

7 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 7.1. Карлсон летит к бабушке.

Как-то летом Карлсон полетел навестить свою бабушку. Первую половину своего пути он пролетел со скоростью 30 км/ч. Затем Карлсон устал и сел перекусить. Хорошенько подкрепившись, он полетел дальше и преодолел остаток пути со скоростью 750 м/мин. Какую долю от времени своего путешествия Карлсон перекусывал, если его средняя скорость на всём пути составила 7,5 м/с?

Задача 7.2. О длине поезда.

Пассажирский поезд, движущийся с постоянной скоростью v , проезжает туннель длины L за то же самое время, что этот же поезд проезжает мимо движущегося навстречу ему со скоростью $3v$ товарного состава, имеющего длину $6L$. Чему равна длина пассажирского поезда?

Задача 7.3. Кубики в мерном сосуде.

В мерный сосуд с водой помещают два кубика, большой и маленький. Если большой кубик находится внизу, то маленький кубик, располагаясь на нём, погружается в воду наполовину (см. рис. 7.1а). Если же большой кубик находится сверху, то он оказывается погружен в воду на треть своего объёма (см. рис. 7.1б). Определите с помощью этих рисунков объёмы обоих кубиков. Стенки мерного сосуда вертикальны, количество воды в нём в обоих случаях одно и то же.

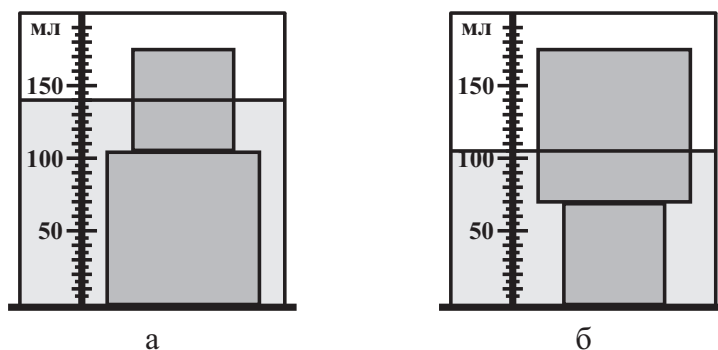


Рис. 7.1.

Задача 7.4. Гонки!

Смешарики Крош и Бараш решили устроить велосипедные гонки. Для этого они нашли в лесу длинную тропинку, обозначили на ней место старта и финиша, а Лосяша попросили стать судьёй. Получив команду на старт, Бараш поехал к финишу с постоянной скоростью 21 км/ч. Крош же вначале решил дать фору Барашу и первую треть пути двигался со скоростью 18 км/ч, затем увеличил свою скорость до 27 км/ч, но в конце пути устал, снизил её до 20 км/ч и, как результат, проиграл Барашу.

1. Найдите длину гоночной дистанции, если, по данным Лосяша, Крош догнал Бараша через 21 мин после старта?
 2. Через какое время после старта Бараш догнал Кроша, если на финише Бараш опередил соперника на 6 с?
- Считать, что Крош и Бараш стартовали одновременно, двигались всё время в одном направлении, и никто из них с тропинки не съезжал.

8 класс

Продолжительность — 160 минут. Максимальный балл — 40.

Задача 8.1. Средняя скорость велосипедиста.

Автомобиль первую часть пути проехал со скоростью втрое большей, чем вторую, а третью, последнюю часть пути — со скоростью вдвое меньшей, чем первую. С какими скоростями перемещался автомобиль на первом, втором и третьем участках, если на преодоление первого и третьего участков он затратил одно и то же время, равное половине времени на втором участке, а его средняя скорость на всём пути составила $19,5 \text{ м/с}$?

Задача 8.2. Кубики в сосуде.

В цилиндрический сосуд помещают два лежащих друг на друге кубика (маленький на большом), сделанных из одинакового материала. Маленький кубик является сплошным, в то время как большой кубик, имеющий ребро вдвое большей длины, имеет внутри полость. В сосуд медленно наливают масло. Когда уровень масла достигает середины маленького кубика (см. рис. 8.1а), нижний кубик отрывается от дна. Если же опыт повторить в случае, когда кубики переставлены местами, то, как только масло достигнет того же самого уровня (см. рис. 8.1б), верхний кубик оторвётся от нижнего.

