

Избранные задачи Московской физической олимпиады

Первый теоретический тур

8 класс

1. Из Анискино (A) в Борискино (B), расстояние между которыми 60 км, в 12⁰⁰ выехал и ехал с постоянной скоростью 10 км/ч велосипедист. Из B в A выехал и ехал с постоянной скоростью 30 км/ч автомобиль. Они встретились на одинаковом расстоянии от A и B . На каком расстоянии друг от друга они находились в 14⁰⁰; в 16⁰⁰?

С.Варламов

2. Ширина футбольных ворот $L = 5$ м. Вратарь массой $m = 80$ кг подпрыгнул и, зацепившись рукой, повис на

перекладине на расстоянии $l = 1$ м от правой штанги. Как изменилась разность сил давления перекладины ворот на правую и левую штанги?

С.Варламов

3. Школьник прочитал в газете «Советы домохозяйке» следующую заметку: «Для того чтобы рассортировать куриные яйца по степени свежести, возьмите четыре стеклянные банки, налейте в каждую пол-литра воды и растворите в первой банке 50 г соли, во второй 45 г, в третьей 30 г и в четвертой 15 г. После этого поочередно опускайте яйца в каждую банку. В первой банке будут тонуть только что снесенные яйца, во второй – снесенные не более двух недель назад, в третьей – снесенные не более пяти недель

назад, в четвертой – снесенные не более восьми недель назад». Школьник сделал растворы, строго следуя рецепту, рассортировал имевшиеся в холодильнике яйца, а затем слил содержимое из всех четырех банок в одну большую емкость. Сколько недель назад были снесены яйца, которые тонут в получившемся растворе?

А.Якута

9 класс

1. Не дождавшись автобуса, пешеход пошел пешком к следующей автобусной остановке, павильон которой был виден вдаль. Через некоторое время он обнаружил, что кажущаяся высота этого павильона в $k = 1,5$ раза меньше кажущейся высоты павильона, от которого он отошел. Пройдя еще $L = 100$ м, пешеход заметил, что теперь павильон впереди кажется ему в $k = 1,5$ раза выше павильона позади. Найдите расстояние между остановками. Считать, что кажущийся размер предмета обратно пропорционален расстоянию до него. Остановочные павильоны одинаковы, пешеход идет по соединяющей их прямой.

Д.Харабадзе

2. Для организации транспортного сообщения между населенными пунктами A и B , расположенными на одной горизонтали на небольшом расстоянии l друг от друга, между ними прорывают тоннель, состоящий из двух одинаковых прямых участков (рис.1). По рельсам внутри тоннеля скользит без трения безмоторная вагонетка. Какова должна быть максимальная глубина тоннеля h , чтобы время поездки от A до B было минимальным?

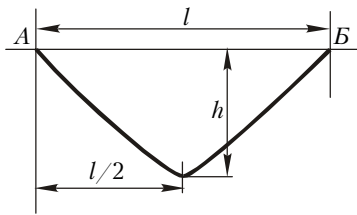


Рис. 1

Чему равно это время? Считать, что движение вагонетки начинается без начальной скорости, а на закруглении в нижней точке тоннеля величина скорости не изменяется.

В.Птушенко

3. В «черном ящике» с тремя контактами находится схема, спаянная из идеальной батарейки и резистора. Если к контактам 1 и 2 подсоединить другой резистор с известным сопротивлением r , то через него будет течь ток $I_{12} \neq 0$. При подсоединении этого же резистора к контактам 1 и 3 через него потечет ток $I_{13} \neq 0$, причем $I_{13} \neq I_{12}$. При подключении этого резистора к контактам 2 и 3 ток через него течь не будет. Чему могут быть равны напряжения батарейки и сопротивление резистора, находящегося в «черном ящике»? Какие схемы могут находиться в «черном ящике»?

О.Шведов

10 класс

1. На массивный гладкий цилиндр радиусом R , движущийся поступательно со скоростью u , налетает маленький шарик, движущийся навстречу цилиндру перпендикулярно его оси со скоростью v (рис.2). Расстояние между линией, вдоль которой движется шарик, и плоскостью, в которой движется ось цилиндра, равно L ($L < R$). Найдите величину скорости шарика v_1

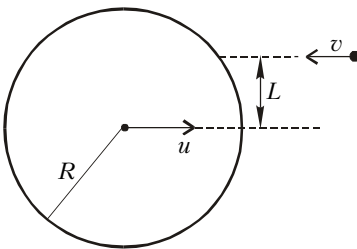


Рис. 2

после абсолютно упругого удара о цилиндр. Сила тяжести отсутствует.

