

9 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 9.1. В полёте.

Мячик бросили вертикально вверх с некоторой большой высоты. Какова была начальная скорость мячика, если за 2 с от момента броска он прошёл **путь**, равный 10,4 м? Рассмотрите все возможные варианты. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Задача 9.2. Вес в жидкости.

В цилиндрическом сосуде находится сплошной металлический куб. Когда в сосуд налили 240 г керосина, он полностью покрыл куб, и вес куба оказался равным 9,6 Н. Если же вместо керосина в сосуд налить 200 г воды, вес куба не изменится.

1. Какова длина ребра куба, если площадь дна сосуда в три раза больше площади грани этого куба?
2. Чему равна плотность металла, из которого сделан куб?
3. Насколько уровень керосина в первом случае выше верхней грани куба?

Жидкости могут свободно подтекать под нижнюю грань куба. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , керосина — 800 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Задача 9.3. Эксперименты на удалёнке.

Экспериментатор Иннокентий Иванов провёл от удалённого источника постоянного напряжения провода в свою лабораторию. Уже находясь на своём рабочем месте, он вспомнил, что забыл измерить напряжение на выводах этого источника. Не растерявшись, Иннокентий взял резистор сопротивлением 20 Ом и присоединил его к концам проводов. Измерения показали, что напряжение на резисторе равно 9 В. Когда же он заменил этот резистор на другой, с сопротивлением 50 Ом, измеренное напряжение оказалось равным 12,5 В. Наконец, не меняя подключённого резистора, учёный срезал изоляцию с провода в двух местах на расстоянии 40 см друг от друга (с одной стороны от резистора) и измерил напряжение между этими точками. Теперь он получил значение 10 мВ. Чему равно напряжение на выводах источника и общая длина проводов? Провода, использованные Иннокентием, имеют постоянное сечение и сделаны из одного материала. Вольтметр учёного можно считать идеальным.

Задача 9.4. опыты по выходным.

Сидя дома в воскресенье, девочка Наташа решила поэкспериментировать. Она принесла из морозилки 100 г льда, положила в калориметр и налила туда 180 г воды. После установления теплового равновесия выяснилось, что в калориметре осталось 75 г растаявшего льда. Наташа повторила свой опыт, взяв из морозилки то же количество льда, но налив 270 г воды. В этот раз в калориметре осталось только 55 г растаявшего льда.

1. Определите начальную температуру воды, которую Наташа наливает в калориметр.
2. Какая масса льда будет в калориметре после установления теплового равновесия, если Наташа в третий раз повторит свой опыт, но нальёт в калориметр 27 г воды? Количество льда, взятого из морозилки, то же, что и в предыдущих опытах.

Начальная температура воды во всех трёх опытах была одинаковой. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь. Удельная теплоёмкость воды равна $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$, льда — $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$, удельная теплота плавления льда — 330 кДж/кг .

Задача 9.5. Современное искусство.

На стене комнаты висит картина K высотой $0,9$ м, верхний край которой находится на расстоянии $1,7$ м от пола (см. рис. 9.1). Мальчик Паша решил, что картина висит вверх ногами, и положил на пол зеркало Z . В результате оказалось, что минимальное расстояние от стены, на котором Паша может видеть в зеркале всю картину целиком, равно $2,7$ м.

1. Чему равно расстояние от пола до глаз Паши?

2. Каково максимально возможное расстояние до стены, при котором мальчик будет видеть в зеркале всю картину?

Расстояние от краёв зеркала до стены равно $1,0$ м и $2,5$ м. Паша всегда рассматривает картину, не приседая и не подпрыгивая. Толщиной зеркала и картины пренебречь.