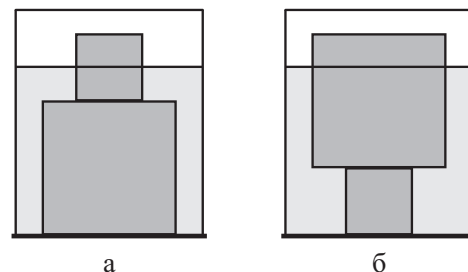


Рис. 8.1.

1. Какова плотность материала, из которого сделаны кубики, если плотность масла равна 900 кг/м^3 ?
2. Какую долю объёма большого кубика занимает полость?

Задача 8.3. Чебурашка помогает Гене.

Как-то осенним днём Крокодил Гена купил в магазине два одинаковых по массе пакета апельсинов и понёс их домой. Чебурашка, в качестве моральной поддержки, шёл рядом с Крокодилом. Внезапно один из пакетов не выдержал и порвался, а апельсины упали в лужу. Чтобы помочь Гене донести последний оставшийся пакет, Чебурашка сел Крокодилу на плечи и взял покупку в свои руки. Чему равнялась масса одного пакета апельсинов, если масса Чебурашки равна M , а масса Гены — $47M$? Известно, что суммарное давление Гены и Чебурашки на землю (вместе с покупками) в конце путешествия стало в 1,2 раза меньше их суммарного давления при выходе из магазина. Общая площадь ступней Гены в 10 раз больше общей площади ступней Чебурашки.

Задача 8.4. Эксперименты с линейкой.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша решил определить массу пустого медицинского шприца (без иглы) ёмкостью 20 мл. Для этого он взял линейку длиной 50 см и подвесил к её концу шприц, наполовину наполненный водой. Получившуюся систему Паша подвесил на нити. Оказалось, что система находится в равновесии, если точка подвеса линейки располагается на расстоянии 36 см от одного из её краёв. Выяснив это, Паша повторил опыт, но со шприцем, заполненным водой полностью. В этом случае система находится в равновесии, когда точка подвеса линейки расположена на расстоянии 38 см от того же края.

1. Определите массу пустого шприца.
 2. Под конец Паша решил определить ещё и плотность неизвестной жидкости. Для этого он провёл третий опыт, но со шприцем, полностью заполненным этой жидкостью. Найдите плотность неизвестной жидкости, если в этом случае точка подвеса оказалась на расстоянии 38,5 см от края линейки.
- Линейку считать однородной, массой нитей пренебречь. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 .

9 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 9.1. Эксперименты в спортзале.

Девятиклассники Петя и Вася, будучи в спортзале, решили провести эксперимент. Петя подбросил вертикально вверх теннисный мяч, а Вася включил секундомер. В результате оказалось, что мяч побывал в одной и той же точке на высоте 4 м от пола два раза подряд (сначала двигаясь вверх, затем вниз) с разницей в одну секунду. Какова могла быть начальная скорость мяча, если Петя подбросил его с высоты в 1 м от пола? Высота спортзала, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда, равна 7 м, а удары мяча можно считать абсолютно упругими. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача 9.2. Схема с мультиметром.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша взял 6 одинаковых резисторов и спаял схему, изображённую на рис. 9.1. К точкам *A* и *B* приложено постоянное, но неизвестное напряжение, а к точкам *C* и *D* Паша подсоединил выводы мультиметра. Чему равно сопротивление одного резистора в данной схеме, если в режиме амперметра мультиметр показывает 120 мА, а в вольтметра — 2,7 В? Мультиметр в обоих режимах можно рассматривать как соответствующие идеальные приборы.

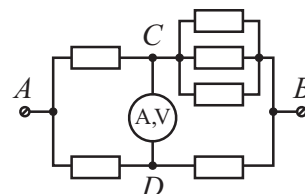


Рис. 9.1.

Задача 9.3. Плавление кубика льда.