А.Якута

2. Маленький шарик массой m и зарядом q , брошенный со скоростью v под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, пролетев вдоль поверхности земли расстояние L , попадает в область пространства, в которой кроме поля силы тяжести имеется еще и однородное постоянное горизонтальное электрическое поле. Граница этой области вертикальна. Через некоторое время после этого шарик падает в точку, откуда был произведен бросок. Найдите напряженность электрического поля E . Ускорение свободного падения равно g , влиянием воздуха пренебречь.

А.Якута

3. В «черном ящике» с двумя контактами находится схема, состоящая из незаряженного конденсатора и резистора. К контактам в момент времени $t = 0$ подсоединили конденсатор емкостью C , имеющий заряд Q_0 . График зависимости заряда на этом конденсаторе от времени изображен на рисунке 3. Найдите сопротивление резистора и емкость конденсатора, находящихся в «черном ящике».

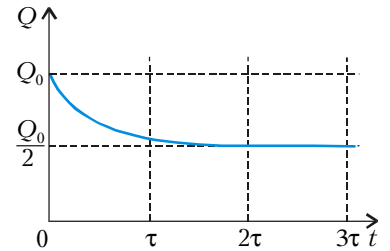


Рис. 3

О.Шведов

11 класс

1. Телу массой m , находящемуся на горизонтальной поверхности, сообщили скорость v_0 в направлении оси X . График зависимости скорости тела v от его координаты x изображен на рисунке 4. Найдите зависимость величины силы трения, действующей на тело, от координаты x .

О.Шведов

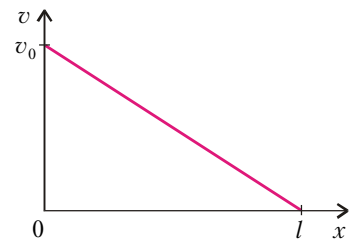


Рис. 4

2. Два закрытых сосуда емкостью $V_1 = 10$ л и $V_2 = 20$ л имеют жесткие стенки и поддерживаются при одинаковой постоянной температуре 0°C . Сосуды соединены короткой трубкой с краном. Вначале кран закрыт. В первом сосуде находится воздух под давлением $p_1 = 2$ атм при относительной влажности $\phi_1 = 20\%$. Во втором сосуде находится воздух под давлением $p_2 = 1$ атм при относительной влажности $\phi_2 = 40\%$. Кран постепенно открывают так, что процесс выравнивания давлений в сосудах можно считать изотермическим. Найдите минимальную и максимальную относительную влажность воздуха в сосуде емкостью 10 литров.

С.Варламов

3. Заряженная частица двигалась в некоторой области пространства, где имеются взаимно перпендикулярные однородные поля: электрическое с напряженностью \vec{E} , магнитное с индукцией \vec{B} и поле силы тяжести \vec{g} . Вектор скорости частицы при этом был постоянным и перпендикулярным магнитному полю. После того как частица покинула эту область пространства и начала движение в другой области, где имеется только поле силы тяжести, ее скорость начала уменьшаться. Через какое время после вылета части-

цы из первой области ее скорость достигнет минимального значения?

А.Якута

Второй теоретический тур

8 класс

1. По шоссе равномерно движется длинная колонна автомобилей. Расстояния между соседними автомобилями в колонне одинаковы. Едущий по шоссе в том же направлении инспектор ГИБДД обнаружил, что если его скорость равна $v_1 = 36$ км/ч, то через каждые $\tau_1 = 10$ с его обгоняет автомобиль из колонны, а при скорости $v_2 = 90$ км/ч через каждые $\tau_2 = 20$ с он обгоняет автомобиль из колонны. Через какой промежуток времени будут проезжать автомобили колонны мимо инспектора, если он остановится?

О.Шведов

2. Хулиган-двоечник прогуливался вблизи стройки и увидел страшную картину (рис.5). Молодец-отличник стоял на

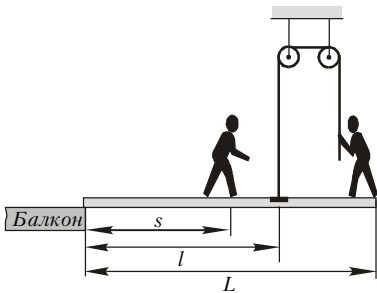


Рис. 5

краю горизонтальной доски длиной $L = 6$ м, которая опиралась другим концом на край балкона второго этажа. Отличник держался за веревку, пропущенную через два блока, оси которых крепились на стене дома. Другой конец веревки был привязан к доске на расстоянии $l = 4$ м от балкона.

