

**Московская олимпиада школьников по физике, 2015/16, нулевой тур,
очное задание**

Авторы задач: Бычков А.И., Мусин А.И., Паринов Д.А.

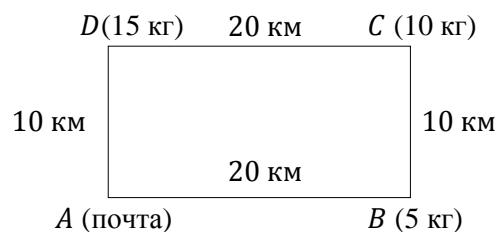
Комплекты по классам				
7 класс	1	2	3	4
8 класс	5	6	3	4
9 класс	5	7	8a	10
10 класс	7	10	8a	11
11 класс	7	10	8b	9

Задача 1 (7 класс)

Из деревни Алексеевка в село Борисово выехал грузовой автомобиль. Через полчаса вслед за ним из Алексеевки выехал легковой автомобиль, также направляющийся в село Борисово. Автомобили следовали по одному и тому же маршруту, грузовой автомобиль двигался с постоянной скоростью 60 км/ч, а легковой автомобиль с постоянной скоростью 80 км/ч. Легковой автомобиль обогнал грузовой на полпути между Алексеевкой и Борисовым. Найдите расстояние между населенными пунктами и времена движения каждого из автомобилей.

Задача 2 (7 класс)

Почтальон Печкин из пункта *A* должен доставить посылки Дяде Фёдору, коту Матроскину и Шарикку в три пункта: *B*, *C* и *D* соответственно. Схема всех дорог Простоквашинского района и массы посылок, доставляемых в пункты назначения, указаны на рисунке. С полным грузом Печкин выезжает на спортивном велосипеде из пункта *A* со скоростью $v = 5$ км/ч. Оставляя посылку в каждом пункте назначения, Печкин может увеличить скорость своего движения на столько километров в час, на сколько килограммов уменьшилась масса доставляемого груза. Например, доставив Дяде Фёдору в пункт *B* посылку массой 5 кг, Печкин может увеличить скорость своего дальнейшего движения на 5 км/ч. Укажите маршрут, по которому нужно двигаться Печкину, чтобы за наименьшее время доставить все грузы в пункты назначения и вернуться на почту (пункт *A*). Найдите это время. Почтальон может передвигаться только по дорогам.



Задача 3 (7-8 класс)

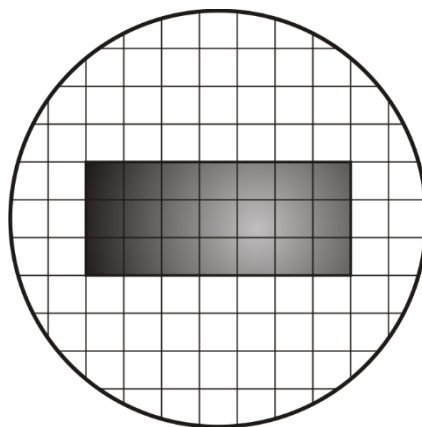
Из набора гирь («разновесов») Настей были утеряны некоторые миллиграммовые гирьки. Для изготовления временных миллиграммовых разновесов она использовала бумагу из папиного принтера. Помогите Насте вычислить размеры бумажных разновесов прямоугольной формы для замены гирек массами 50 мг, 100 мг, 200 мг (по одному варианту для каждой гирьки). Один квадратный метр бумаги имеет массу 80 г. Какое максимальное число наборов из трёх разновесов прямоугольной формы можно получить из листа бумаги с размерами 20×40 см²?

Задача 4 (7-8 класс)

Оптический микроскоп состоит из двух основных частей: объектива и окуляра. Изучаемый предмет (объект) помещают перед объективом, тогда за объективом возникает изображение предмета, которое больше самого предмета в некоторое число раз, которое называется увеличением объек-

тива. Это изображение рассматривают через окуляр (от слова «око» - глаз), который в свою очередь также «увеличивает» наблюдаемые через него предметы в некоторое число раз, которое называется увеличением окуляра. Обычно микроскопы имеют несколько объективов с различным увеличением, чтобы экспериментатор имел возможность выбрать увеличение, наиболее удобное для данного опыта.

