

## **1. Задача 1**

В прилагаемом файле (см. страницу 3) приведено ноябрьское заочное задание для 11-го класса. Подготовьте несколько листов в клетку, на которых от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст было четко видно. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются из 30 очков (по 6 очков за развёрнутое решение каждой задачи).

## **2. Задача 2**

Чему равна максимально возможная скорость тени в задаче 1? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 2 очка.

## **3. Задача 3**

Чему равна минимально возможная скорость тени в задаче 1? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 2 очка.

## **4. Задача 4**

Чему равна скорость воды в задаче 2? Ответ представьте в м/с и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ дается 1 очко.

## **5. Задача 5**

На какой промежуток времени в задаче 2 каждые 2 минуты открываются горизонтальные трубки? Ответ представьте в секундах и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 3 очка.

## **6. Задача 6**

Введите ответ для установившейся температуры в задаче 3. Ответ представьте в градусах Цельсия и округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 4 очка.

## **7. Задача 7**

Введите наименьшее число молей в цилиндре в задаче 4. Ответ округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 2 очка.

## **8. Задача 8**

Введите наибольшее число молей в цилиндре в задаче 4. Ответ округлите до десятых. Единицы измерений указывать не нужно. За правильный ответ даётся 2 очка.

## **9. Задача 9**

Введите модуль электрического заряда на пластинах конденсатора, подключённого к точкам А2 и А3, после отключения резистора. Ответ представьте в милликулонах (мКл) и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 1 очко.

### **10. Задача 10**

Введите модуль электрического заряда на пластинах конденсатора, подключённого к точкам А3 и А4, после отключения резистора. Ответ представьте в милликулонах (мКл) и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 1 очко.

### **11. Задача 11**

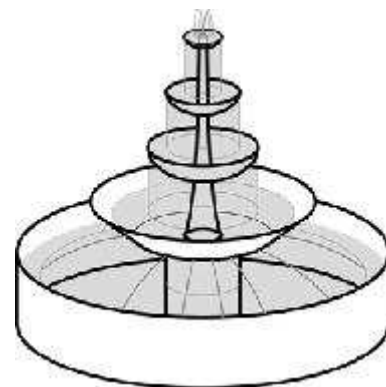
Введите максимальную силу электрического тока через резистор. Ответ представьте в миллиамперах и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 1 очко.

### **12. Задача 12**

Введите ответ для количества теплоты, выделившегося на резисторе. Ответ представьте в миллиджоулях и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 1 очко.

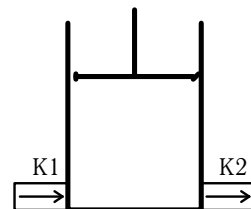
**Задача 1.** В солнечную и безоблачную, но ветреную погоду школьник Ярослав запускает непрозрачный воздушный шарик, заполненный гелием. Двигаясь горизонтально со скоростью  $u = 2$  м/с, Ярослав обнаружил, что шарик (в системе отсчёта, связанной с Ярославом) поднимается вертикально вверх со скоростью  $v = 1$  м/с. Солнечные лучи падают на горизонтальную поверхность под углом  $45^\circ$  к вертикали. С какой скоростью может двигаться по земле тень шарика?

**Задача 2.** В фонтан, изображённый на рисунке, по центральной трубке площадью поперечного сечения  $S = 50$  см<sup>2</sup> подаётся вода, которая вертикально бьёт из отверстия, расположенного на уровне воды верхнего сосуда, на высоту  $h = 20$  см. Три верхних сосуда полностью заполнены водой, которая стекает из одного в другой, переливаясь через края сосудов. Четвёртый сосуд (считая сверху) — это широкая чаша. Чтобы поддерживать в ней почти постоянный уровень воды в течение длительного времени, по периметру чаши у её дна каждые  $\tau = 2$  мин на некоторый промежуток времени открываются горизонтальные трубки общей площадью  $S_0 = 900$  см<sup>2</sup>. Из этих трубок вода бьёт на расстояние  $L = 50$  см, считая по горизонтали, и попадает в пятый сосуд, где с помощью сливных каналов поддерживается постоянный уровень воды. Каждый следующий уровень воды расположен ниже предыдущего на  $H = 45$  см (расстояния измеряются между поверхностями воды). Какую скорость имеет вода при попадании в третий сосуд? На какой промежуток времени открываются горизонтальные трубки через каждые 2 минуты? Сопротивлением воздуха и вязкостью воды можно пренебречь. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

