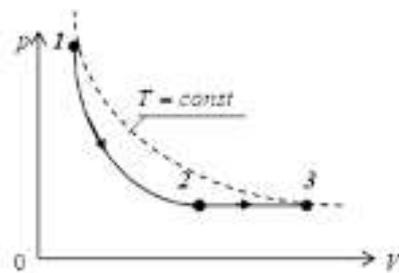


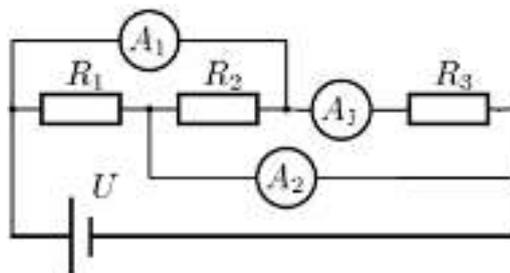
10 класс

Вариант 1

1. (6 баллов) Водород (H_2) расширяется сначала адиабатно, а затем – изобарно (см. рисунок). Конечная температура водорода равна начальной. При адиабатном расширении водород совершил работу, равную $A_{12} = 6,5$ кДж. Какую работу совершил водород при совершении обоих процессов?

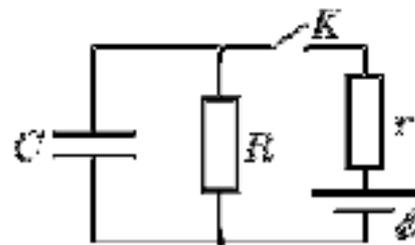


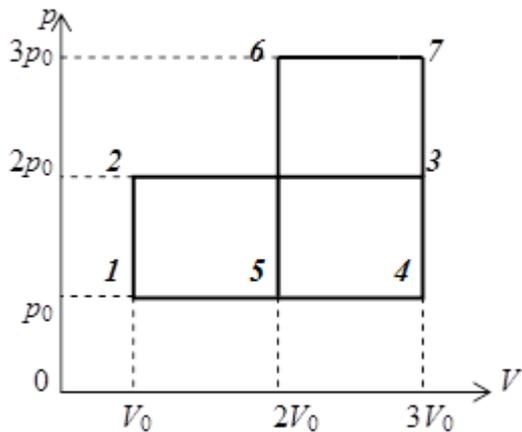
2. (4 балла) В электрической цепи, изображенной на схеме и содержащей батарейку, резисторы и идеальные амперметры, сила тока, проходящего через резистор R_3 , равна $I_3 = 1$ мА. Сопротивление резистора $R_3 = 3$ кОм. Чему равно напряжение U батарейки? Внутренним сопротивлением батарейки пренебречь.



3. (4 балла) Небольшой брусок съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , плавно переходящей в горизонтальный шероховатый участок. Сразу после въезда на горизонтальный участок мощность силы трения, приложенной к бруску, равна P . Коэффициент трения на горизонтальном участке постоянен и равен μ . Определите массу бруска.

4. (6 баллов) Электрическая цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из источника постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , конденсатора ёмкостью C и резистора R . В начальный момент конденсатор не заряжен. Ключ K в схеме сначала замыкают, а затем размыкают в тот момент, когда скорость изменения энергии, запасаемой в конденсаторе, достигает максимума. Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?





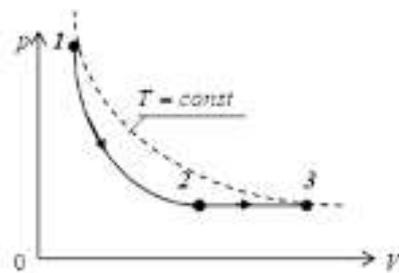
5. (4 балла) Определите отношение η_1/η_2 коэффициентов полезного действия двух циклических процессов, проведённых с идеальным одноатомным газом: 1-2-3-4-1 (первый процесс) и 5-6-7-4-5 (второй процесс). Графики процессов представлены на рисунке.

