

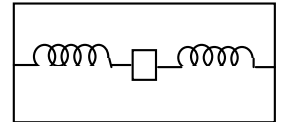
ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2014-2015 уч. год
Физика, 7 класс, I тур, вариант 1

1. (20 баллов) Из пункта А в пункт Б ведут две дороги. Одна дорога грунтовая длиной 30 км, на которой автомобиль может развить скорость 40 км/ч, другая – шоссейная длиной 60 км с максимальной разрешенной скоростью 90 км/ч. На шоссейной дороге имеется участок длиной 2 км, где ведутся ремонтные работы и допустимая скорость равна 5 км/ч. По какой дороге можно быстрее добраться из А в Б?

Ответ: Быстрее можно добраться по грунтовой дороге.

Решение: Время движения по грунтовой дороге с максимальной скоростью 40 км/ч составляет 45 мин. Время движения по участку шоссе, где ведутся ремонтные работы, составляет 24 мин. Минимальное время движения по остальной части шоссе равно $58/90$ ч, т.е. $116/3$ мин. Полное время движения по шоссе равно $188/3$ мин, т.е. примерно 1 ч 3 мин.

2. (40 баллов) Груз прикреплен двумя одинаковыми пружинами к прямоугольной рамке. Когда рамка и груз лежат на горизонтальном столе, на груз со стороны каждой пружины действует сила в 1 Н. Когда рамку ориентировали так, что пружины расположились вертикально, одна из них оказалась недеформированной. Найти массу груза. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .



Ответ: Масса груза равна 0,2 кг.

Решение: Пусть в начальном горизонтальном положении пружины были растянуты. Тогда при вертикальном расположении пружин недеформированной будет нижняя пружина. Поскольку суммарная длина пружин постоянна, верхняя пружина растянется на столько же, на сколько сожмется нижняя. В результате упругая сила со стороны верхней пружины станет равной 2 Н. Эта сила равна силе тяжести, действующей на груз. Поделив силу на ускорение свободного падения, находим массу груза. Аналогично решается задача и в случае, когда пружины в начальном положении были сжаты.

3. (40 баллов) В один сосуд налили 1 литр воды и поместили 1 кг льда, а в другой – налили 1 литр воды и поместили 1 дм^3 льда. На сколько будут отличаться объемы воды в сосудах после того, как лед растает?

Ответ: В первом случае объем воды будет на 0,1 л больше.

Решение: В первом случае 1 кг льда превратится в 1 кг воды, которая будет занимать объем 1 л. Суммарный объем воды в этом случае будет равен 2 л. Во втором случае 1 дм^3 льда имеет массу 0,9 кг и в после таяния займет объем 0,9 л. Таким образом, во втором случае суммарный объем воды составит 1,9 л.

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2014-2015 уч. год
Физика, 8 класс, I тур, вариант 1

1. (20 баллов) На маршрут длиной 24 км каждые полчаса выходит турист. Одну половину дистанции туристы проходят со скоростью 4 км/ч, а другую – со скоростью 6 км/ч. Сколько туристов находится на маршруте в любой момент времени (не рассматривать моменты старта туристов)?

Ответ: На маршруте в любой момент времени находятся 10 туристов.

Решение: Проще всего нарисовать положение туристов в момент сразу после старта одного из них. В этот момент на дистанции будут 7 туристов с интервалом между ними 2 км и 3 туриста с интервалом 3 км (туриста, начавшего вторую половину дистанции, относим к числу туристов с интервалом 2 км). В момент финиша одного туриста стартует другой, так что количество туристов на дистанции не меняется.

2. (40 баллов) В цилиндрическом сосуде находится вода с плотностью 1000 кг/м^3 и поверх нее слой масла с плотностью 800 кг/м^3 . После того, как в сосуд поместили тело с плотностью 800 кг/м^3 , половина его объема оказалась погруженной в воду. Какая часть объема тела находится над верхней границей масла (т.е. в воздухе)? Считать, что тело не касается стенок и дна сосуда.