На рисунке показано видимое через окуляр изображение образца прямоугольной формы, полученное с помощью оптического микроскопа с увеличением объектива $\times 4$ и увеличением окуляра $\times 10$. Для того, чтобы измерять размеры наблюдаемых объектов, между объективом и окуляром в микроскопе помещена тонкая сетка, расстояние между соседними линиями которой равно 0,5 мм. Чему равно полное увеличение микроскопа? С помощью рисунка определите истинные длины сторон образца. Рассчитайте площадь поверхности образца.



Задача 5 (8-9 класс)

Алюминиевый шарик с герметичной внутренней полостью аккуратно опустили в измерительный цилиндр, заполненный водой. При этом объём вытесненной жидкости был равен 18 мл. Затем этот же шарик аккуратно опустили в измерительный цилиндр, заполненный керосином. В этом случае объём вытесненной жидкости равнялся 20 мл. Найдите массу шарика, его объём и объём полости.

Плотность алюминия $\rho_0 = 2,7 \text{ г/см}^3$, воды $\rho_1 = 1,0 \text{ г/см}^3$, керосина $\rho_2 = 0,8 \text{ г/см}^3$. Шарик не касался стенок цилиндра, уровень жидкости в цилиндре всегда был в несколько раз больше диаметра шарика.

Задача 6 (8 класс)

Если некоторую пружину растягивать силой 30 Н, её длина будет равна 28 см, а если сжимать силой 20 Н, то её длина будет равна 23 см. Найдите длину пружины в недеформированном состоянии и жёсткость пружины.

Задача 7 (9-11 классы)

В герметично закрытом баке находится вода при температуре 0°C . В воде плавает кусок льда массой 1 кг, в который вмёрзла свинцовая дробишка массой 100 г. Какое количество теплоты нужно подвести к содержимому бака, чтобы лёд с дробишкой затонули? Чему будет равна масса льда, в

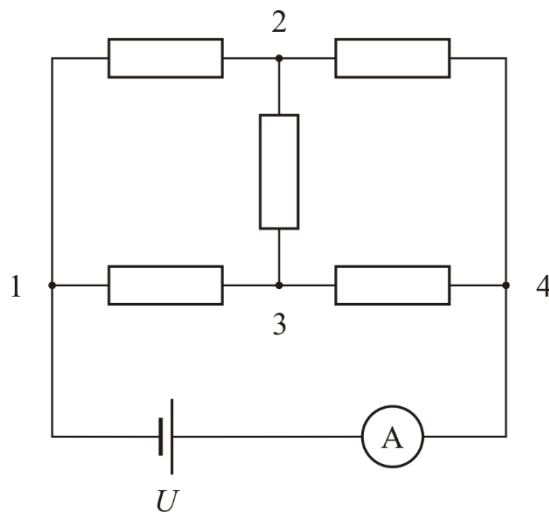
момент, когда лёд с дробинкой начнут тонуть? Как изменится уровень воды в баке после того, как лёд с дробинкой утонут?

Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3$, плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9 \text{ г/см}^3$, плотность свинца ρ , удельная теплота плавления льда $\lambda = 335 \text{ кДж/кг}$. Дробинка находится в середине куска льда и не отрывается от него.

Задача 8а (9-10 классы)

Вася нашел в ящике своего папы-физика четыре резистора сопротивлением 1 Ом каждый, один резистор сопротивлением 4 Ом, амперметр, батарейку с напряжением $U = 4,5 \text{ В}$ и провода. С использованием этих элементов Вася собрал цепь, схема которой изображена на рисунке (такая схема называется мостовой). Какой из резисторов нужно отключить Васе для того, чтобы показания амперметра изменились сильнее всего? Вася знает расположение резистора с сопротивлением 4 Ом, но пока вы не расскажете, что ему надо делать, он Вам не покажет, где располагается этот резистор.

