

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников


А.Н. Герашенко

II-й тур

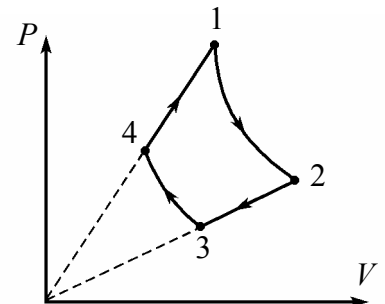
11-й класс

Вариант №1

1 (10 баллов). Маленький шарик, катившийся по горизонтальному столу со скоростью v_0 , направленной перпендикулярно краю стола, упав со стола, попадает в пространство, ограниченное двумя вертикальными стенками. Расстояние между стенками $l = 2$ см. Край стола принадлежит одной из стенок. С какой скоростью v_0 должен катиться шарик, чтобы до момента падения на пол удариться о стенки не менее $n = 2012$ раз? Высота стола $h = 1$ м. Удары шарика о стенки абсолютно упругие. Сопротивлением воздуха и размерами шарика пренебречь.

2 (15 баллов). Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите в экваториальной плоскости с запада на восток. При этом он появляется над одной и той же точкой экватора каждые $\Delta t = 3,5$ часа. Определите высоту полета спутника над поверхностью Земли. Радиус Земли $R_3 = 6370$ км.

3 (30 баллов). Циклический процесс состоит из адиабатного расширения 1–2, адиабатного сжатия 3–4 и двух процессов 2–3 и 4–1, в которых давление изменяется пропорционально объему (см. рисунок). Найдите КПД цикла, если КПД цикла Карно, проводимого в том же диапазоне температур, $\eta_1 = 40\%$, КПД цикла Карно с адиабатным расширением 1–2, $\eta_2 = 30\%$, а КПД цикла Карно с адиабатным сжатием 3–4, $\eta_3 = 30\%$. Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



4 (15 баллов). Три большие равномерно заряженные пластины расположены в вакууме параллельно друг другу, причем средняя пластина заряжена положительно. При этом сила, действующая на среднюю пластину, равна $F_1 = 0,2$ мкН и направлена к первой пластине. Если поменять знак заряда только у первой пластины, то сила, действующая на среднюю пластину, станет равной $F_2 = 0,4$ мкН. Найдите отношение поверхностной плотности зарядов на первой пластине к поверхностной плотности зарядов на третьей пластине. Электрические поля, создаваемые пластинами, считать однородными.

5 (10 баллов). Заряженная частица влетела в однородное магнитное поле под некоторым углом к его силовым линиям. Двигаясь по винтовой линии с шагом $h = 10$ см, частица за некоторый промежуток времени прошла путь $S = 2$ м, совершив $n = 10$ полных оборотов. Под каким углом к силовым линиям частица влетела в магнитное поле?

6 (20 баллов). Середина квадрата расположена на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии $d = 2F$ от ее оптического центра. Одна из диагоналей квадрата лежит на оптической оси линзы. Площадь действительного изображения квадрата в $n = 1,25$ раза больше площади самого квадрата. Найдите длину стороны квадрата. Фокусное расстояние линзы $F = 15$ см.

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике



Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
А.Н. Герашенко

II-й тур

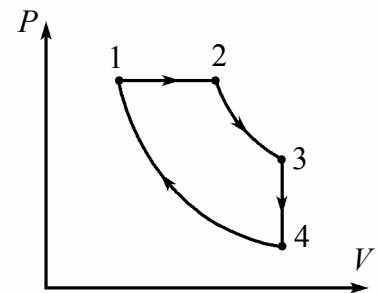
11-й класс

Вариант №2

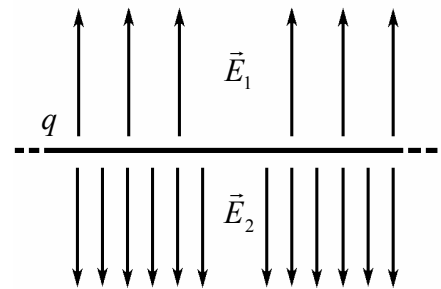
1 (10 баллов). Внутри вертикальной цилиндрической трубы с внутренним радиусом $R = 18$ см находится маленький шарик. Шарик толкнули от основания трубы по ее внутренней поверхности, сообщив начальную скорость $v_0 = 10$ м/с, направленную под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Сколько полных оборотов сделает шарик внутри трубы, прежде чем опустится на первоначальный уровень? Трением, размерами шарика и сопротивлением воздуха пренебречь.

2 (15 баллов). Предположим, что планета Маленького принца имеет среднюю плотность в $n = 10$ раз большую средней плотности Земли. При каком минимальном радиусе планеты Маленький принц сможет двигаться по ней со скоростью $v = 0,6$ м/с, не рискуя превратиться в ее искусственный спутник? Радиус Земли $R_3 = 6370$ км.