Ответ: Над верхней границей масла находится $1/8$ часть объема тела.

Решение: Обозначив через V объем тела и через V_x объем его выступающей над уровнем масла части, запишем условие плавания тела: $800V = 1000V/2 + 800(V/2 - V_x)$. Отсюда находим $V_x = V/8$.

3. (40 баллов) Через горизонтальное гладкое бревно радиуса R перекинули веревку, длина которой в 10 раз больше диаметра бревна. Вербка состоит из двух кусков равной длины, массы которых отличаются в два раза. На сколько должны отличаться свешивающиеся с бревна концы веревки, чтобы она находилась в равновесии?

Ответ: Длины свешивающихся концов веревки должны отличаться на $5R$.

Решение: В положении равновесия легкий кусок веревки висит вертикально, а тяжелый кусок частично наброшен на бревно. Половина тяжелого куска, примыкающая к легкой части веревки, наброшена на бревно симметрично, а другая половина висит вертикально, уравновешивая легкую часть веревки.

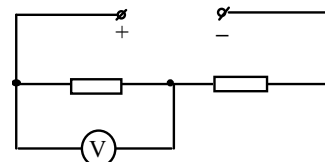
ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2014-2015 уч. год
Физика, 9 класс, I тур, вариант 1

1. (40 баллов) Частица начинает движение вдоль оси x из точки $x = 0$. Координата x и скорость V_x частицы в ходе движения связаны соотношением $x = AV_x^2$, где $A = 0,5 \text{ с}^2/\text{м}$. Чему равно ускорение частицы (20 баллов)? В какой точке окажется частица через 2 с после начала движения (20 баллов)?

Ответ: Ускорение частицы равно 1 м/с^2 . Через 2 с частица окажется в точке с координатой 2 м.

Решение: Данная связь координаты и скорости имеет место при равноускоренном движении с нулевой начальной скоростью. Записывая для такого движения формулы $V_x = a_x t$ и $x = a_x t^2/2$, получаем $x = V_x^2/(2a_x)$. Сравнивая полученное выражение с данным в условии соотношением, находим $a_x = 1/(2A) = 1 \text{ м/с}^2$. Используя далее формулу $x = a_x t^2/2$, находим координату частицы в момент $t = 2 \text{ с}$.

2. (30 баллов) Цепь из двух одинаковых резисторов и вольтметра подключена к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). После того, как вольтметр отсоединили и включили последовательно с резисторами, его показания не изменились. Найти отношение сопротивлений вольтметра и резистора.



Ответ: Отношение сопротивлений равно 1.

Решение: Обозначим напряжение источника через U , а сопротивления резистора и вольтметра через R и R_V . Тогда напряжение на вольтметре в случае, указанном на схеме, можно записать как $V_1 = UR_V/(2R_V + R)$. После включения вольтметра последовательно с резисторами напряжение на нем будет $V_2 = UR_V/(R_V + 2R)$. Приравняв V_1 и V_2 , находим, что $R_V = R$.

3. (30 баллов) В цилиндрическом сосуде находится вода с плотностью 1000 кг/м^3 и поверх нее слой масла с плотностью 800 кг/м^3 . После того, как в сосуд поместили кусок льда, уровень воды поднялся на 5 см, а уровень масла – на 10 см. На сколько изменится верхний уровень масла после того, как лед растает? Плотность льда равна 900 кг/м^3 .

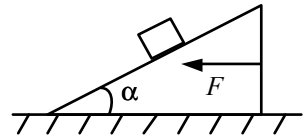
Ответ: Уровень масла понизится на 1 см.

Решение: Из условия задачи следует, что половина объема льда находится в воде, а половина – в масле. После таяния льда толщина слоя масла уменьшится на 5 см, а толщина слоя воды увеличится на 4 см. Таким образом, верхний уровень масла понизится на 1 см.

ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2014-2015

Физика, 11 класс, I тур, вариант 1

1. (40 баллов) На наклонную грань находящегося на столе клина положили кубик и начали действовать на клин с силой F , параллельной столу (см. рисунок). Угол при основании клина равен α . Считая, что масса клина мала по сравнению с массой кубика и трение между кубиком и клином, клином и столом отсутствует, найти силу, с которой клин давит на стол.



