике (2017 -2018 учебный год)**

7 класс

Первая задача

Наливаем воду в стакан с песком до заполнения пустот(4 балла).
Описан способ измерения объема наливаемой жидкости(4 балла).
Сделана попытка оценки точности способа(2 балла).

Вторая задача

Найдем связь плотности сплава с плотностью чугуна. Из условия задачи $m_{\text{ч}} = 1,25 m_{\text{спл}}$ (1 балл) и $V_{\text{спл}} = 2V_{\text{ч}}$ (1 балл). Так как $m = \rho V$ (1балл), то $\rho_{\text{ч}}V_{\text{ч}} = 1,25 \rho_{\text{спл}}2V_{\text{ч}}$ (3 балла). Откуда получаем $\rho_{\text{спл}} = \rho_{\text{ч}}/2,5$ (2 балла). Правильный численный ответ $\rho_{\text{спл}} \approx 2,86 \text{ г/см}^3$ (2 балла).

Третья задача

Делаем гипотезу: в скорлупе есть отверстия, в которые всасывается вода с поверхности ложки (5 баллов). Чем можно это подтвердить? Цыпленок должен дышать (5 баллов).

Четвертая задача

Рассмотрим один из вариантов решения. "Быстрый" за время $1000/3$ пробежит половину окружности (2 балла).

"Медленный" за это время пробежит расстояние $2 \times (1000/3)$ (2 балла).

Им остается пробежать по плохой дороге расстояние $1000/3$ (2 балла).

Очевидно, они встретятся на половине этого расстояния $500/3$ (2 балла).

Значит искомое время равно $((500/3)/2 + 1000/3) = 2500/3 \approx 13,9 \text{ мин}$ (2 балла).

8 класс

Первая задача

Одно из возможных решений. Рассмотрим задачу относительно меня (3 балла), тогда скорость обгоняющего автобуса равна $(v - v_m)$ (1 балл), а скорость встречного автобуса $(v + v_m)$ (1 балл).

Расстояние между автобусами $(v - v_m)25 = (v + v_m)15 = v\tau$ (3 балла), где τ искомое время. Из первых двух уравнений найдем $v/v_m = 4$ (1 балл). Из двух последних уравнений найдем $\tau \approx 19$ мин (1 балл).

Вторая задача

Условие равновесия на воздухе $m_1 l_1 = m_2 l_2$ (2 балла).

Условие равновесия в воде $V_1 l_1 = V_2 l_2$ (2 балла), так как сила Архимеда пропорциональна объему (1 балл). Поделив первое уравнение на второе, мы получим, что плотности тел одинаковы (2 балла). Значит в свинцовом шаре есть полость (3 балла).

Третья задача

Так как массы и объемы одинаковы, то полость у медного шара имеет меньший объем, чем у золотого (3 балла). Следовательно, медный шар легче раскрутить (3 балла). Значит у медного шара большая часть потенциальной энергии пойдет на кинетическую энергию поступательного движения (2 балла) и он быстрее скатится с наклонной плоскости (2 балла) при равных условиях с золотым шаром.

Четвертая задача

Рассмотрим один из вариантов решения. "Быстрый" за время $(L/2)/V_1$ пробежит половину окружности (2 балла). "Медленный" за это время пробежит расстояние $V_2(L/2)/V_1$ (2 балла). Им остается пробежать по плохой дороге расстояние $L/2(1 - V_2/V_1)$ (2 балла).

Очевидно, они встретятся на половине этого расстояния (2 балла). Значит искомое время равно $L/2V_1 + L(V_1 - V_2)/(4V_1 V_2) = L(V_1 + V_2)/(4V_1 V_2)$ (2 балла).

9 класс

Первая задача

Условие равновесия на воздухе $m_1 l_1 = m_2 l_2$ (2 балла).

Условие равновесия в воде $V_1 l_1 = V_2 l_2$ (2 балла), так как сила Архимеда пропорциональна объему (1 балл). Поделив первое уравнение на второе, мы получим, что плотности тел одинаковы (2 балла). Значит в свинцовом шаре есть полость (3 балла).

