

## 9 класс

### Задача 1. Лунный камень

С лунной горы высотой 2 км оторвался лунный камень. Во сколько раз путь, пройденный камнем за 30-ю секунду падения, больше пути за 20-ю секунду? Во сколько раз путь, пройденный камнем за первые 40 секунд падения, больше пути за первые 30 секунд? Во сколько раз путь, пройденный камнем за первые 60 секунд падения, больше пути за первые 40 секунд? Ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше земного, а атмосферы практически нет. Камень в процессе падения на поверхность Луны ни с чем не сталкивается.

### Задача 2. Стабилизирующий ВАХ

Участок электрической цепи состоит из двух одинаковых резисторов сопротивлением  $R = 100$  Ом и полупроводникового элемента, вольт-амперная характеристика которого выглядит так, как показано на рисунке 1. Какие токи потекут через резисторы, если подключить к этому участку цепи источник с электрическим напряжением  $U_{\text{и}} = 1$  В? Напряжения  $U_0 = 0.5$  В,  $U_{\text{ст}} = -3$  В. Постройте график зависимости силы тока от напряжения (ВАХ) для данного участка цепи. Это следует сделать на отдельном листе миллиметровой бумаги.

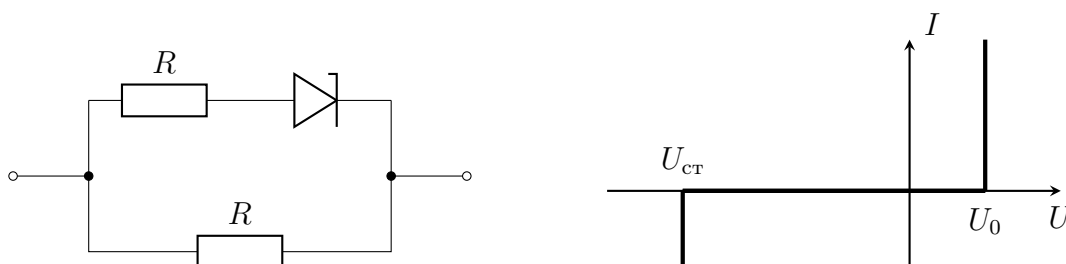


Рис. 1

### Задача 3. Такие разные кубики

Три кубика  $A$ ,  $B$  и  $C$  с начальными температурами  $t_A = 0$  °С,  $t_B = 54$  °С,  $t_C = 105$  °С не обмениваются энергией с окружающей средой. Любые два кубика можно привести в тепловой контакт на длительное время. Как сделать так, чтобы конечная температура кубика  $A$  оказалась более чем на 5 °С выше конечной температуры кубика  $B$  и конечной температуры кубика  $C$ ? Свой ответ подтвердите расчётами. Кубики  $B$  и  $C$  одинаковы. Ребро кубика  $A$  вдвое больше, чем ребра кубиков  $B$  и  $C$ . Все кубики сделаны из одного и того же материала с очень хорошей теплопроводностью.

### Задача 4. Золотая середина

Система состоит из двух одинаковых тонких однородных досок и груза (рис. 2). К верхней доске одним концом прикреплена нить, второй конец этой нити закреплен. Нижняя доска лежит на упоре, к ее правому концу на нити подвешен груз. Считая массы досок  $M$  и груза  $m$  известными, а также, что эта система находится в равновесии, при этом доски горизонтальны, а нити вертикальны, найдите силу натяжения каждой нити. При каких соотношениях масс доски и груза  $M/m$  такое равновесие возможно? Нити легкие и нерастяжимые.

