

## 9 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 9.1. Часы-реостат.**

Для проекта по технологии мальчик Паша изготовил «часы-реостат». На пластиковом основании он закрепил непроводящее электричество кольцо (на рис. 9.1 закрашено серым цветом), намотал на него витки проволоки, а в центре кольца поместил часовой механизм с парой металлических стрелок таким образом, что стрелки во время движения скользят по проволоке. Затем он нарисовал циферблат и прикрепил к проволоке напротив цифр «3» и «9» электрические провода для подключения измерительных приборов (см. рис. 9.1). В результате своих измерений Паша выяснил, что, когда часы показывают 6:00, сопротивление реостата равно 30 Ом. Каково станет сопротивление реостата, когда часы покажут 10:30? Сопротивлением стрелок и проводов можно пренебречь. Проволока на кольцо намотана плотно, а каждый виток отделён от соседних изоляцией.

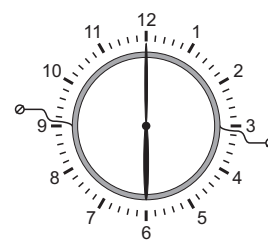


Рис. 9.1.

**Задача 9.2. Тень от домика.**

Экспериментатор Иннокентий Иванов как-то решил сделать новую крышу для своего дачного домика. В процессе работы он обратил внимание на то, что тень, которую отбрасывает на землю дом без крыши, на 20 см короче, чем тень от дома с новой крышей. Какова высота дачного домика (вместе с новой крышей), если остальные размеры указаны на рис. 9.2? Считать, что скаты крыши симметричны, солнечные лучи в обоих случаях падали в плоскости рисунка под углом  $30^\circ$  к горизонту, а поверхность земли рядом с домиком горизонтальна.

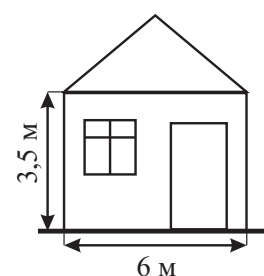


Рис. 9.2.

**Задача 9.3. Неравное давление.**

Горизонтальный стержень постоянного сечения, левая треть которого изготовлена из чугуна, а правые две трети — из алюминия, опирается своими концами на две опоры. С какой силой стержень давит на левую опору, если на правую он давит с силой 143 Н? Плотность чугуна равна  $7 \text{ г/см}^3$ , плотность алюминия —  $2,7 \text{ г/см}^3$ .

**Задача 9.4. Брусок в мерном сосуде.**

В мерном сосуде с водой находится деревянный брусок, привязанный с помощью лёгкой нити ко дну (см. рис. 9.3а). Нить аккуратно перерезают, и брусок всплывает (рис. 9.3б). Определите с помощью рисунков объём бруска, если он имеет форму прямоугольного параллелепипеда. Найдите массу бруска и силу натяжения нити в первом случае. Плотность воды равна  $1000 \text{ кг/м}^3$ , ускорение свободного падения —  $10 \text{ Н/кг}$ .

**Задача 9.5. Зима близко!**

Как-то под Новый год девятиклассник Паша, изучая тепловые явления, налил в теплоизолированный калориметр воду при температуре  $20^\circ\text{C}$  и довёл её до кипения с помощью встроенного нагревателя за 5 мин. Затем он повторил свой опыт, набрав в калориметр такой же объём снега при температуре  $-20^\circ\text{C}$ . Во втором случае содержимое калориметра закипело через 5,5 мин. Найдите среднюю плотность снега в калориметре. Удельная теплоёмкость воды равна  $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ , льда —  $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда —  $340 \text{ кДж/кг}$ .

*Примечание:* Снег состоит из кристалликов льда, между которыми есть воздушные полости.

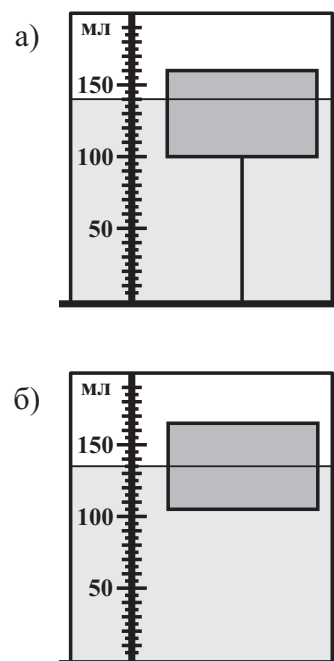


Рис. 9.3.

## 10 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 10.1. Бах!**

Молот массой 15 кг падает на лежащую на наковальне стальную пластину массой 300 г. Скорость молота перед ударом равна 10 м/с. Считая, что на нагревание пластины уходит 20% кинетической энергии молота, вычислите, на сколько градусов нагреется пластина после тридцати таких ударов. Удельная теплоёмкость стали равна 500 Дж/(кг · °С).

**Задача 10.2. Недалёкое будущее.**

Маленькая ракета взлетающая с Луны, поднимается вверх с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>. Через 40 с после начала движения от неё отделяются пустые топливные баки. Через какое время после этого они упадут обратно на поверхность Луны? Ускорение свободного падения равно 1,6 м/с<sup>2</sup>. Считать, что баки отделяются без толчка.

**Задача 10.3. Переключатель мощности.**

Цепь, изображённая на рис. 10.1, состоит из источника постоянного напряжения, двух резисторов и реостата. Сопротивление левого резистора в четыре раза меньше, чем сопротивление правого. Если движок реостата находится в таком положении, как показано на рис. 10.1а, мощность, выделяющаяся на левом резисторе, равна 9 Вт, а на правом — 4 Вт. Какие мощности будут выделяться на резисторах, если движок реостата переместить в положение, изображённое на рис. 10.1б? Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Для удобства на рисунках реостат разделён на равные по длине части.