Вторая задача

Так как массы и объемы одинаковы, то полость у медного шара имеет меньший объем, чем у золотого (3 балла). Следовательно, медный шар легче раскрутить (3 балла). Значит у медного шара большая часть потенциальной энергии пойдет на кинетическую энергию поступательного движения (2 балла) и он быстрее скатится с наклонной плоскости (2 балла) при равных условиях с золотым шаром.

Третья задача

Будем считать, что тепло, получаемое смесью и водой, пропорционально температуре комнаты и времени таяния льда и нагревания воды (4 балла).

Напишем соответствующие уравнения $t_k^0 50 = \lambda m_l$ и $t_k^0 10 = c m_2$ (4 балла), где t_k^0 - температура комнаты, которую считаем гораздо большим 2^0 C. Поделив первое уравнение на второе, получим ответ $m_l = 1,273$ кг (2 балла).

Четвертая задача

Пусть S расстояние от астероида до ракеты на котором принят отраженный сигнал, тогда $\tau = (v \tau + S)/c + S/c$ (3 балла). Отсюда найдем $S = (c - v)\tau/2$ (2 балла). Воспользуемся уравнением $v^2 = 2aS$ (3 балла) и найдем $a = v^2/(c - v)\tau$ (2 балла).

Пятая задача

Так как вольтметр идеальный через него ток не течет (2 балла.) Найдем напряжение подключения $1 \times 0,7 + 2 \times 0,7 = 2,1$ В (2 балла). Найдем ток текущий по нижней части схемы $(3+4)I = 2,1; I = 0,3$ А (2 балла). Следовательно, $1 \times 0,7 + V + 4 \times 0,3 = 2,1$ (2 балла) и ответ $V = 0,2$ В (2 балла).

10 класс

Первая задача

Так как массы и объемы одинаковы, то полость у медного шара имеет меньший объем, чем у золотого (3 балла). Следовательно, медный шар легче раскрутить (3 балла). Значит у медного шара большая часть потенциальной энергии пойдет на кинетическую энергию поступательного движения (2 балла) и он быстрее скатится с наклонной плоскости (2 балла) при равных условиях с золотым шаром.

Вторая задача

Атомы любого вещества всегда колеблются и тем интенсивнее, чем выше температура и, соответственно, энергия (2 балла). А поскольку они всегда стремятся занять состояние с минимальной энергией, то стараются уйти подальше от поверхности (3 балла). В наихудшем, т.е. наиболее нестабильном, положении атомы находятся на острие (3 балла) и поэтому они всегда стремятся оттуда уйти, в чем нагрев может им только помочь (2 балла).

Третья задача

Покажем, что средний вес жонглера с гирями не зависит от того, жонглирует он или нет. Если пренебречь сопротивлением воздуха, скорость полета гирь в начале и в конце пути $v = (2gh)^{1/2} \approx 10 \text{ м/с}$ (2 балла). Время полета гирь $\Delta t = 2(2h/g)^{1/2} = 2 \text{ сек}$ (2 балла).

Средняя сила, действующая на гирю без учета времени взаимодействия гири с жонглером, $F \approx \Delta p / \Delta t$ (2 балла). Где Δp - изменение импульса гири за время полета, равное $2mv$ (2 балла). Среднее показание весов $P = Mg + 10F$ (2 балла) $P = 1100 \text{ Н}$.

Четвертая задача

Нарисуем действующие на нити силы. В длинной нити (между m_1 и m_3) будет одна сила натяжения T (1 балл). Так как блоки невесомы натяжение короткой нити (между блоком и m_2) $2T$ (1 балл). Напишем второй закон Ньютона для каждого тела, направив ось ОХ вниз от центра неподвижного блока. $T + mg = ma_1$, $-2T + 2mg = 2ma_2$, $-T + mg = ma_3$ (2 балла), где учтено, что $m_1 = m_3 = m$ и $m_2 = 2m$.

Из постоянства длин нитей получаем уравнение связи для ускорений

$2a_2 - a_1 + a_3 = 0$ (3 балла). В эти значения ускорений подставляем их значения из уравнений динамики. Получаем силу натяжения $T = mg/2$ (1 балл). Далее ответы $a_2 = a_3 = g/2$, $a_1 = 3g/2$ (2 балла).