3 (30 баллов). Циклический процесс состоит из изобарного нагревания 1–2, адиабатного расширения 2–3, изохорного охлаждения 3–4 и адиабатного сжатия 4–1 (см. рисунок). КПД цикла $\eta_1 = 29,4\%$. Найдите КПД цикла Карно, проводимого в том же диапазоне температур, если КПД цикла Карно с адиабатным расширением 2–3, $\eta_2 = 20\%$, а КПД цикла Карно с адиабатным сжатием 4–1, $\eta_3 = 39,4\%$. Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



4 (15 баллов). Равномерно заряженная пластина помещена в однородное электрическое поле, вектор напряженности которого перпендикулярен ее поверхности. Напряженности электрических полей по разные стороны от пластины равны $E_1 = 10$ В/м и $E_2 = 20$ В/м и направлены, как показано на рисунке. Найдите силу, действующую на пластину. Заряд пластины $q = 10^{-8}$ Кл. Поле, создаваемое пластиной, считать однородным. Среда – вакуум.



5 (10 баллов). Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 2012$ В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2012$ Тл под некоторым углом к его силовым линиям. Какой путь пройдет электрон, совершив $n = 2012$ оборотов вокруг силовых линий поля? Отношение модуля заряда электрона к его массе $|e|/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

6 (20 баллов). Одна из вершин равностороннего треугольника расположена на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии $d = 2F$ от ее оптического центра. Противоположная этой вершине сторона треугольника перпендикулярна главной оптической оси линзы и расположена ближе к линзе. Найдите высоту треугольника, если площадь действительного изображения треугольника в $n = 2,56$ раза больше площади оригинала, а фокусное расстояние линзы $F = 16$ см.

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников


А.Н. Герашченко

II-й тур

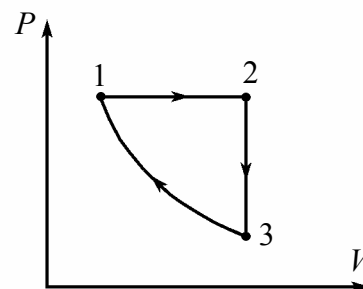
11-й класс

Вариант №3

1 (30 баллов). Одна из дорожек катка в парке представляет собой гладкую наклонную плоскость с углом наклона к горизонту $\alpha = 0,001^\circ$. У девочки, находящейся в верхней части дорожки, от варежки оторвалась бусинка и упала вертикально вниз на лед без начальной скорости с высоты $h = 0,5$ м. Определите расстояние между местами 2011-го и 2012-го ударов бусинки о лед. В зимний волшебный вечер удары бусинки о лед являются абсолютно упругими. Сопротивлением воздуха пренебречь.

2 (10 баллов). Первый искусственный спутник Земли имел период обращения $T = 96$ мин. Определите высоту полета спутника над поверхностью Земли, полагая его орбиту круговой. Радиус Земли $R_3 = 6370$ км.

3 (20 баллов). Циклический процесс состоит из изобарного нагревания 1–2, изохорного охлаждения 2–3 и адиабатного сжатия 2–3. Найдите КПД цикла, если КПД цикла Карно, проводимого в диапазоне температур, соответствующих изобарному процессу 1–2, $\eta_1 = 42,3\%$, а КПД цикла Карно, проводимого в диапазоне температур, соответствующих изохорному процессу 2–3, $\eta_2 = 60\%$. Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



4 (15 баллов). Три большие равномерно заряженные пластины расположены в вакууме параллельно друг другу. При этом вектор напряженности электрического поля между первой и второй пластинами равен $E_1 = 0,2$ В/м и направлен от второй пластины к первой. Если поменять знак заряда только у второй пластины, то вектор напряженности поля между первой и второй пластинами меняет направление на противоположное и будет равен $E_2 = 0,6$ В/м. Если после этого поменять знак заряда и у третьей пластины, не меняя заряд первой, вектор напряженности между первой и второй пластинами будет направлен так же, как вектор \vec{E}_2 и равен $E_3 = 0,4$ В/м. Найдите поверхностные плотности зарядов на каждой пластине. Электрические поля, создаваемые пластинами, считать однородными.

5 (10 баллов). Заряженная частица влетела в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к его силовым линиям. Двигаясь по винтовой линии радиуса $R = 2,5$ см, частица за некоторый промежуток времени прошла путь $S = 2,2$ м. Сколько полных оборотов за это время совершила частица?