6. (6 баллов) К малому телу массой $m = 5$ кг, неподвижно лежащему на горизонтальной неоднородной поверхности, приложили постоянную горизонтальную силу $F = 25$ Н. Найдите работу сил трения за время движения бруска от момента приложения силы до остановки, если коэффициент трения по этой поверхности при движении тела зависит от пройденного пути x , как $\mu = \gamma x$, где $\gamma = 0,25 \text{ м}^{-1}$ – постоянная величина. Считайте, что если в процессе движения значение коэффициента трения становится равным 1, то в дальнейшем оно не изменяется.

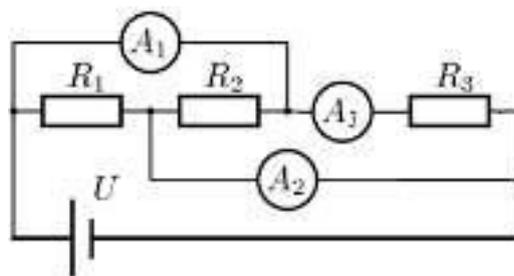
10 класс

Вариант 2

1. (6 баллов) Кислород (O_2) расширяется сначала адиабатно, а затем – изобарно (см. рисунок). Конечная температура кислорода равна начальной. При совершении обоих процессов кислород совершил работу, равную $A = 7$ кДж. Какую работу совершил кислород при адиабатном расширении?

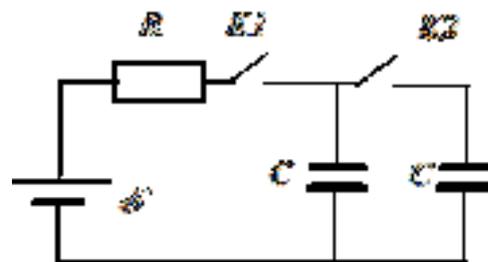


2. (4 балла) Электрическая цепь, изображенная на схеме, содержит батарейку, резисторы и идеальные амперметры. Показание амперметра A_3 равно $I_3 = 2$ мА. Сопротивления резисторов равны $R_2 = 2$ кОм, $R_3 = 4$ кОм. Определите показание амперметра A_1 .

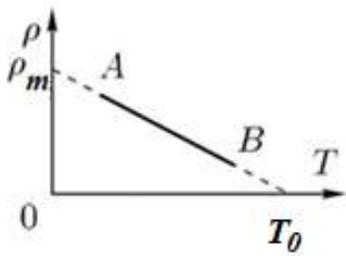


3. (4 балла) Небольшой брусок массой m съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , плавно переходящей в горизонтальный шероховатый участок. Коэффициент трения на горизонтальном участке постоянен и равен μ . Определите мощность силы трения в начале горизонтального участка.

4. (6 баллов) Электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке, состоит из источника электрической энергии с э.д.с. \mathcal{E} и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, резистора сопротивлением R , двух конденсаторов емкостью C каждый и двух ключей. Конденсаторы не заряжены. Ключи находятся в разомкнутом состоянии.



Сначала замыкают ключ K_1 . После завершения зарядки конденсатора ключ размыкают. После этого замыкают ключ K_2 . После окончания всех переходных процессов опять замыкают ключ K_1 . Определите количество теплоты, выделившееся в резисторе за промежуток времени от момента первого замыкания ключа K_1 до окончания переходных процессов после повторного замыкания этого ключа.



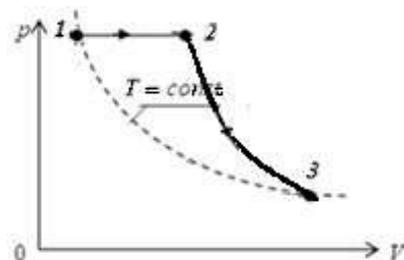
5. (4 балла) В идеальном газе осуществляют процесс AB , изображённом на рисунке в координатах (ρ, T) , где ρ – плотность газа, а T – его температура. Определите температуру, при которой давление газа в данном процессе максимально. Температура T_0 известна. Считайте, что $T_A < T_0 / 3$, а $T_B > 3T_0 / 4$.