Двоечник бросился на помощь отличнику, но, не дойдя до него, услышал: «Ни шагу дальше, мы оба упадем!» При каком расстоянии s от края балкона до двоечника должен был это сказать молодец-отличник, чтобы катастрофы не случилось? Масса доски $m_d = 8$ кг, масса хулигана-двоечника $m_x = 50$ кг, масса молодца-отличника $m_o = 40$ кг.

Ю.Старокуров

3. Сухие дрова плотностью $\rho_1 = 600$ кг/м³, привезенные со склада, свалили под открытым небом и ничем не укрыли.

Дрова промокли, и их плотность стала $\rho_2 = 700$ кг/м³. Для того чтобы в холодную, но не морозную погоду (при температуре $t = 0$ °С) протопить дом до комнатной температуры, нужно сжечь в печи $M_1 = 20$ кг сухих дров. Оцените, сколько нужно сжечь мокрых дров, чтобы протопить дом до той же комнатной температуры. Удельная теплота парообразования воды $r = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °С), удельная теплота сгорания сухих дров $q = 10^7$ Дж/кг.

С.Варламов

9 класс

1. На гладкой горизонтальной поверхности расположены две одинаковые маленькие шайбы. В начальный момент времени первой шайбе сообщили некоторую скорость вдоль линии, соединяющей центры шайб. Оказалось, что за время t первая шайба прошла путь s_1 , а вторая — путь s_2 . Чему могут быть равны начальная скорость первой шайбы и начальное расстояние между шайбами? Трение отсутствует, удар шайб друг о друга не обязательно абсолютно упругий.

О.Шведов

2. Холодильник поддерживает в морозильной камере постоянную температуру $t_0 = -12$ °С. Кастрюля с водой охлаждается в этой камере от температуры $t_1 = +29$ °С до $t_2 = +25$ °С за $\tau_1 = 6$ мин, а от $t_3 = +2$ °С до $t_4 = 0$ °С — за $\tau_2 = 9$ мин. За сколько времени вода в кастрюле замерзнет (при 0 °С)? Теплоемкостью кастрюли пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 336$ кДж/кг.

М.Семенов

10 класс

1. Маленькая шайба скользит по винтовому желобу с углом наклона α к горизонту и радиусом R с постоянной скоростью v (рис.6). Ось желоба вертикальна, ускорение свободного падения равно g . Чему равен коэффициент трения между шайбой и желобом?

М.Семенов

2. В горизонтальном прямом желобе на равных расстояниях $L = 1$ м друг от друга лежат $N = 2002$ маленьких шарика. Известно, что шарики разложены в порядке убывания их масс и что массы соседних шариков отличаются друг от друга на $\alpha = 1\%$. Самому тяжелому шарик в момент времени $t = 0$ сообщили скорость $v = 1$ м/с в направлении остальных шариков. Считая все удары абсолютно упругими, найдите, через какое время после этого начнет двигаться самый легкий шарик. Трения нет. Временем соударения пренебречь.

А.Якута

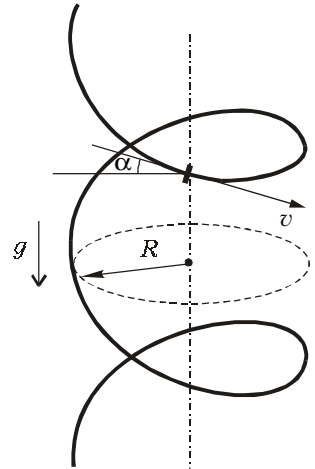


Рис. 6

11 класс

1. На горизонтальной плоскости лежит полусфера радиусом R (выпуклой стороной вверх). Из точки, находящейся над центром полусферы, бросают горизонтально маленькое тело, которое падает на плоскость, не касаясь полусферы. Найдите минимально возможную скорость тела в момент его падения на плоскость.

А.Зильберман

2. На расстоянии $d = 20$ см от тонкой собирающей линзы вдоль ее главной оптической оси расположена тонкая короткая палочка. Длина ее действительного изображения, даваемого линзой, в $k = 9$ раз больше длины палочки. Во сколько раз изменится длина изображения, если сдвинуть палочку параллельно оси на $\Delta d = 5$ см дальше от линзы?

Замечание: при $x \ll 1$ справедлива формула

$$1/(1+x) \approx 1-x.$$

М.Семенов

Публикацию подготовили М.Семенов, А.Якута