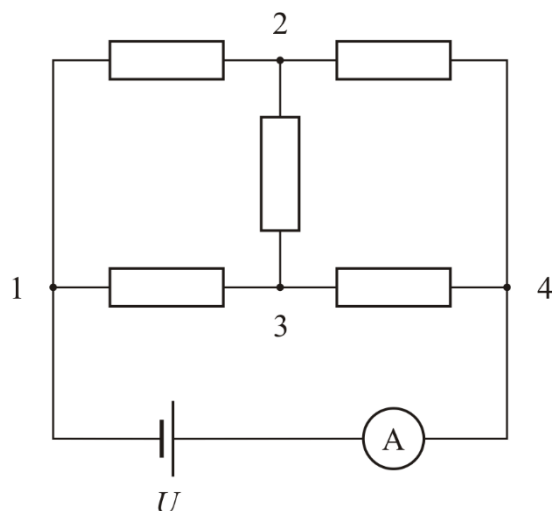
Рассмотрите два случая: А) если резистор сопротивлением 4 Ом включен в диагональ моста (то есть между точками 2 и 3); и Б) если этот резистор включен НЕ в диагональ моста. Для каждого случая дайте ответ на вопрос задачи. Для первого случая дополнительно рассчитайте чему равно изменение показаний амперметра. Батарейку можно считать идеальным источником напряжения, амперметр также считайте идеальным.



Задача 8b (11 класс)

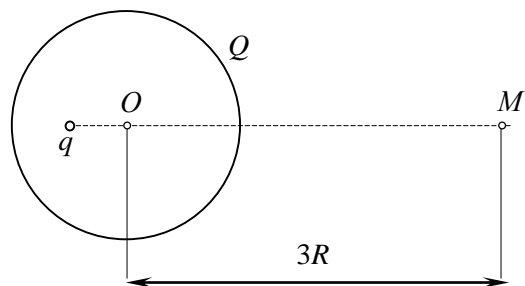
Вася нашел в ящике своего папы-физика четыре резистора сопротивлением 1 Ом каждый, один резистор сопротивлением 4 Ом, амперметр, батарейку с напряжением $U = 4,5 \text{ В}$ и провода. С использованием этих элементов Вася собрал цепь, схема которой изображена на рисунке (такая схема называется мостовой). Какой из резисторов нужно отключить Васе для того, чтобы показания амперметра изменились сильнее всего? Найдите это изменение показаний амперметра. Вася знает расположение резистора с сопротивлением 4 Ом, но пока вы не расскажете, что ему надо делать,

он Вам не покажет, где располагается этот резистор. Батарейку можно считать идеальным источником напряжения, амперметр также считайте идеальным.



Задача 9 (11 класс)

Внутри проводящей сферы радиусом R , несущей заряд Q , на расстоянии $\frac{R}{2}$ от её центра O находится точечный заряд q . Найдите потенциал φ в точке M . Точка M , центр сферы O и заряд q лежат на одной прямой. Найдите заряды внутренней и внешней поверхностей сферы. Распределён ли заряд на внутренней поверхности равномерно или неравномерно? А на внешней? Качественно изобразите вид силовых линий электрического поля.



Задача 10 (9-11 класс)

Вася решил изготовить плоскую деталь в форме треугольника по следующей схеме. Сначала картонную модель треугольника он разделил медианами на 6 частей. Затем отдельные части заменил копиями, изготовленными из разных металлов. Используемые металлы и их плотности представлены в таблице. Определите возможные варианты средней плотности получившегося треугольника, собранного из отдельных металлических деталей, если все из перечисленных металлов были использованы ровно по два раза. Сколько различных вариантов средней плотности может получиться, если каждый металл нужно использовать не меньше одного раза? Какая средняя плотность детали в этом случае максимальная, а какая минимальная?

Металл	Плотность, г/см ³
Свинец	11,40
Медь	8,96
Сталь	7,60

Задача 11 (10 класс)

Темной ночью на верхушку высокого столба повесили фонарь так, что пучок излучаемого им света образует прямой круговой конус с углом раствора 2α , и ось этого конуса параллельна земле. Из точки крепления фонаря бросают маленькие шарики с одним и тем же модулем начальной скорости так, что их траектории полностью лежат в вертикальной плоскости, содержащей ось конуса. Первый шарик, запущенный вдоль оси конуса, был виден в течение времени $\tau = 2$ с. В течение какого времени τ_1 будет виден шарик, запущенный вверх под углом α к горизонту? Через какое время τ_2 с момента начала движения этот шарик пересечёт ось конуса? Чему равен модуль начальной скорости v , с которой запускают шарики?

Считайте пучок узконаправленным (угол раствора конуса достаточно мал). Размеры фонаря и шариков можно пренебречь. Для малых углов $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$ (когда α выражен в радианах), $\cos \alpha \approx 1$. Ускорение свободного падения g известно.