6. (6 баллов) К малому телу массой $m = 4$ кг, неподвижно лежащему на горизонтальной неоднородной поверхности, приложили постоянную горизонтальную силу $F = 20$ Н. Коэффициент трения по этой поверхности при движении тела зависит от пройденного пути x , как $\mu = \gamma x$, где $\gamma = 0,20 \text{ м}^{-1}$ – постоянная величина. Определите расстояние, пройденное телом до остановки. Считайте, что если в процессе движения значение коэффициента трения становится равным 1, то в дальнейшем оно не изменяется.

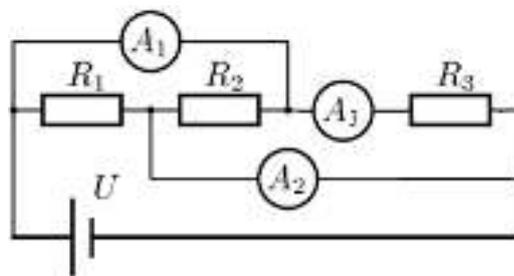
10 класс

Вариант 3

1. (6 баллов) Гелий (He) расширяется сначала изобарно, а затем – адиабатно (см. рисунок). Конечная температура гелия равна начальной. При адиабатном расширении гелий совершил работу, равную $A = 9$ кДж. Какую работу совершил гелий при совершении обоих процессов?

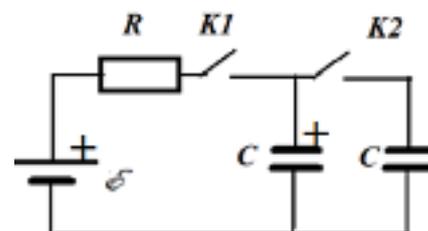


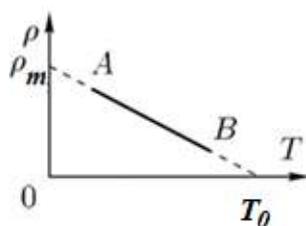
2. (4 балла) Электрическая цепь, изображенная на схеме, содержит батарейку, резисторы и идеальные амперметры. Показание амперметра A_3 равно $I_3 = 4$ мА. Сопротивления резисторов равны $R_1 = R_2 = 4$ кОм, $R_3 = 8$ кОм. Определите показание амперметра A_2 .



3. (4 балла) Небольшой брусок массой m съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости высотой h , плавно переходящей в горизонтальный шероховатый участок. Мощность силы трения в начале горизонтального участка равна P . Определите коэффициент трения на горизонтальном участке.

4. (6 баллов) Электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке, состоит из источника электрической энергии с э.д.с. \mathcal{E} и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, резистора сопротивлением R , двух конденсаторов емкостью C каждый и двух ключей. Ключи находятся в разомкнутом состоянии. Один из конденсаторов заряжен, заряд его верхней по схеме обкладки равен $+q$, нижней $-q$. Сначала замыкают ключ K_2 . После окончания всех переходных процессов замыкают ключ K_1 . Определите количество теплоты, выделившееся в резисторе за промежуток времени от момента замыкания ключа K_2 до момента окончания переходных процессов после замыкания ключа K_1 .





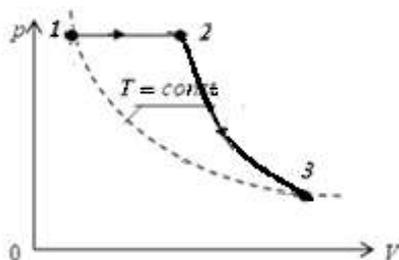
5. (4 балла) В идеальном газе осуществляют процесс AB , изображённом на рисунке в координатах (ρ, T) , где ρ – плотность газа, а T – его температура. Определите плотность газа, при которой давление газа в данном процессе максимально. Плотность ρ_m известна. Считайте, что $\rho_B < \rho_m / 3$, а $\rho_A > 3\rho_m / 4$.