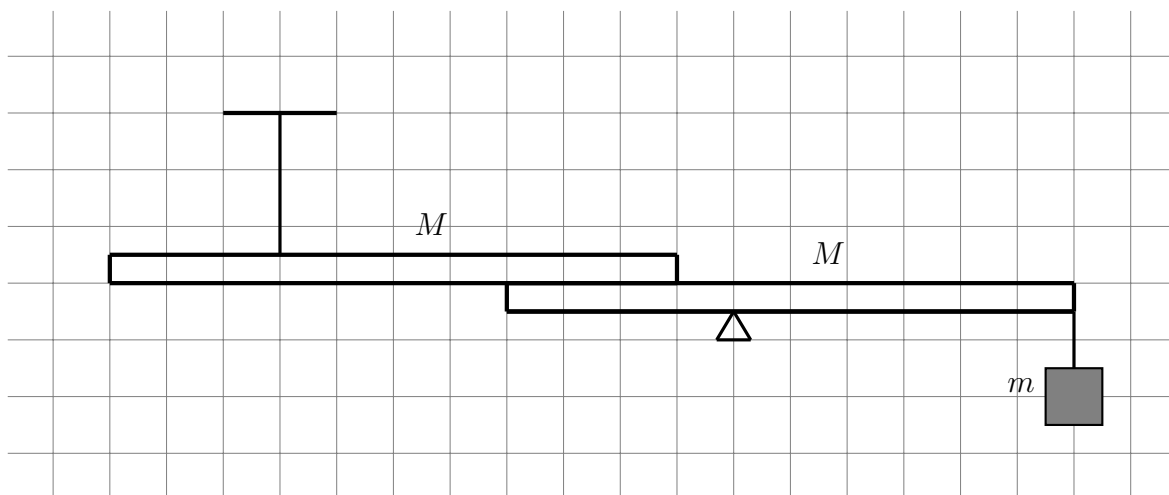


Рис. 2

### Задача 5. Пробка

В дне цилиндрического сосуда высотой  $H = 3a$  проделано квадратное отверстие сечением  $a \times a$ , которое заткнуто пробкой кубической формы с ребром  $a$  (см. рисунок 3). Пробка вставлена в отверстие до половины своей высоты. Плотность вещества пробки  $\rho$ . В сосуд до краёв наливают жидкость плотностью  $2\rho$ . Какую силу  $F$  нужно приложить для того, чтобы удержать пробку в равновесии? Какую работу нужно совершить, чтобы медленно вытащить вверх пробку из отверстия? Трением стенок отверстия о пробку, а также подтеканием жидкости между стенками отверстия и пробкой пренебречь.

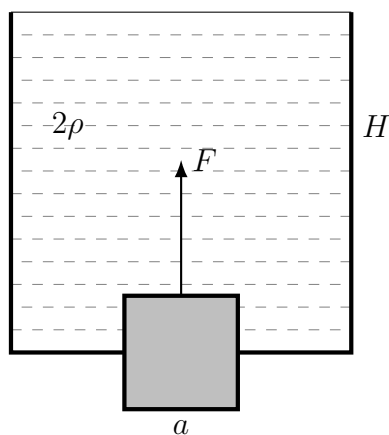


Рис. 3

## 10 класс

### Задача 1. Три стратегии

Точки  $A$  и  $B$  находятся в одной горизонтальной плоскости, расстояние между ними равно  $2R$ . Из т.  $A$  в т.  $B$  одновременно стартуют три точечных тела: первое — вдоль отрезка  $AB$ , второе — по дуге окружности с радиусом  $R$ , а третье — по параболе в результате свободного движения после броска под углом  $\alpha$  к горизонту (рис.1).

Все три траектории лежат в одной вертикальной плоскости. Известно, что первое тело начинает движение из состояния покоя с постоянным ускорением  $a$ , второе — движется с постоянной по модулю скоростью  $v$ . Известно, что три тела оказались в точке  $B$  одновременно.

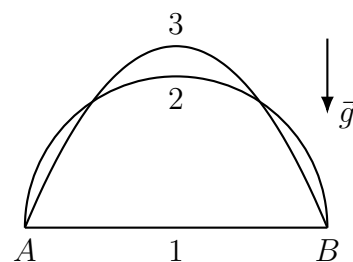


Рис. 1

Определите:

- 1) время движения этих тел;
- 2) ускорение первого тела;
- 3) с каким ускорением двигалось второе тело;
- 4) начальную скорость третьего тела.

Сопротивлением воздуха пренебречь.

### Задача 2. Не совсем пинг-понг

Несколько утяжелённый шарик для пинг-понга диаметром  $d = 40$  мм удерживают под водой на некоторой глубине, в момент времени  $t = 0$  его освобождают. Шарик приходит в движение. График зависимости модуля скорости шарика от времени приведён на рис.2.

- 1) Определите ускорение шарика в начале его движения в воде.
- 2) Определите массу шарика.
- 3) Оцените, с какой глубины всплывал шарик.
- 4) Оцените, на какую высоту от поверхности воды поднимется шарик.

*Примечание.* Считать, что шарик всплывает до момента отрыва его нижней точки от поверхности жидкости. Плотность воды равна  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ускорение свободного падения принять равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>