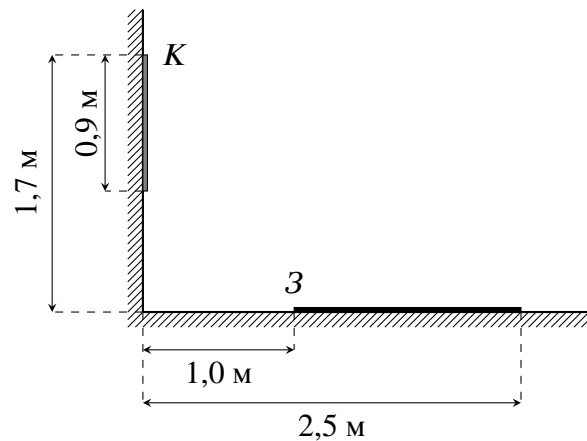


Рис. 9.1.

10 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 10.1. Архив Лосяша.

Учёный Лосяш, разбирая архив, нашёл своё старое исследование по баллистике. Там он увидел незаконченный чертёж (рис. 10.1), где на координатной сетке были нанесены три положения тела, брошенного под некоторым углом к горизонту, в различные моменты времени. В подписи к чертежу было указано, что масштаб по обеим осям одинаковый, а ускорение свободного падения направлено вдоль оси y .

1. Определите, под каким углом к горизонту направлен вектор скорости в каждой из трёх отмеченных на чертеже точек.
2. Найдите отношение скоростей в левой и правой точках. Сопротивлением воздуха пренебречь.

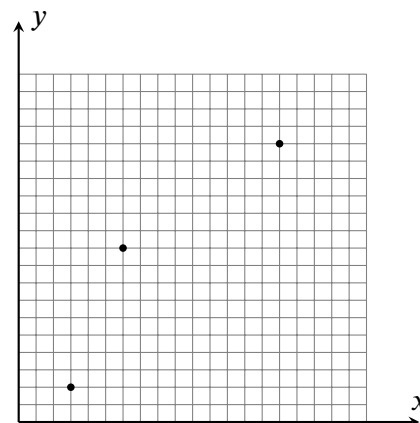


Рис. 10.1.

Задача 10.2. Оптика будет!

Луч лазера падает из воздуха на левую (см. рис. 10.2) грань стеклянной призмы под углом $\alpha = 60^\circ$ к её поверхности.

1. Под каким углом β к поверхности правой грани он выйдет из призмы, если при переходе из стекла в воздух преломлённый и отражённый лучи перпендикулярны друг другу?
2. Чему равен преломляющий угол призмы φ ?

Показатель преломления стекла $n = 1,6$.

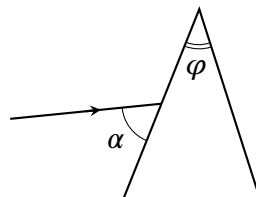


Рис. 10.2.

Задача 10.3. Тянем-потянем.

Какова сила натяжения нити, перекинутой через блок, в системе, изображённой на рис. 10.3, если масса верхнего груза равна $m = 200$ г, масса нижнего $M = 800$ г, сила $F = 2,5$ Н, а коэффициент трения между грузами $\mu = 0,25$? Трение между нижним грузом и горизонтальной поверхностью, на которой он находится, отсутствует. Нити считать горизонтальными, невесомыми и нерастяжимыми. Массой блока и трение в его оси пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

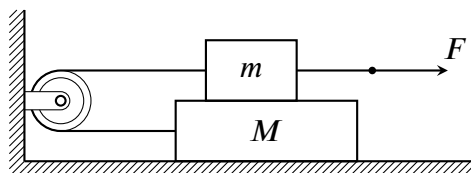


Рис. 10.3.

Задача 10.4. Нагрев проводников.

У экспериментатора Иннокентия Иванова есть три цилиндрических проводника, сделанных из одного и того же тугоплавкого материала (размеры указаны на рис. 10.4), к торцам которых он по очереди подключает источник постоянного напряжения. Когда Иннокентий подключил источник к проводнику №1, тот нагрелся до температуры 120°C . Второй проводник смог нагреться уже до 280°C . До какой температуры сможет нагреться проводник №3? Температура воздуха в комнате равна $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Удельное сопротивление материала зависит от его температуры t по закону $\rho = \rho_0(1 + \alpha(t - t_0))$, где ρ_0 — удельное сопротивление при комнатной температуре t_0 , а α — некоторый коэффициент. Считать, что мощность теплоотдачи от проводника пропорциональна разности температур между ним и воздухом, а также площади его боковой поверхности.