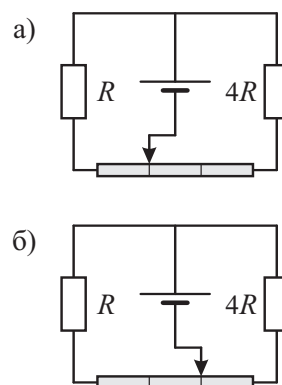


Рис. 10.1.

**Задача 10.4. Тянем быстрее.**

Если брусок массой  $m = 8$  кг, лежащий на горизонтальной поверхности, тянуть с постоянной горизонтальной силой  $F = 60$  Н, он переместится на некоторое заданное расстояние вдвое быстрее, чем если бы его тянули с силой  $F/2$ . Каков коэффициент трения между бруском и плоскостью? Брусок в начальный момент покоился. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с<sup>2</sup>, сопротивлением воздуха пренебречь.

**Задача 10.5. Пластик бывает разный!**

Два груза одинакового объёма, но сделанные из разных видов пластика, подвесили на однородном рычаге, опустив их в масло. Если это сделать так, как показано на рис. 10.2а, то система окажется в равновесии, когда оба груза погружены в воду наполовину. Если же их перевесить так, как изображено на рис. 10.2б, равновесие наступит, когда правый груз погружен полностью, а левый — только на одну пятую своего объёма. Определите плотности материалов, из которых сделаны грузы. Для удобства рычаг на рисунке разделён на равные по длине части. Плотность масла равна 900 кг/м<sup>3</sup>.

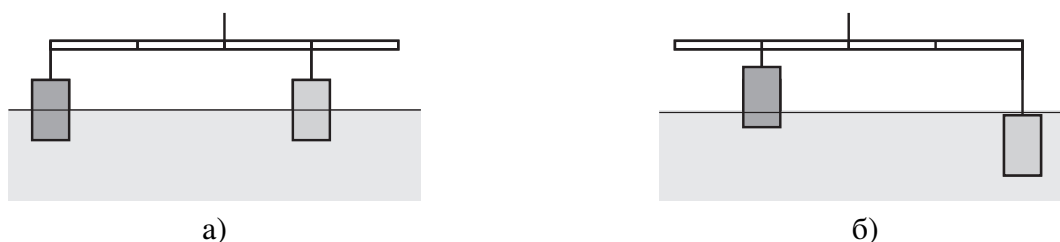


Рис. 10.2.

## 11 класс

Продолжительность — 150 минут. Максимальный балл — 50.

**Задача 11.1. Гелий с подогревом.**

В теплоизолированном сосуде объёмом 10 л, содержащем гелий при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении 100 кПа, находится электрический нагреватель. До какой температуры нагреется газ, если нагреватель на 1 мин подключить к источнику с постоянным напряжением 24 В? Каким станет при этом давление гелия в сосуде? Сопротивление нагревателя равно 36 Ом. Объёмом нагревателя можно пренебречь.

**Задача 11.2. Кантование куба.**

Рабочие пытаются опрокинуть лежащий на шероховатой горизонтальной поверхности однородный куб массой  $m$ , привязав трос к его верхнему ребру. С какой минимальной силой  $F$  им нужно тянуть трос в тот момент, когда нижняя грань куба составляет угол  $\alpha = 15^\circ$  с горизонтальной поверхностью (см. рис. 11.1)? Считать, что трос в этот момент тоже горизонтален, а куб по поверхности не проскальзывает.

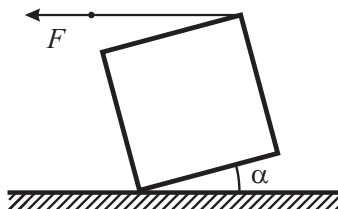


Рис. 11.1.

**Задача 11.3. Проверять надо!**

Как-то раз мальчик Паша решил зарядить конденсатор ёмкостью  $C$ . Для этого он взял батарейку с ЭДС, равной  $\mathcal{E}$ , и подсоединил конденсатор к ней. Однако Паша не учёл два обстоятельства: во-первых, конденсатор уже был заряжен до напряжения  $\mathcal{E}/2$ , а во-вторых, при соединении «плюс» конденсатора оказался соединён с «минусом» батарейки. Какой заряд протечёт через батарейку в процессе перезарядки конденсатора? Какое количество теплоты выделится при этом в цепи?

**Задача 11.4. Тянем и отпускаем.**

Брусок массой  $m = 2,5$  кг, лежащий на горизонтальной поверхности, тянут направо, прикладывая к нему горизонтальную силу  $F = 40$  Н (см. рис. 11.2). Через время  $\tau$  после начала движения действие силы прекращается, и после этого ещё через время  $4\tau$  брусок останавливается. Каков коэффициент трения между бруском и плоскостью? Ускорение свободного падения принять равным  $10$  м/с<sup>2</sup>, сопротивлением воздуха пренебречь.

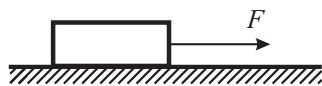


Рис. 11.2.

**Задача 11.5. Преломление в неизвестной жидкости.**

Луч света падает на поверхность раздела воздуха и неизвестной прозрачной жидкости под углом  $\alpha$  ( $\text{tg } \alpha = 3/5$ ). Оказалось, что если увеличить угол падения луча на  $45^\circ$ , угол преломления увеличится вдвое. Определите, чему равен показатель преломления неизвестной жидкости.