6. (6 баллов) К малому телу массой $m = 2$ кг, неподвижно лежащему на горизонтальной неоднородной поверхности, приложили постоянную горизонтальную силу $F = 75$ Н. Коэффициент трения по этой поверхности при движении тела зависит от пройденного пути x , как $\mu = 1 - \gamma x$, где $\gamma = 0,15 \text{ м}^{-1}$ – постоянная величина. Определите скорость тела в тот момент времени, когда коэффициент трения становится равным 0. Считайте, что если в процессе движения значение коэффициента трения становится равным 0, то в дальнейшем оно не изменяется.

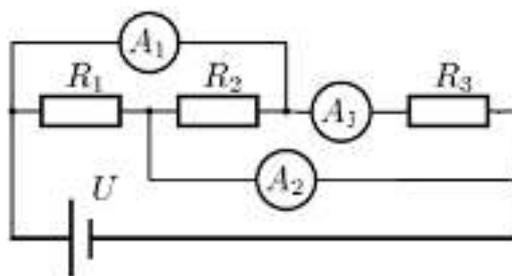
10 класс

Вариант 4

1. (6 баллов) Неон (Ne) расширяется сначала изобарно, а затем – адиабатно (см. рисунок). Конечная температура неона равна начальной. При совершении обоих процессов неон совершил работу, равную $A = 20$ кДж. Какую работу совершил неон при адиабатном расширении?

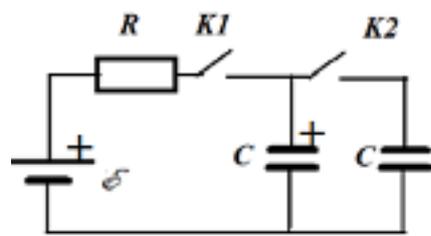


2. (4 балла) Электрическая цепь, изображенная на схеме, содержит батарейку, резисторы и идеальные амперметры. Показание амперметра A_2 равно $I = 4$ мА. Сопротивления резисторов равны $R_1 = R_2 = 1$ кОм, $R_3 = 2$ кОм. Определите показание амперметра A_1 .

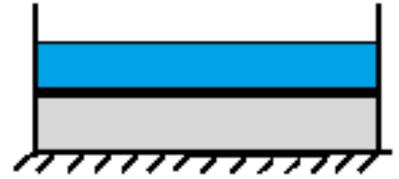


3. (4 балла) Небольшой брусок массой m съезжает без начальной скорости с вершины гладкой наклонной плоскости, плавно переходящей в горизонтальный шероховатый участок. Мощность силы трения в начале горизонтального участка равна P . Коэффициент трения на горизонтальном участке равен μ . Определите высоту горки.

4. (6 баллов) Электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке, состоит из источника электрической энергии с э.д.с. \mathcal{E} и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, резистора сопротивлением R , двух конденсаторов емкостью C каждый и двух ключей. Ключи находятся в разомкнутом состоянии. Один из конденсаторов заряжен, заряд его верхней по схеме обкладки равен $+q$, нижней $-q$. Сначала замыкают ключ K_1 . После окончания всех переходных процессов ключ K_1 размыкают, затем замыкают ключ K_2 . После установления равновесия в системе конденсаторов ключ K_2 размыкают, а затем повторно замыкают ключ K_1 . Определите количество теплоты, выделившееся в резисторе за промежуток времени от момента первого замыкания ключа K_1 до окончания переходных процессов после повторного замыкания ключа K_1 .