Экспериментатор Иннокентий Иванов решил изучить у себя в лаборатории процесс плавления льда. Для этого он взял пустой цилиндрический теплоизолированный сосуд со встроенным в дно нагревателем и положил туда кубик льда с длиной ребра, равной 4 см, при температуре 0°C . Включив нагреватель, учёный начал наблюдать за происходящим через прозрачную крышку сосуда. Через минуту после включения нагревателя учёный заметил, что лёд всплыл. Определите мощность нагревателя, который использовал экспериментатор. Считать, что лёд плавится только в месте своего контакта с дном сосуда. Площадь дна сосуда равна 40 см^2 , плотность льда — 900 кг/м^3 , удельная теплота плавления льда — 340 кДж/кг .

Задача 9.4. Подъём груза.

С помощью системы из 5 блоков (см. рис. 9.2) рабочий поднимает плиту массой $M = 100 \text{ кг}$. С какой минимальной силой F он должен для этого тянуть за свободный конец верёвки, если масса каждого блока равна $m = 15 \text{ кг}$? Трение в системе отсутствует, массой верёвок и подвесов можно пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача 9.5. Взвешивание в сообщающихся сосудах.

В цилиндрических сообщающихся сосудах площадь сечения правого колена в три раза больше площади сечения левого, а поверхность жидкости полностью закрыта поршнями. В лаборатории экспериментатора Иннокентия Иванова есть два сплошных кубика, сделанные из сплавов с различной плотностью, причём длина ребра одного кубика в два раза меньше длины ребра второго. Когда на левый поршень положили маленький кубик, а на правый — большой, разность уровней жидкости в сосудах оказалась равна h (см. рис. 9.3а). Когда же на левый поршень положили большой кубик, а на правый — маленький, разность уровней в сосудах стала равна $4h$ (см. рис. 9.3б). Чему равна плотность сплава, из которого сделан большой кубик, если плотность материала маленького кубика равна $5,6 \text{ г/см}^3$? Массой поршней пренебречь, трение между поршнями и стенками сосуда отсутствует.

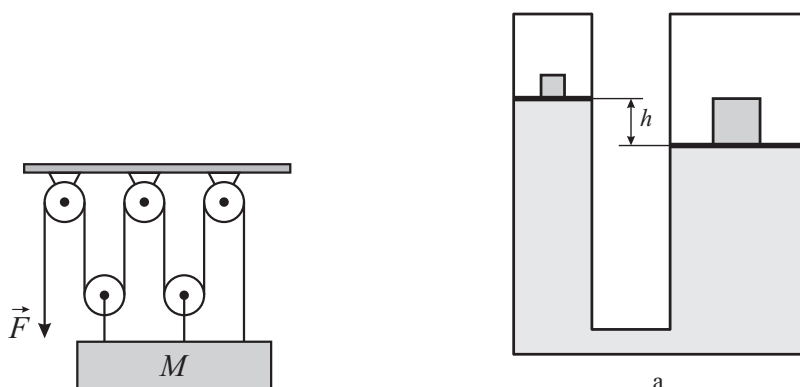


Рис. 9.2.

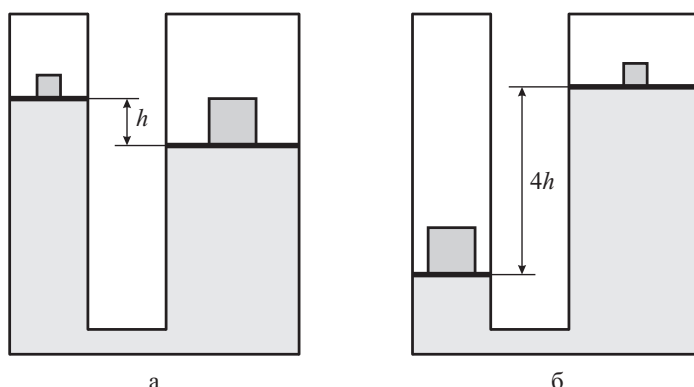


Рис. 9.3.

10 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 10.1. Учебные стрельбы.