6 (15 баллов). Собирающая линза дает действительное изображение отрезка, лежащего на главной оптической оси, увеличенное в $n = 4$ раза. Длина отрезка равна фокусному расстоянию линзы. Найдите расстояние от оптического центра линзы до середины отрезка. Фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике



Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников


А.Н. Герашенко

II-й тур

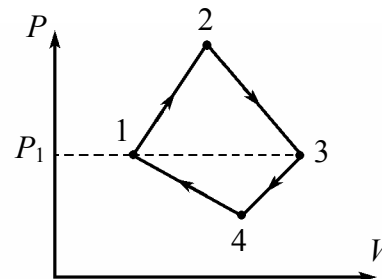
11-й класс

Вариант №4

1 (30 баллов). Два камня расположены на одинаковой высоте над поверхностью земли на расстоянии $l = 42$ м друг от друга. В некоторый момент времени один камень бросили вертикально вверх со скоростью $v_1 = 5$ м/с, а второй одновременно бросили вверх со скоростью $v_2 = 8$ м/с под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту в направлении к первому камню. Определите наименьшее расстояние между камнями в процессе движения. Спротивлением воздуха пренебречь.

2 (15 баллов). Мальчик мечтал сконструировать небольшой космический корабль, но законы физики знал не очень хорошо. В его расчетах космический корабль в конце пути $S = 1$ км должен приобрести скорость $v = 80$ м/с. Начальная скорость корабля $v_0 = 0$. В популярном журнале мальчик прочитал, что продукты сгорания топлива вылетают из сопла со скоростью $u = 800$ м/с, и при этом расход топлива составляет $\Delta m/\Delta t = 4$ кг/с. Определите исходную массу его космического корабля, если мальчик считал разгон равноускоренным, пренебрегал изменением массы во время движения и не учитывал действия гравитации.

3 (20 баллов). На диаграмме P - V циклический процесс, совершаемый идеальным одноатомным газом, имеет форму четырехугольника (см. рисунок). В процессе расширения 1–2 давление газа увеличилось в $n_1 = 2,5$ раза. В результате процесса 2–3 давление вернулось к первоначальному значению ($P_3 = P_1$). В процессе сжатия 3–4 давление уменьшилось в $n_2 = 1,5$ раза. Найдите КПД цикла, полагая, что в процессе 2–3 газ теплоту получает, а в процессе 4–1 – отдает.



4 (10 баллов). Центры $N = 2012$ -ти одинаковых маленьких сферических капелек ртути, имеющих одинаковые заряды, удерживают на одной окружности в вакууме. Капельки равномерно распределены по окружности. Расстояние между соседними капельками много меньше их радиусов. При этом потенциал электрического поля в центре окружности $\varphi = 9$ В. Чему будет равен потенциал в центре сферической капли, полученной в результате слияния всех 2012-ти капелек?

5 (10 баллов). Конденсатор емкостью $C = 2 \cdot 10^{-5}$ Ф, первоначально заряженный до напряжения $U_{\max} = 100$ В, разряжается через катушку индуктивностью $L = 4 \cdot 10^{-3}$ Гн и каким-то активным сопротивлением. Через некоторое время напряжение на конденсаторе уменьшается до $U = 60$ В, а ток в катушке достигает $I = 2$ А. Какое количество теплоты выделилось к этому моменту времени в катушке?

6 (15 баллов). Водолаз стоит на дне водоема и отчетливо видит отраженными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии $l = 15$ м и больше. Какова глубина водоема? Рост водолаза $h = 1,8$ м, показатель преломления воды $n = 1,33$.

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике



Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
А.Н. Герашенко

II-й тур

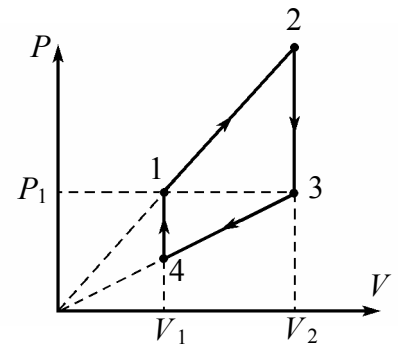
11-й класс

Вариант №5

1 (20 баллов). Два камня расположены на одинаковой высоте над поверхностью земли на расстоянии $l = 10$ м друг от друга. В некоторый момент времени один камень бросили вертикально вверх со скоростью $v_1 = 5$ м/с, а второй одновременно бросили горизонтально со скоростью $v_2 = 10$ м/с в направлении к первому камню. На какое расстояние опустится второй камень к моменту времени, когда расстояние между камнями в процессе движения станет наименьшим? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2 (15 баллов). В открытом космосе происходит стыковка космической станции и корабля-грузовика. Масса станции в $n = 10$ раз больше массы грузовика ($M = n m$). Модуль скорости грузовика u превышает модуль скорости станции v на $k v$, где $k = 0,0001$, т.е. $u = (1 + k) v$. Под каким углом к направлению движения станции подошел грузовик, если после стыковки модуль скорости станции не изменился?