5. (4 балла) В сосуде с теплоизолированными дном и стенками под невесомым теплопроводящим скользящим без трения поршнем находится идеальный газ. Над поршнем находится жидкость. Температуры газа и жидкости одинаковы и равны T . Затем в жидкость добавляют другую жидкость, смешивающуюся с первой. Удельная теплоемкость у доливаемой жидкости в k раз меньше, чем у первой. Масса доливаемой жидкости в n раз больше массы первой жидкости. Определите начальную температуру доливаемой жидкости, если после установления теплового равновесия положение поршня не изменилось. Атмосферное давление в r раз больше давления столба первой жидкости. Теплоемкостями материалов сосуда и поршня и потерями тепла в атмосферу пренебречь.

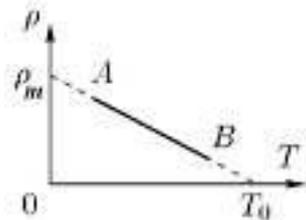


6. (6 баллов) На гладком горизонтальном столе лежит вытянутая вдоль плоскости стола невесомая и нерастяжимая нить длиной $L = 1$ м, к одному из концов которой прикреплено небольшое тело. Тело в начальный момент неподвижно. Второй конец нити начинают поднимать вертикально вверх с постоянной скоростью. Тело перестает давить на поверхность стола в тот момент, когда нить составляет с вертикалью, угол $\varphi = 45^\circ$. Какова скорость подъема конца нити?



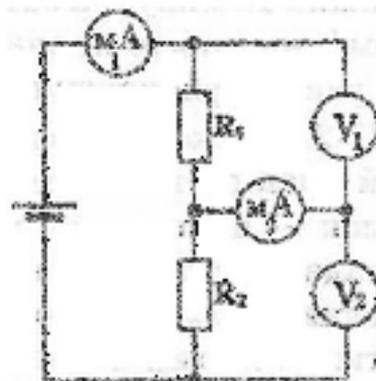
10 класс

Вариант 5



1. (6 баллов) Одноатомный идеальный газ участвует в процессе AB , изображённом на рисунке в координатах (ρ, T) , где ρ – плотность газа, а T – его температура. Давление газа в точке A составляет $1/4$ от максимального в этом процессе. Определите температуру в точке A . Температура T_0 известна.

2. (4 балла) В цепи, схема которой приведена на рисунке, все измерительные приборы не идеальные. Известно, что оба вольтметра одинаковые и оба миллиамперметра также одинаковые. Показания вольтметров равны $U_1 = 6$ В и $U_2 = 10$ В. Показания миллиамперметров составляют $I_1 = 10$ мА и $I_2 = 2$ мА. ЭДС источника электрической энергии равна $\mathcal{E} = 18$ В. Определите сопротивление резистора R_1 . Внутренним сопротивлением источника электрической энергии пренебречь.

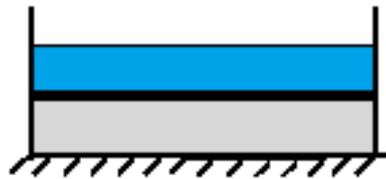


3. (4 балла) На гладкой горизонтальной поверхности лежит коробка массой $M = 2$ кг. Кубик массой $m = 0,2$ кг находится у левого края коробки. Кубику толчком сообщают импульс $p = 0,4$ кг·м/с, направленный вправо. Какое расстояние пройдет кубик до остановки (в системе отсчета, связанной с коробкой), если коэффициент трения кубика о дно тележки равен $\mu = 0,4$? Считайте, что коробка достаточно большая, чтобы кубик не коснулся правой стенки, а размеры кубика малы по сравнению с размерами коробки.



4. (6 баллов) Две тонкие проводящие предварительно не заряженные плоские пластины площадью $S = 4000$ см² каждая помещены во внешнее электростатическое поле так, что вектор напряженности перпендикулярен плоскости пластин. Пластины соединены тонким проводником. Расстояние между пластинами составляет $d = 1$ см. Одна из пластин неподвижно закреплена. Если другую пластину медленно приблизить к закреплённой до расстояния между ними, равного $d/4$, то будет совершена работа $A = 0,02$ Дж. Найдите напряженность внешнего электростатического поля. Значение электрической постоянной примите равной $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевыми эффектами пренебречь.