Во время военных учений миномётный расчёт произвёл выстрел из своего орудия, расположенного в точке A . Снаряд, вылетевший из ствола под углом 45° к горизонту, упал в точке B и взорвался. Генерал, наблюдавший за ходом учений из точки C , услышал сначала звук выстрела, а ещё через 15 с — звук взрыва. Чему равнялась начальная скорость снаряда и дальность его полёта AB , если $BC = 1485$ м, $AC = 2,31$ км, а скорость звука равна 330 м/с. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Полигон, на котором проходили учения, можно считать горизонтальной плоскостью. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 10.2. Плавание куба.

Сплошной куб с ребром длиной $3a$ будет плавать в масле, погружаясь на половину своего объёма, если снизу к нему прикрепить груз размером $3a \times 3a \times a$ с массой, в 2 раза большей массы куба (см. рис. 10.1).

1. Какова плотность материала, из которого сделан куб?
2. Какое минимальное количество таких грузов нужно прикрепить снизу к кубу, чтобы вся система утонула? Плотность масла равна 900 кг/м^3 , объёмом и массой креплений можно пренебречь.

Задача 10.3. «Круглая» схема.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша спаял из кусочков тонкой проволоки постоянного сечения фигуру в виде окружности с двумя соединёнными в центре взаимно перпендикулярными перемиками CD и EF , лежащими на диаметрах этой окружности (см. рис. 10.2). Какое сопротивление покажет омметр, подключенный к точкам A и B , если при подключении к точкам C и D он показывает сопротивление, равное 8 Ом. Точка A лежит на середине дуги CE , а точка B — на середине дуги DF .

Задача 10.4. По наклонной ...

К прямоугольному брусу массой m , находящемуся на наклонной плоскости с углом наклона α ($\sin \alpha = 3/5$), прикреплена лёгкая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. К свободному концу нити привязали груз массой $2m$ (рис. 10.3). С каким ускорением будет двигаться брусок, и чему будет равна сила натяжения нити? Коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью равен $\mu = 0,25$. Блок считать невесомым, трения в оси блока нет.

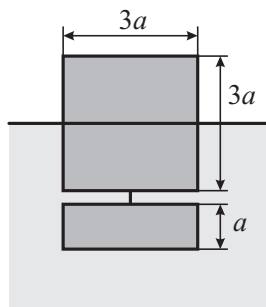


Рис. 10.1.

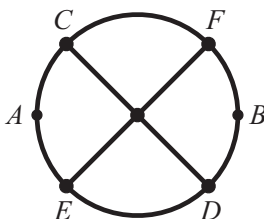


Рис. 10.2.

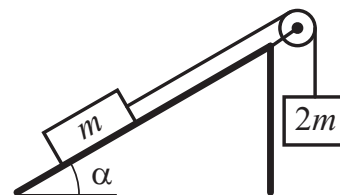


Рис. 10.3.

Задача 10.5. Падение шаров.

Массивное тело, падающее вниз с большой высоты, из-за сопротивления воздуха большую часть пути будет двигаться с постоянной, установившейся скоростью. Для сплошного алюминиевого шара диаметром $d_1 = 10$ см установившаяся скорость падения составляет $v_1 = 87$ м/с, а для полого стального шара диаметром $d_2 = 20$ см эта скорость равна $v_2 = 145$ м/с. Чему равна толщина стенок стального шара? Толщина стенок всюду одинакова. Плотность алюминия равна 2700 кг/м^3 , плотность стали — 7800 кг/м^3 .

Примечание: Сила сопротивления воздуха, действующая на любой шар диаметром d , движущийся со скоростью v , пропорциональна произведению $d^2 v^2$. Объём шара диаметра d равен $\pi d^3/6$.

11 класс

Продолжительность — 200 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Схема с конденсаторами.

На рис. 11.1 изображена электрическая цепь, состоящая из двух конденсаторов, двух резисторов (их характеристики указаны на рисунке), ключа и источника с ЭДС, равной $\mathcal{E}$, и внутренним сопротивлением r . Вначале ключ разомкнут. Какой заряд протечёт через переключку AB , если ключ замкнуть?

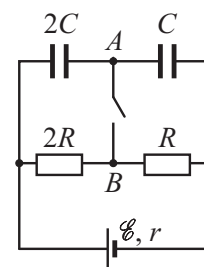


Рис. 11.1.

Задача 11.2. Движение бруска.