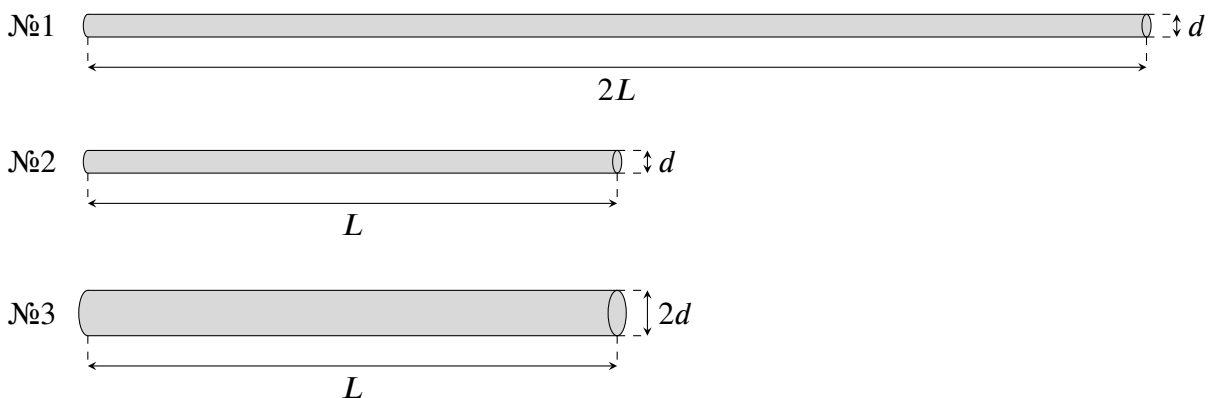


Рис. 10.4.

Задача 10.5. Равновесие изогнутого стержня.

Тонкий однородный стержень массой M , согнутый под прямым углом, шарнирно закреплён на опоре так, что в положении равновесия его длинная часть является горизонтальной (рис. 10.5). Груз какой массы m нужно подвесить к левому концу стержня, чтобы в новом положении равновесия его длинная часть образовала угол α с горизонтом? Длина короткой части (на рис. 10.5 она расположена вертикально) равна одной трети длины всего стержня. Трение в шарнире отсутствует.

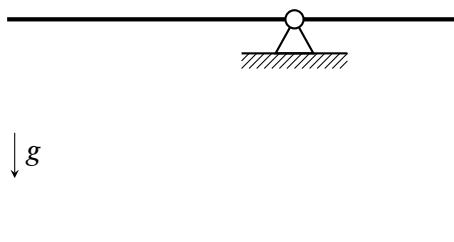


Рис. 10.5.

11 класс

Продолжительность — 230 минут. Максимальный балл — 50.

Задача 11.1. Одновременное падение.

Из одной точки на земле одновременно брошены два тела: первое — под углом $\alpha = 30^\circ$, второе — под углом $\beta = 60^\circ$ к горизонту. Определите начальные скорости тел, если они одновременно упали обратно на землю на расстоянии $\Delta L = 4$ м друг от друга. Рассмотрите все возможные варианты, считая, что траектории движения обоих тел лежат в одной плоскости. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Сопротивление воздуха не учитывать, а поверхность земли считать горизонтальной.

Задача 11.2. Тяни-толкай.

Если на маленький брусок, лежащий на шершавой поверхности, действовать силой F , направленной горизонтально вправо (рис. 11.1а), он будет двигаться с ускорением $a_1 = 1 \text{ м/с}^2$.

1. Каким станет ускорение бруска a_2 , если та же сила F направлена вниз и вправо под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. 11.1б)?

2. С каким ускорением a_3 будет двигаться брусок, если сила F направлена вверх и вправо под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рис. 11.1в)?