Ответ: Клин давит на стол с силой $F \operatorname{ctg} \alpha$.

Решение: Поскольку масса клина мала, то $F = N \sin \alpha$, где N – сила, с которой кубик давит на клин. Сила давления на стол равна вертикальной проекции силы N , т.е. $F \operatorname{ctg} \alpha$.

2. (30 баллов) Расстояние между центрами двух тонких колец радиуса R равно $2R$, и плоскости колец перпендикулярны прямой, проходящей через их центры. По одному кольцу равномерно распределен заряд q , а по другому – заряд $-q$. Найти разность потенциалов между центрами колец.

Ответ: Разность потенциалов между центрами колец равна $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$.

Решение: Используя принцип суперпозиции для потенциала, запишем потенциалы в центре каждого из колец как

$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right), \quad -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{5}}\right)$$

(в силу симметрии они отличаются только знаком), откуда и находим разность потенциалов.

3. (30 баллов) На движущейся со скоростью V тележке находится груз, прикрепленный к ней пружиной и совершающий гармонические колебания вдоль направления движения тележки. Максимальная скорость груза относительно тележки равна $2V$. Какую часть периода колебаний груз движется относительно земли в направлении, противоположном скорости тележки?

Ответ: $1/3$ часть периода.

Решение: Пусть скорость груза относительно тележки меняется по закону $V_x = 2V \cos(2\pi t/T)$ (ось x направим вдоль направления движения тележки). Скорость груза относительно земли направлена против скорости тележки при $\cos(2\pi t/T) < -1/2$. Это имеет место в интервале времени $T/3 < t < 2T/3$ (и аналогично на следующих периодах колебаний).

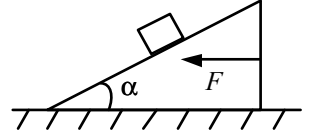
ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2014-2015
Физика, 10 класс, I тур, вариант 1

1. (30 баллов) Тело бросили со скоростью V_0 под углом 45° к горизонту. Найти скорость удаления тела от точки броска непосредственно перед ударом тела о землю.

Ответ: Скорость удаления равна $V_0/\sqrt{2}$.

Решение: Скорость удаления равна горизонтальной проекции скорости тела перед ударом о землю, т.е. $V_0/\sqrt{2}$.

2. (40 баллов) На наклонную грань находящегося на столе клина положили кубик и начали действовать на клин с силой F , параллельной столу (см. рисунок). Угол при основании клина равен α . Считая, что масса клина мала по сравнению с массой кубика и трение между кубиком и клином, клином и столом отсутствует, найти силу, с которой клин давит на стол.



Ответ: Клин давит на стол с силой $F \operatorname{ctg} \alpha$.

Решение: Поскольку масса клина мала, то $F = N \sin \alpha$, где N – сила, с которой кубик давит на клин. Сила давления на стол равна вертикальной проекции силы N , т.е. $F \operatorname{ctg} \alpha$.

3. (30 баллов) В момент, когда одно тело отпускают без начальной скорости с высоты h над землей, второе тело бросают с земли вертикально вверх. На высоте $h/2$ происходит абсолютно неупругий удар тел. Через какое время после удара слипшиеся тела упадут на землю, если их массы одинаковы?

Ответ: Тела упадут на землю через время $\frac{\sqrt{5}-1}{2} \sqrt{\frac{h}{g}}$.

Решение: Поскольку тела перед соударением прошли равные расстояния за равное время, их средние скорости одинаковы. Отсюда следует, что брошенное снизу тело перед ударом остановится. Падающее сверху тело будет иметь перед ударом скорость \sqrt{gh} . После соударения скорость слипшихся тел будет равна $(1/2)\sqrt{gh}$. Решая кинематическую задачу о падении тела с высоты $h/2$ с начальной скоростью $(1/2)\sqrt{gh}$, получаем искомое время.