Пятая задача

Так как вольтметр идеальный через него ток не течет (2 балла.) Найдем напряжение подключения $1 \times 0,7 + 2 \times 0,7 = 2,1 \text{ В}$ (2 балла). Найдем ток текущий по нижней части схемы $(3+4)I = 2,1$; $I = 0,3 \text{ А}$ (2 балла). Следовательно $1 \times 0,7 + V + 4 \times 0,3 = 2,1$ (2 балла) и ответ $V = 0,2 \text{ В}$ (2 балла).

11 класс

Первая задача

Одно из возможных решений. Рассмотрим задачу относительно меня (3 балла), тогда скорость обгоняющего автобуса равна $(v - v_m)$ (1 балл), а скорость встречного автобуса $(v + v_m)$ (1 балл).

Расстояние между автобусами $(v - v_m)25 = (v + v_m)15 = v\tau$ (3 балла), где τ искомое время. Из первых двух уравнений найдем $v/v_m = 4$ (1 балл). Из двух последних уравнений найдем $\tau \approx 19$ мин (1 балл).

Вторая задача.

Так как массы и объемы одинаковы, то полость у медного шара имеет меньший объем, чем у золотого (3 балла). Следовательно, медный шар легче раскрутить (3 балла). Значит у медного шара большая часть потенциальной энергии пойдет на кинетическую энергию поступательного движения (2 балла) и он быстрее скатится с наклонной плоскости (2 балла) при равных условиях с золотым шаром.

Третья задача.

Задача имеет много способов решения, но мы возьмем не рациональный, но понятный способ. Введем систему координат с началом в точке броска. Тогда

$h = v_0 \sin \alpha t - gt^2/2$, $l = v_0 \cos \alpha t$ (3 балла). Подставляя время из последнего уравнения в первый и применяя тригонометрические преобразования получим следующий квадратный трехчлен относительно $\tan \alpha$;

$-(gl^2/2v_0^2)(\tan \alpha)^2 + ltg \alpha + gl^2/2v_0^2 = h$ (3 балла). Исследуя это уравнение на максимум относительно $\tan \alpha$ найдем

$h_{\max} = (v_0^2/2g)(1 - l^2g/v_0^2)$, где $v_0^2/g = L_{\max}$ (2 балла)

$h_{\max} = (L_{\max}/2)(1 - (l/L_{\max})^2)$ (2 балла).

Четвертая задача.

Мы должны ясно представить, что выталкивающая сила это сила со стороны жидкости на тело и тело действует согласно третьему закону Ньютона с такой же силой на жидкость, значит в случае а) сила со стороны системы на опору $P_1 = mg + F_A$, так как центр масс системы покоится, mg - сила тяжести стакана с водой, F_A - численно равна выталкивающей силе на гирию (2 балла) и $P_1 < P$, так как $F_A < P_{\text{гири}}$ (2 балла).

В случае б) $P_2 > mg + F_{A1}$ и $F_{A1} > F_A$ так как при ускоренном движении гири вниз он еще увлекает близлежащие слои жидкости вниз т.е. $P_2 > P_1$ (3 балла) и так как центр масс системы движется вниз $P > P_2$ (3 балла). Значит $P > P_2 > P_1$

Пятая задача.

Пусть слева плюс и пусть токи по верхней ветви I_1 и I_3 и текут слева направо, а токи I_2 и I_4 по нижней ветви тоже слева направо и пусть ток по амперметру течет снизу вверх. Тогда, так как $I_a = I_3 - I_1 = I_2 - I_4$ (2 балла) $I_1 R_1 = I_2 R_2$ и $I_3 R_2 = I_4 R_1$ (амперметр не имеет сопротивления) получим $I_1 = I_4$ и $I_2 = I_3$ (3 балла).

Значит $2R_1 I_1 = U = 2R_2 I_2$ (3 балла) $I_1 = 1A$ и $I_2 = 5A$ т.е. $I_a = 4A$ (2 балла).