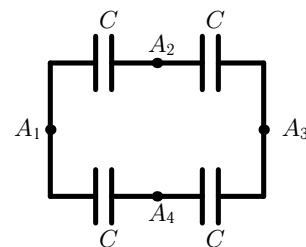


**Задача 3.** Школьница Алиса проводит опыты с двумя одинаковыми стаканами. Первый стакан Алиса заполнила водой комнатной температуры  $t_0 = 20^\circ\text{C}$  до половины объёма, а затем долила столько же воды с температурой  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ . Алиса была уверена, что установившаяся температура будет равна  $25^\circ\text{C}$ ; однако она оказалась равной  $t_2 = 23^\circ\text{C}$ . Как могла рассуждать Алиса и почему конечная температура оказалась другой? Какая температура  $t_3$  установится во втором стакане, если Алиса заполнит его сначала водой комнатной температуры на одну треть и затем дополнит доверху водой температуры  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ ? Потерями тепла в окружающее пространство за время установления температуры можно пренебречь.

**Задача 4.** В цилиндре с поршнем, где находится воздух, имеются два клапана: впускной К1 и выпускной К2. Система клапанов работает таким образом, что давление в цилиндре поддерживается в промежутке от  $0,8p_0$  до  $1,4p_0$ , где  $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$  Па — атмосферное давление: как только давление в цилиндре падает ниже  $0,8p_0$ , открывается впускной клапан, и давление становится равным  $0,8p_0$ ; при превышении давлением значения  $1,4p_0$  открывается выпускной клапан, и давление падает до  $1,4p_0$ . Поршень совершает очень медленные колебания, в процессе которых объём воздуха в цилиндре изменяется в пределах от  $V_0$  до  $2V_0$ , где  $V_0 = 22,4$  л. Постройте график зависимости давления воздуха в цилиндре от его объёма в данном процессе. Объясните Ваше построение. Считайте, что с момента начала опыта уже прошло несколько колебаний. Определите наименьшее и наибольшее число молей воздуха в цилиндре. Температура постоянна и равна  $T_0 = 273$  К. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3$  Дж/(моль·К).



**Задача 5.** На рисунке изображена схема электрической цепи, составленной из четырёх первоначально незаряженных конденсаторов ёмкости  $C$ . Сначала к точкам  $A_1$  и  $A_3$  подключили батарейку с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ . Когда ток через батарейку стал пренебрежимо малым, батарейку отключили, а к точкам  $A_1$  и  $A_2$  подключили резистор  $R$ , который также отключили, когда ток через него стал пренебрежимо мал. Найдите электрические заряды на каждой из пластин конденсаторов (а) после отключения батарейки; (б) после отключения резистора. Каким был максимальный электрический ток через резистор в данном процессе? Какое количество теплоты выделилось на резисторе? Получите ответы в виде общих формул и в частном случае  $\mathcal{E} = 6$  В,  $r = 1$  Ом,  $C = 1$  мФ,  $R = 1$  кОм.



## 1. Задача 1

В прилагаемом файле (см. ниже) приведено декабрьское заочное задание для 11 класса. Распечатайте бланк, скачанный при регистрации на очный нулевой тур Московской олимпиады по физике, в достаточном количестве экземпляров. На страницах бланка от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст и номер бланка были чётко видны. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются из 30 очков (по 6 очков за развёрнутое решение каждой задачи).