5. (4 балла) В сосуде с теплоизолированными дном и стенками под невесомым теплопроводящим скользящим без трения поршнем находится идеальный газ. Над поршнем находится жидкость. Температуры газа и жидкости одинаковы. Затем в жидкость добавляют другую жидкость, смешивающуюся с первой и имеющей температуру T . Удельная теплоемкость у доливаемой жидкости в k раз меньше, чем у первой. Масса доливаемой жидкости в n раз больше массы первой жидкости. Определите начальную температуру системы, если после установления теплового равновесия положение поршня не изменилось. Атмосферное давление в r раз больше давления столба первой жидкости. Теплоемкостями материалов сосуда и поршня и потерями тепла в атмосферу пренебречь.



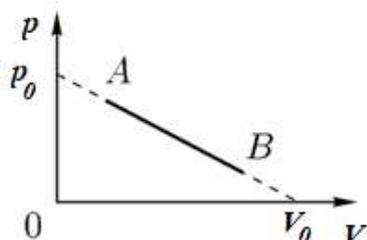
6. (6 баллов) На гладком горизонтальном столе лежит вытянутая вдоль плоскости стола невесомая и нерастяжимая нить, к одному из концов которой прикреплено небольшое тело. Тело в начальный момент неподвижно. Второй конец нити начинают поднимать вертикально вверх с постоянной скоростью $V = 2$ м/с.



Тело перестает давить на поверхность стола в тот момент, когда нить составляет с вертикалью, угол $\varphi = 45^\circ$. Какова длина нити?

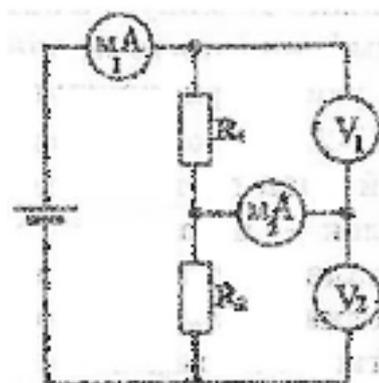
10 класс

Вариант 6



1. (6 баллов) Одноатомный идеальный газ в количестве ν молей участвует в процессе AB , изображённом на рисунке в координатах (p, V) , где p – давление газа, а V – его объём. Определите максимальную температуру газа в процессе. Параметры p_0 и V_0 известны. Считайте, что $p_A > 2p_0/3$.

2. (4 балла) В цепи, схема которой приведена на рисунке, все измерительные приборы не идеальные. Известно, что оба вольтметра одинаковые и оба миллиамперметра также одинаковые. Показания вольтметров равны $U_1 = 8$ В и $U_2 = 12$ В. Показания миллиамперметров составляют $I_1 = 8$ мА и $I_2 = 1$ мА. ЭДС источника электрической энергии равна $\mathcal{E} = 22$ В. Определите сопротивление резистора R_2 . Внутренним сопротивлением источника электрической энергии пренебречь.

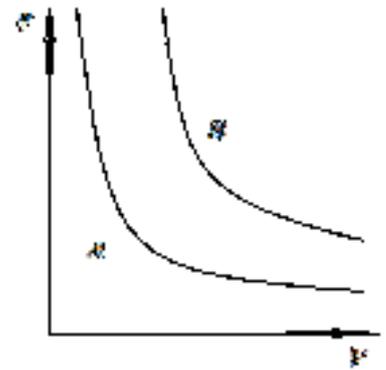


3. (4 балла) На гладкой горизонтальной поверхности лежит коробка массой $M = 4$ кг. Кубик массой $m = 0,1$ кг находится у левого края коробки. Кубику толчком сообщают импульс, направленный вправо. Через некоторое время кубик остановился, пройдя расстояние $x = 0,6$ м относительно коробки. Определите модуль импульса, сообщенного кубику, если коэффициент трения кубика о дно тележки равен $\mu = 0,5$. Считайте, что коробка достаточно большая, чтобы кубик не коснулся правой стенки, а размеры кубика малы по сравнению с размерами коробки.