3 (30 баллов). На диаграмме P - V циклический процесс, совершаемый идеальным одноатомным газом, имеет форму трапеции, при этом в процессах 1–2 и 3–4 давление газа изменяется пропорционально объему, а процессы 2–3 и 4–1 – изохорические (см. рисунок). Найдите КПД цикла, если в точке 2 давление газа в $n = 4$ раза больше давления в точке 4, а в точках 1 и 3 давления одинаковые ($P_1 = P_3$).



4 (15 баллов). Центры $N = 2012$ -ти одинаковых маленьких сферических капелек ртути, имеющих одинаковые заряды, удерживают в вакууме на одной окружности. Капельки равномерно распределены по окружности. Расстояния между соседними капельками много меньше их радиусов. Если одну капельку убрать, напряженность электрического поля в центре окружности будет равна $E = 2,25$ В/м. Найдите напряженность электрического поля, создаваемого одной большой сферической каплей, полученной в результате слияния всех 2012-ти капелек, на расстоянии от ее поверхности, равном $n = 12$ радиусам большой капли.

5 (10 баллов). В идеальном колебательном контуре в некоторый момент времени заряд на пластинах конденсатора равен $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, а сила тока в катушке $I = 6$ мА. Определите амплитуду колебаний заряда, если период колебаний $T = 6 \cdot 10^{-6}$ с.

6 (10 баллов). В темное время суток дно открытого бассейна глубиной $h = 3$ м подсвечивают маленькими лампочками, вмонтированными в дно. Каждую лампочку можно считать точечным источником света. На сколько отличается максимальное время выхода лучей света от одной лампочки из воды в воздух от минимального времени выхода лучей света? Показатель преломления воды равен $n = 1,33$. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
А.Н. Герашенко

II-й тур

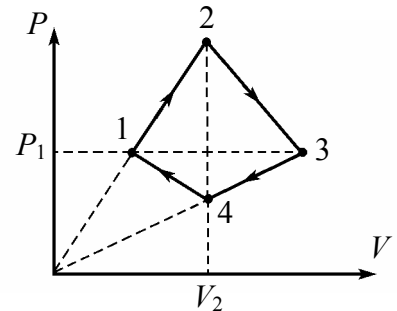
11-й класс

Вариант №6

1 (30 баллов). В момент появления на экране радара авиадиспетчера двух самолетов скорость первого самолета $v_1 = 720$ км/ч была направлена точно на второй самолет, а скорость второго самолета $v_2 = 900$ км/ч составляла угол $\alpha = 120^\circ$ со скоростью первого. Расстояние между самолетами было равно $S = 122$ км. Через какое время и на какое минимальное расстояние сблизятся самолеты, если они не изменят курс?

2 (20 баллов). Натянутую нить математического маятника отвели от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$ и отпустили без начальной скорости. За $n = 12$ колебаний максимальный угол отклонения нити уменьшился на $\Delta\alpha = 0,1^\circ$. Считая, что за каждое колебание энергия маятника уменьшается в одинаковое число раз, определите угол отклонения нити от вертикали через $N = 2012$ колебаний.

3 (15 баллов). На диаграмме P - V циклический процесс, совершаемый идеальным газом, имеет форму четырехугольника (см. рисунок), при этом в процессах расширения 1–2 и сжатия 3–4 давление газа изменяется пропорционально объему. В точках 1 и 3 давления одинаковые ($P_1 = P_3$), в точках 2 и 4 одинаковые объемы ($V_2 = V_4$). Найдите температуру газа в точке 4, если $T_1 = 320$ К, $T_2 = 600$ К, $T_3 = 800$ К.



4 (15 баллов). Пластины заряженного плоского воздушного конденсатора притягиваются друг к другу с силой $F = 0,5$ Н. Емкость конденсатора $C = 200$ пФ, расстояние между пластинами $d = 4$ мм. Определите поверхностную плотность зарядов на пластинах конденсатора, полагая, что пластины заряжены равномерно.

5 (10 баллов). Протон и α -частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле под разными углами к направлению его силовых линий и движутся по винтовым линиям одинакового радиуса. Под каким углом влетел в магнитное поле протон, если α -частица влетела под углом $\beta_\alpha = 30^\circ$? Масса α -частицы $m_\alpha = 4 m_p$, ее заряд $q_\alpha = 2 e$, где m_p , e – масса и заряд протона.

6 (10 баллов). На взлетном поле мальчик фотографирует спортивный самолет, выруливающий на взлетную полосу. Самолет движется мимо со скоростью $v = 18$ км/час. Размытость контура изображения на пленке не должна превышать $\Delta l = 50$ мкм. Каким должно быть время экспозиции (время, в течение которого открыт объектив фотоаппарата), если фокусное расстояние объектива $F = 40$ мм, а фотографирование производится с расстояния $d = 75$ м?

2012

Председатель центральной методической комиссии по физике