Коэффициент трения скольжения бруска о поверхность равен $\mu = 0,4$, а ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Поверхность считать горизонтальной. Сопротивлением воздуха пренебречь.

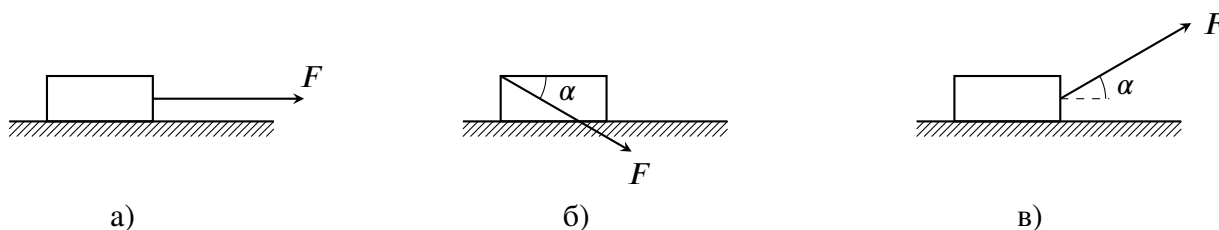


Рис. 11.1.

Задача 11.3. Подъём груза.

Груз массой m , насаженный на вертикальную гладкую спицу, тянут вверх, прикладывая к нити, перекинутой через неподвижный блок, постоянную горизонтальную силу. Ось блока находится на расстоянии L от спицы. В начальный момент груз имеет нулевую скорость и расположен так, как показано на рис. 11.2.

1. С какой наименьшей силой F нужно тянуть, чтобы груз смог подняться до уровня оси блока?

2. Какова в этом случае будет максимальная скорость груза в процессе его движения?

Нить считать невесомой и нерастяжимой. Размерами блока и груза пренебречь. Трение в оси блока отсутствует.

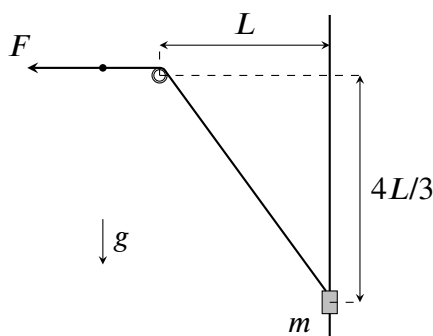


Рис. 11.2.

Задачи 11.4 и 11.5 находятся на второй странице!

Задача 11.4. Изучаем цикл.

Одноатомный идеальный газ совершает цикл 1-2-3-4-1 (см. рис. 11.3), состоящий из двух изохор и двух изобар. Температура газа в точке 1 равна T_1 , в точке 3 равна $T_3 = 6T_1$, а в точке 2 температура на T_1 больше, чем температура в точке 4.

1. Какова температура газа в точках 2 и 4?
2. Какую работу совершит ν молей газа за этот цикл?
3. Определите КПД данного цикла.

Задача 11.5. Заряд имеет значение!

В цепи, изображённой на рис. 11.4, ключ K вначале разомкнут, конденсатор ёмкостью $3C$ не заряжен, а заряд q конденсатора ёмкостью C отличен от нуля. Определите заряд q , если после замыкания ключа в цепи выделяется количество теплоты $Q = C\mathcal{E}^2/4$. Величины C и ЭДС батареи \mathcal{E} считать заданными.

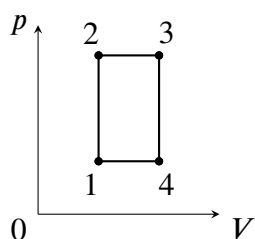


Рис. 11.3.

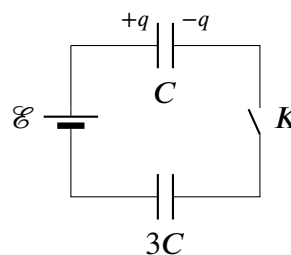


Рис. 11.4.