4. (6 баллов) Две тонкие проводящие предварительно не заряженные плоские пластины площадью $S = 1$ м² каждая помещены во внешнее электростатическое поле так, что вектор напряженности перпендикулярен плоскости пластин. Модуль напряженности равен $E_0 = 10^6$ В/м. Пластины соединены тонким проводником. Расстояние между пластинами составляет $d = 2$ см. Одна из пластин неподвижно закреплена. Другую пластину медленно приближают к закреплённой пластине до расстояния между ними, равного $d/2$. Определите работу, которая при этом совершается. Значение электрической постоянной примите равной $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевыми эффектами пренебречь.

5. (4 балла) На графике изображены две изотермы для одной и той же массы одного и того же идеального газа. Через начало координат проведена прямая, пересекающая изотермы в точках A и B . Определите температуру газа в точке, лежащей на середине отрезка AB . $T_A = 324$ К, $T_B = 484$ К.



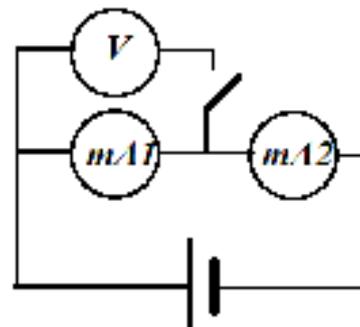
6. (6 баллов) Какую минимальную дополнительную скорость в направлении движения нужно сообщить за малое время космическому кораблю, движущемуся по круговой орбите, радиус которой в 7 раз больше радиуса Земли, чтобы он смог преодолеть действие поля тяготения Земли? Значение первой космической скорости вблизи поверхности Земли принять равным 7,9 км/с.

10 класс

Вариант 7

1. (6 баллов) Сосуд со смесью гелия и азота находится в вакуумной камере. Массы газов равны. В сосуде имеется маленькое, но существенно большее размеров молекул, отверстие. Определите отношение средних количеств вещества газов, вытекающих из сосуда за одинаковый малый промежуток времени. Молярная масса гелия $\mu_{\text{He}} = 4$ г/моль, азота $\mu_{\text{N}_2} = 28$ г/моль.

2. (4 балла) В цепи, схема которой приведена на рисунке, все измерительные приборы не идеальные. При разомкнутом ключе показания миллиамперметров равны $I = 2$ мА. При замыкании ключа ток через первый миллиамперметр составил $I_1 = 1,5$ мА. Определите показание второго миллиамперметра при замкнутом ключе. Внутренним сопротивлением источника электрической энергии пренебречь.

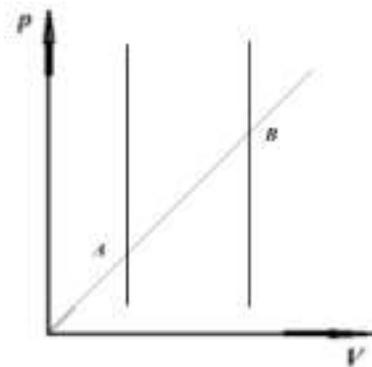


3. (4 балла) На гладкой горизонтальной поверхности лежит коробка массой $M = 5$ кг. Кубик массой $m = 0,15$ кг находится у левого края коробки. Кубику толчком сообщают импульс $p = 0,3$ кг·м/с, направленный вправо. Через некоторое время кубик остановился, пройдя расстояние $x = 0,4$ м относительно коробки. Определите коэффициент трения кубика о дно тележки. Считайте, что коробка достаточно большая, чтобы кубик не коснулся правой стенки, а размеры кубика малы по сравнению с размерами коробки.