## 2. Задача 2

На каком минимальном расстоянии от точки В может оказаться Вася после переправы в задаче 1 в случае (а) при  $u = 0,8$  м/с,  $v = 1$  м/с,  $L = 100$  м? Ответ представьте в метрах и округлите до десятых. Единицы измерения указывать не нужно. За правильный ответ даётся 1 очко.

## 3. Задача 3

На каком минимальном расстоянии от точки В может оказаться Вася после переправы в задаче 1 в случае (б) при  $u = 1$  м/с,  $v = 0,8$  м/с,  $L = 100$  м? Ответ представьте в метрах и округлите до десятых. Единицы измерения указывать не нужно. За правильный ответ даётся 3 очка.

## 4. Задача 4

Чему равен тангенс угла, под которым наклонено к горизонту дно сосуда с кубиком (задача 2)? Ответ округлите до сотых. За правильный ответ даётся 2 очка.

## 5. Задача 5

Чему равен тангенс угла, под которым наклонено к горизонту дно сосуда с полусферой (задача 2)? Ответ округлите до сотых. За правильный ответ даётся 2 очка.

## 6. Задача 6

Чему равна работа, совершённая газом, в задаче 3? Ответ представьте в килоджоулях и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 4 очка.

## 7. Задача 7

Чему равна ЭДС батарейки в задаче 4? Ответ представьте в вольтах и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 4 очка.

## 8. Задача 8

Чему равна кинетическая энергия протона в задаче 5 в случае (а) при  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $V = 0$ ? Ответ представьте в электрон-вольтах и округлите до десятых. За правильный ответ даётся 1 очко.

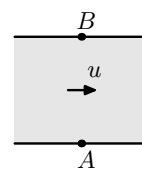
### **9. Задача 9**

Чему равна максимальная кинетическая энергия протона в задаче 5 в случае (б) при  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0,1$  Тл? Ответ представьте в электронвольтах и округлите до второй значащей цифры. За правильный ответ даётся 1 очко.

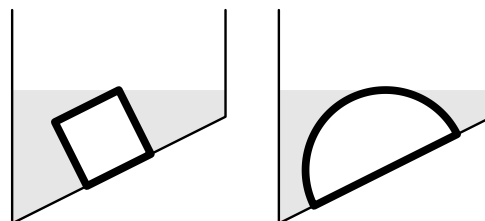
### **10. Задача 10**

Чему равна минимальная кинетическая энергия протона в задаче 5 в случае (б) при  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0,1$  Тл? Ответ представьте в электрон-вольтах и округлите до второй значащей цифры. За правильный ответ даётся 2 очка.

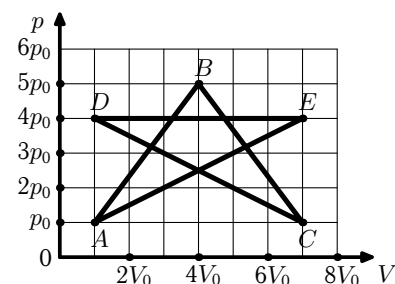
**Задача 1.** Школьник Вася, находящийся в точке А, собирается переплыть на противоположный берег реки и оказаться как можно ближе к точке В, расположенной точно напротив точки А. Ширина реки равна  $L$ , скорость течения реки равна  $u$ , скорость Васи в стоячей воде равна  $v$ . Определите, на каком минимальном расстоянии от точки В может оказаться Вася после переправы. Объясните Ваш ответ. Изобразите на рисунке векторы скорости течения реки, скорости Васи в стоячей воде и скорости Васи относительно берега при оптимальном способе переправы. Решите задачу в общем случае и в частных случаях (а)  $u = 0,8$  м/с,  $v = 1$  м/с,  $L = 100$  м; (б)  $u = 1$  м/с,  $v = 0,8$  м/с,  $L = 100$  м.