К прямоугольному бруску массой m , лежащему на горизонтальном столе, прикреплена лёгкая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. К свободному концу нити привязали груз массой m (рис. 11.2а). После того, как систему освободили, брусок начал двигаться с некоторым ускорением. Систему вернули в исходное положение, привязали к нити ещё один груз массой m (рис. 11.2б) и снова отпустили. Каков коэффициент трения между бруском и поверхностью стола, если во втором случае ускорение бруска оказалось на 50% больше, чем в первом? Блок считать невесомым, трения в оси блока нет.

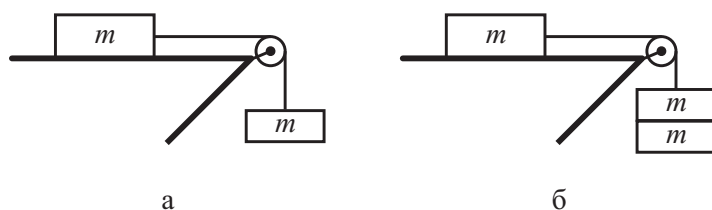


Рис. 11.2.

Задача 11.3. Чувствительность масс-спектрометра.

Масс-спектрометр состоит из ионной пушки, испускающей одинаковые положительно заряженные ионы внутрь квадратной камеры, в которой создано однородное магнитное поле (см. рис. 11.3). Отверстие пушки находится в середине одной из сторон камеры, скорость вылетающих частиц постоянна и направлена перпендикулярно этой стороне. Смежная сторона камеры полностью занята детекторами ионов. Спектрометр настроен так, чтобы ионы попадали точно в центр стороны, оборудованной детекторами, при индукции магнитного поля, равной B_0 . Найдите максимальное и минимальное значения индукции магнитного поля, $B_{\max}$ и $B_{\min}$, при которых ионы ещё будут попадать на детекторы. Магнитное поле внутри камеры направлено перпендикулярно начальной скорости частиц. Диаметр отверстия пушки по сравнению с размером камеры можно пренебречь. Ионы, отскакивающие от стенок камеры, можно не учитывать. Скорость ионов много меньше скорости света.

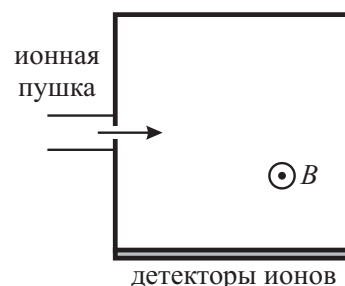


Рис. 11.3.

Задача 11.4. Эксперименты с монетами.

Готовясь к экспериментальному туру олимпиады по физике, мальчик Паша изучал столкновение двух монет с массами m и $2m$, сделанных из одного и того же материала. Паша выяснил, что если движущаяся тяжёлая монета сталкивается с покоящейся лёгкой монетой, то после удара тяжёлая монета проходит до своей остановки расстояние, в 9 раз меньшее, чем лёгкая. Определите, какая часть начальной кинетической энергии системы превращается в тепло в момент удара двух монет. Движение монет происходит по горизонтальной, ровной поверхности вдоль одной прямой. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 11.5. Сосуд с подогревом.

Вертикальный цилиндрический теплоизолированный сосуд, заполненный идеальным одноатомным газом, разделён подвижным теплонепроницаемым поршнем на две равные по объёму части (см. рис. 11.4). В верхней части сосуда находится ν молей газа, а в нижней — 2ν молей. Температура газа над поршнем и под ним одинакова и равна T_0 . В результате работы нагревательного элемента, расположенного в нижней части сосуда, поршень поднялся, и объём верхней части уменьшился вдвое.

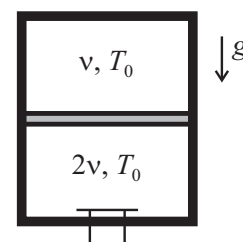


Рис. 11.4.

1. Найдите новые температуры газа в верхней и нижней частях сосуда.

2. Найдите количество теплоты, отданное нагревательным элементом.

Считать, что поршень скользит внутри сосуда без трения. Объёмом нагревательного элемента можно пренебречь.

Примечание: Адиабатный процесс описывается уравнением Пуассона: $pV^{5/3} = \text{const}$.