4. (6 баллов) На расстоянии r от заземленного проводящего шарика радиусом R находится точечный заряд q . Определите модуль силы, действующей на шарик с стороны заряда.

5. (4 балла) На графике изображены две изохоры для одной и той же массы одного и того же идеального газа. Через начало координат проведена прямая, пересекающая изохоры в точках A и B . Определите температуру газа в точке, лежащей на середине отрезка AB . $T_A = 289$ К, $T_B = 529$ К.



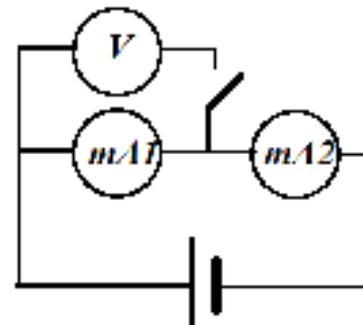
6. (6 баллов) Какую минимальную дополнительную скорость в направлении, перпендикулярном движению, нужно сообщить за малое время космическому кораблю, движущемуся по круговой орбите, радиус которой в 6 раз больше радиуса Земли, чтобы он смог преодолеть действие поля тяготения Земли? Значение первой космической скорости вблизи поверхности Земли принять равным 7,9 км/с.

10 класс

Вариант 8

1. (6 баллов) Сосуд со смесью двух идеальных газов находится в вакуумной камере. Массы газов равны. В сосуде имеется маленькое, но существенно большее размеров молекул, отверстие. Отношение средних количеств вещества газов, вытекающих из сосуда за одинаковый малый промежуток времени, равно $k = 1,4$. Определите отношение молярных масс газов.

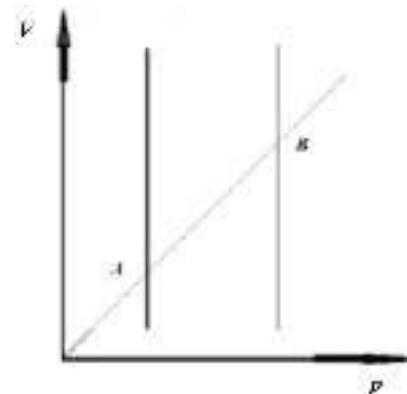
2. (4 балла) В цепи, схема которой приведена на рисунке, все измерительные приборы не идеальные. При разомкнутом ключе показания миллиамперметров равны $I = 0,4$ мА. При замыкании ключа ток через первый миллиамперметр составил $I_1 = 0,32$ мА, а вольтметр показал напряжение $U = 0,2$ В. Определите э.д.с. источника напряжения. Внутренним сопротивлением источника электрической энергии пренебречь.



3. (4 балла) На гладкой горизонтальной поверхности рядом лежат два шарика массами $M = 500$ г и $m = 50$ г, соединенные невесомой нерастяжимой нитью. Первоначально нить не натянута. Легкому шарикому сообщают скорость $V = 5$ м/с. В тот момент времени, когда нить натягивается, ее направление составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Определите скорость тяжелого шарика в этот момент времени.

4. (6 баллов) На расстоянии r от заземленного проводящего шарика радиусом R находится точечный заряд. Модуль силы, действующей на заряд с стороны шарика, равен F . Определите модуль точечного заряда.

5. (4 балла) На графике изображены две изобары для одной и той же массы одного и того же идеального газа. Через начало координат проведена прямая, пересекающая изохоры в точках A и B . Определите температуру газа в точке, лежащей на середине отрезка AB . $T_A = 256$ К, $T_B = 576$ К.



6. (6 баллов) Вокруг планеты массой M по круговой орбите радиусом R вращается спутник массой $m \ll M$. Размеры планеты и ее спутника малы по сравнению с радиусом орбиты. Исследовательский космический корабль находится на линии, соединяющей центры планет в точке, где силы притяжения со стороны обеих планет компенсируют друг друга. Какую силу тяги должен развивать двигатель корабля для длительного нахождения в этой точке? Масса корабля m' существенно меньше массы спутника.