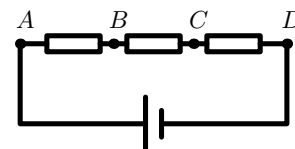
**Задача 2.** Школьница Ирина проводит опыты с сосудами с наклонным дном. На дне первого сосуда — кубик, на дне второго сосуда — полусфера. Уровень воды в каждом сосуде точно совпадает с положением наивысшей точки кубика или полусферы. Оказалось, что сила давления, действующая со стороны воды как на кубик, так и на полусферу (без учёта атмосферного давления), направлена горизонтально. Под каким углом к горизонту наклонено дно первого сосуда? Второго сосуда? Вода под кубик и полусферу не подтекает.



**Задача 3.** Над идеальным газом совершают циклический процесс, который на  $pV$ -диаграмме изображается в виде звезды, соединяющей точки  $A(p_0; V_0)$ ,  $B(5p_0; 4V_0)$ ,  $C(p_0; 7V_0)$ ,  $D(4p_0; V_0)$ ,  $E(4p_0; 7V_0)$  и  $A(p_0; V_0)$ . Как выразить работу  $A$ , совершённую газом за цикл, через площади образовавшихся на рисунке треугольников и пятиугольника? Выразите эту работу через параметры  $p_0$  и  $V_0$ . Рассчитайте численное значение работы, если минимальная температура газа равна  $T_0 = 100$  К, а количество вещества составляет  $\nu = 1$  моль. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3$  Дж/(моль·К).



**Задача 4.** Школьник Станислав проводит опыты с электрической цепью, состоящей из трёх одинаковых резисторов и батарейки. Подключив вольтметр к клеммам А и В, Станислав записал показания прибора  $U_{AB} = 4$  В. Станислав был уверен, что показание вольтметра при подключении к клеммам А и С составит 8 В, а при подключении к клеммам А и D будет равно 12 В. Действительно, одно из показаний прибора совпало с предсказаниями Станислава:  $U_{AD} = 12$  В. Однако второе показание оказалось неожиданным:  $U_{AC} = 7$  В. Как мог рассуждать Станислав? Почему одно из показаний прибора было предсказано неправильно? Какую информацию о характеристиках приборов можно получить на основе проведённых измерений? Считайте, что сила тока через вольтметр пропорциональна напряжению на нём.

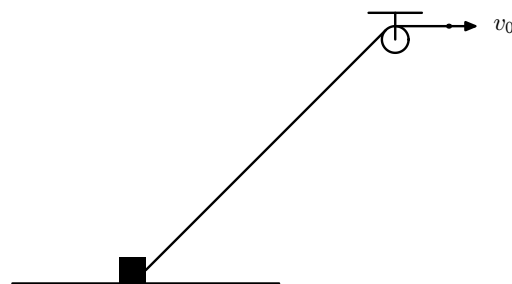


**Задача 5.** Протон (заряд  $+e$ , масса  $m$ ) движется в электромагнитном поле по окружности радиуса  $R$ . В каждой точке траектории электрическое поле направлено к центру окружности и равно  $E$ . Индукция магнитного поля направлена перпендикулярно плоскости окружности и равна  $B$ . При каких условиях на параметры задачи протон движется со скоростью, много меньшей скорости света? Какой может быть кинетическая энергия протона? Решите задачу в общем случае и получите численный ответ в двух частных случаях: (а)  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0$ ; (б)  $R = 1$  м,  $E = 1$  кВ/м,  $B = 0,1$  Тл. Ответ представьте в электронвольтах (1 эВ — энергия, получаемая протоном при прохождении разности потенциалов 1 В). Элементарный заряд составляет  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, масса протона  $m = 1,7 \cdot 10^{-27}$  кг, скорость света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