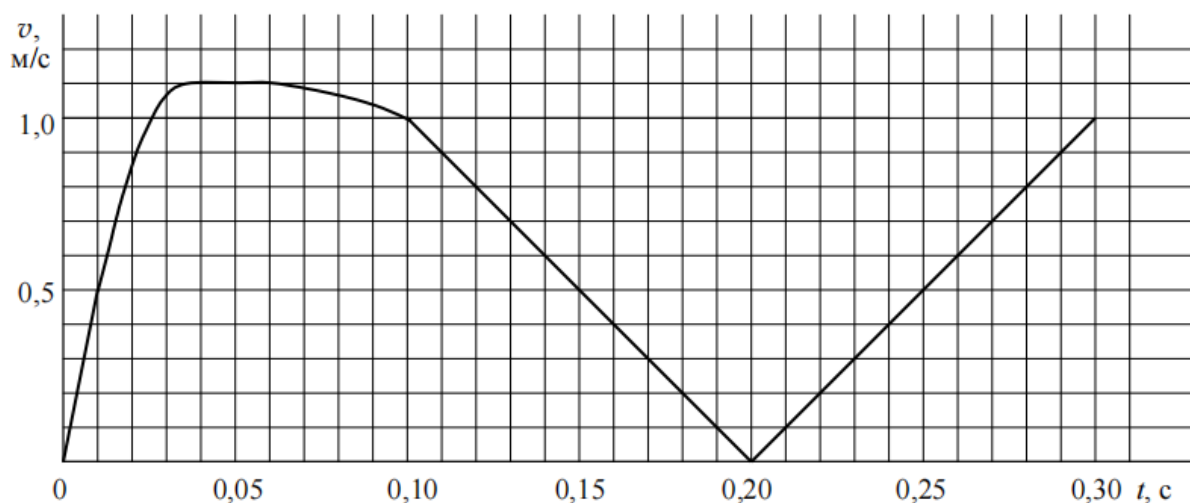


Рис. 2

### Задача 3. Наклонная плоскость

На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $\alpha = 60^\circ$  удерживается в покое доска с находящимся на ней бруском (рис. 3).

Масса доски в два раза больше массы бруска, а расстояние от края бруска до края доски  $S = 40$  см. Доску и брусок одновременно отпускают, и доска начинает скользить по наклонной плоскости, а брусок — по доске. Коэффициент трения скольжения между бруском и доской  $\mu_1 = 0,2$ , а между доской и наклонной плоскостью  $\mu_2 = 0,3$ .

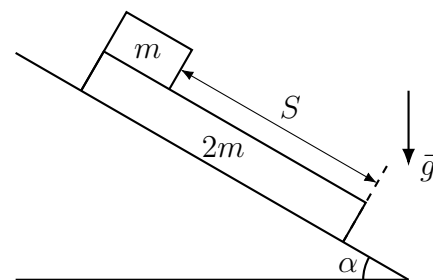


Рис. 3

1) Определите ускорения бруска и доски относительно наклонной плоскости при их скольжении.

2) Через какое время брусок достигнет края доски?

### Задача 4. Неизвестное сопротивление

Экспериментатор Глюк собрал цепь из четырех одинаковых резисторов сопротивлением  $R = 1$  кОм каждый. Если к одному из этих резисторов (см. рисунок 4) подключить параллельно резистор с сопротивлением  $R_x$ , то идеальный амперметр, включенный между точками C и D, показывает 10 мА. Чему равно сопротивление  $R_x$ ? Напряжение на зажимах этой цепи  $U = 150$  В

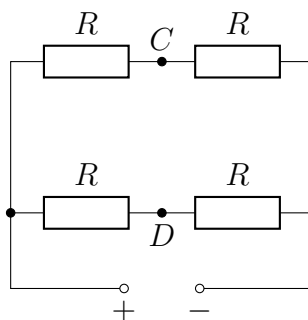


Рис. 4

### Задача 5. Термометр Глюка

Экспериментатор Глюк, выполняя лабораторную работу, налил в один из калориметров 100 г воды комнатной температуры и погрузил в него очень точный термометр, который показал значение температуры  $t = 20,3$  °С. Во второй калориметр он налил 100 г кипящей воды. Затем Глюк достал из первого калориметра термометр и поместил его во второй. Термометр показал  $t_1 = 99,2$  °С. Удивившись Глюк, снова поместил термометр в первый калориметр. Что показал термометр Глюка в этом случае?

*Примечание.* Атмосферное давление в день экспериментов Глюка было нормальным. Теплоемкостями калориметров и теплотерями можно пренебречь.

## 11 класс

### Задача 1. Сила есть...

Систему грузов, имеющих массы  $2m$  и  $m$ , тянут с помощью подвижного блока по гладкой горизонтальной поверхности, прикладывая горизонтальную силу  $F$  (см. рис. 1). Найдите ускорения тел, ускорение верхнего блока и силу натяжения нити прикреплённой к верхнему грузу. При каких значениях силы  $F$  грузы не будут проскальзывать друг по другу? Коэффициент трения между грузами  $\mu$ . Массами блоков и нити можно пренебречь. Нить нерастяжима. Ускорение свободного падения  $g$ .