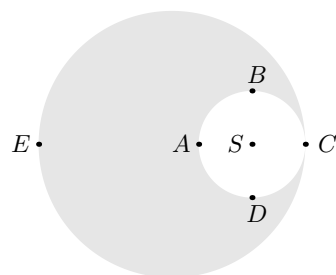
## **1. Задача 1**

В прилагаемом файле (см. ниже) приведено январское заочное задание для 11 класса. Распечатайте бланк, скачанный при регистрации на очный отборочный этап Московской олимпиады по физике, в достаточном количестве экземпляров. На страницах бланка от руки напишите развёрнутые решения прилагаемых задач. Сфотографируйте страницы с Вашими решениями так, чтобы текст и номер бланка были чётко видны. Создайте архив фотографий с решениями и прикрепите к заданию. Развёрнутые решения задач оцениваются из 50 очков (по 10 очков за развёрнутое решение каждой задачи).

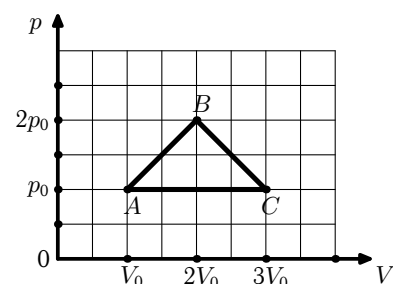
**Задача 1.** К грузу массой  $m$ , находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплена невесомая нерастяжимая нить, перекинутая через блок. Школьник Вася вытягивает горизонтальный конец нити с постоянной скоростью  $v_0$ . С какой скоростью движется груз в момент, когда наклонный участок нити составляет угол  $\alpha$  с горизонтом? Чему равна сила натяжения нити в этот момент времени? При каких соотношениях параметров задачи груз оторвётся от горизонтальной поверхности? Блок находится на высоте  $H$ , размерами блока и груза можно пренебречь. Ускорение свободного падения равно  $g$ .



**Задача 2.** Космонавты, высадившиеся на астероид радиусом  $R = 5$  км, обнаружили внутри астероида сферическую полость радиусом  $r = 2$  км. Оказалось, что в центре  $S$  полости ускорение свободного падения составляет  $g_S = 0,2$  см/с<sup>2</sup>. Определите плотность астероида, считая её постоянной. Изобразите на рисунке векторы ускорения свободного падения в точках  $A, B, C, D, E$ . Определите модули ускорения свободного падения в этих точках. Гравитационная постоянная  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Н · м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>.



**Задача 3.** Над идеальным одноатомным газом совершается циклический процесс  $ABCA$ , изображённый на  $pV$ -диаграмме в виде треугольника с вершинами  $A(p_0; V_0)$ ,  $B(2p_0; 2V_0)$ ,  $C(p_0; 3V_0)$ . Определите, на каких участках цикла происходит теплообмен с нагревателями, на каких — с холодильниками. Чему равно количество теплоты, полученное газом от нагревателя? А отданное холодильнику?



**Задача 4.** Школьник Владислав проводит опыты с трансформатором и источником питания, который выдаёт переменное напряжение  $U(t) = U_0 \cos(\omega t)$ , где  $U_0 = 12$  В. Трансформатор имеет две обмотки с двумя выводами у каждой. Число витков первой обмотки  $N$ , второй обмотки  $3N$ . Переменные напряжения с какими амплитудами может получить Владислав с помощью данного оборудования? Для каждого значения амплитуды напряжения нарисуйте соответствующую схему соединений.

**Задача 5.** В потолке чердака высотой 3 м расположена плоская дверца из прозрачного стекла, на ручке которой висит зонтик из прозрачного пластика. В куполе зонтика со временем скопилось немного воды. В момент, когда солнечные лучи перпендикулярны поверхности земли, свет, проникающий на чердак сквозь люк, проходя сквозь воду в зонте, собирается в яркую точку на полу. Длина ручки зонтика составляет 1 м. Какой высоты покажется потолок в комнате, если в пасмурный день лечь на пол и смотреть вверх сквозь лужицу в зонте?