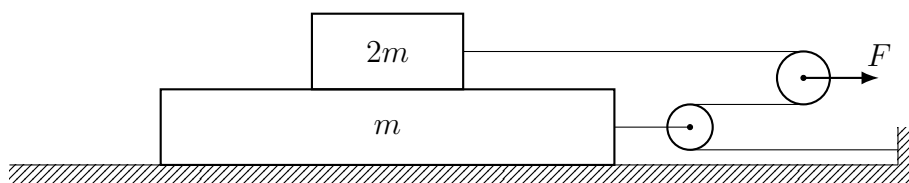


Рис. 1

### Задача 2. Центральный удар

На гладком горизонтальном столе лежит шайба радиуса  $R$  (рис. 2). На неё со скоростью  $v$  налетает вторая шайба, имеющая радиус  $r = R/2$ , причём её центр движется по прямой, проходящей через центр второй шайбы. Найдите скорость, с которой будет двигаться вторая шайба после абсолютно упругого столкновения. Все шайбы гладкие, сделаны из одинакового однородного материала и имеют одну и ту же высоту.

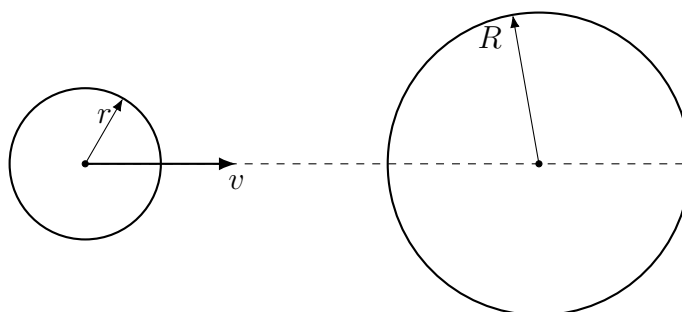


Рис. 2

### Задача 3. Симметрия синоним красоты

Экспериментатор Глюк построил оптическую систему состоящую из трёх расположенных соосно тонких линз  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$  с одинаковым значением фокусного расстояния  $f$ . Две крайние линзы являются собирающими, а средняя — рассеивающая. Расстояние между соседними линзами равно  $d$ , их оптические центры  $O_1$ ,  $O_2$  и  $O_3$  соответственно. Слева от  $L_1$  на оптической оси расположен объект  $S$ , и система линз формирует его изображение  $S'$  справа от  $L_3$ . К сожалению, сразу после сборки у Глюка вышли из строя все измерительные приборы. Определите расстояние между предметом и линзой  $L_1$ , если известно, что  $SO_2 = S'O_2$ .

### Задача 4. Цикл

На рисунке 3 в координатах  $VT$  представлен замкнутый цикл 12341, совершаемый с 1 молем водорода ( $H_2$ ). Найдите КПД данного цикла.

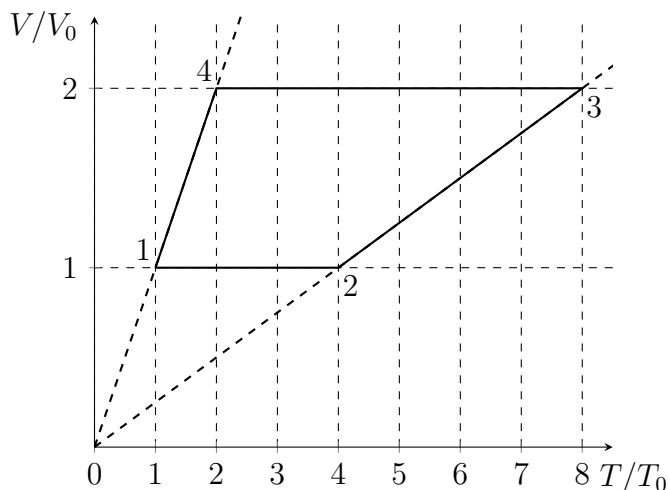


Рис. 3

### Задача 5. Перезарядка конденсатора

В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке 4, напряжения источников  $U$  и  $2U$ , ёмкость конденсатора  $C$ , сопротивления резисторов:  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ . Найдите заряд  $q$ , протекший через ключ  $K$  после его переключения из положения 1 в положение 2, и количество теплоты, выделившееся на резисторе  $R_2$ . Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

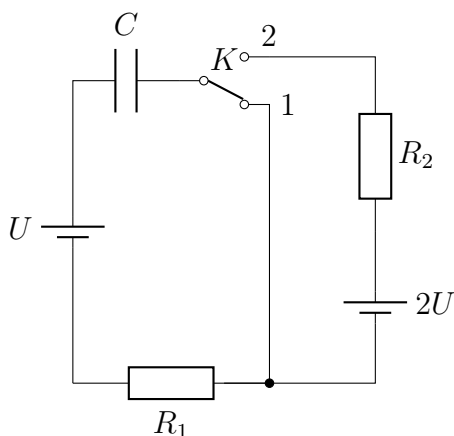


Рис. 4