

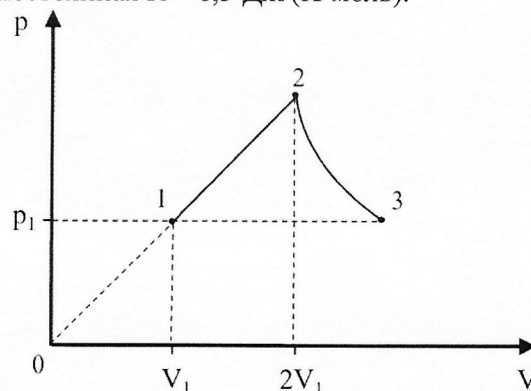
Утверждаю:  
Председатель методической  
комиссии по профилю «Физика»  
Шиль П.В. Шилина  
«01» декабря 2025 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)**  
**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА**  
**ШКОЛЬНИКОВ «НАВИГАТОР»**  
**ПО ПРОФИЛЮ «ФИЗИКА»**  
**2025-2026 УЧ. ГОД**  
**Заключительный этап**

**11 класс**

**Вариант 1**

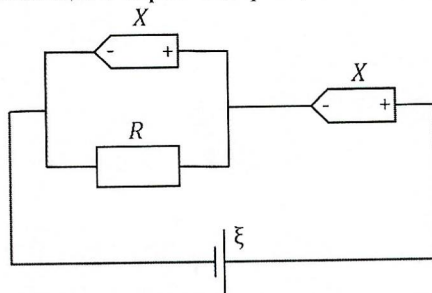
- 1) Такси едет по прямой улице. В момент  $t = 0$  его скорость равна  $v_0$ . Затем водитель действует так, что ускорение такси  $a = 1 \text{ м/с}^2$  постоянно по модулю и направлено против первоначального направления движения. Известно, что к моменту, когда такси прошло путь  $S = 125 \text{ м}$ , его скорость стала направлена против первоначального направления и по модулю оказалась в 3 раза больше начальной. Через какое время после этого момента модуль скорости такси станет ещё в 2 раза больше?
- 2) Самолёт массой  $m = 2,0 \cdot 10^4 \text{ кг}$  разгоняется катапульты по палубе. Сила катапульты направлена вдоль движения и зависит от пройденного пути  $x$  (от начала разгона) по закону  $F = F_0 \left(1 - \frac{x}{L}\right)$ , где  $L = 80 \text{ м}$  – это длина хода катапульты. В начале разгона самолёт покоится. Соппротивлением воздуха пренебречь. К концу хода катапульты самолёт должен иметь скорость  $v = 80 \text{ м/с}$ . Определите  $F_0$  и максимальное ускорение самолета во время разгона.
- 3) Идеальный двухатомный газ участвует в процессе 1-2-3, где 1-2 – это процесс, в котором давление растёт прямо пропорционально объему, а 2-3 – это адиабатический процесс. В процессе 1-2 объём газа возрастает в 2 раза, температура  $T_1 = 300 \text{ К}$ . Давления в точках 1 и 3 равны. В процессе 2-3 газ совершил работу  $13,4 \text{ кДж}$ . Количество вещества газа  $\nu = 3 \text{ моль}$ . Универсальная газовая постоянная  $R = 8,3 \text{ Дж/(К} \cdot \text{моль)}$ .



- а) Чему равна молярная теплоемкость газа  $c_{12}$  в процессе 1-2?
  - б) Чему равна температура  $T_3$  в точке 3?
- 4) Электрическая цепь, представленная на рисунке, состоит из идеальной батареи с ЭДС  $\xi = 5 \text{ В}$ , резистора сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  и двух нелинейных элементов  $X$  со следующей вольт-амперной характеристикой:

$$I = \begin{cases} \alpha U^2, & \text{при } U \geq 0 \\ 0, & \text{при } U < 0 \end{cases}$$

где  $U$  – напряжение на элементе  $X$  в соответствии с полярностью, указанной на рисунке. Определите силу тока, протекающего через батарею, если  $\alpha = 0,1 \text{ A/V}^2$ .



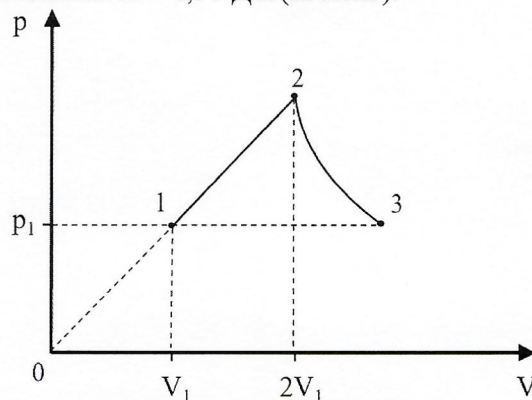
- 5) Подводный аппарат находится на глубине  $H = 12,3 \text{ м}$  и передаёт оптический сигнал на приёмник, который находится в воздухе вблизи поверхности воды. Источник света расположен в аппарате и светит через плоский прозрачный защитный экран прожектора толщины  $d = 0,2 \text{ м}$ . Показатель преломления материала экрана  $n_1 = 1,50$ , воды  $n_2 = 1,33$ , воздуха  $n_0 = 1$ . Плоскость экрана горизонтальна, отражения пренебречь. Найдите максимальное расстояние по поверхности воды от точки, находящейся прямо над аппаратом, до приёмника, при котором передача сигнала ещё возможна.
- 6) Поезд на магнитной подушке удерживается над направляющей за счёт действия магнитного поля на проводники с электрическим током, расположенные под вагоном. Каждый вагон массой  $42 \text{ т}$  опирается на  $21$  одинаковый подъёмный модуль, распределённых равномерно вдоль вагона. Считать, что нагрузка между всеми модулями распределяется поровну. В каждом модуле имеется  $100$  прямолинейных участков проводника длиной  $1 \text{ м}$ , расположенных перпендикулярно линиям магнитного поля направляющей. В области между поездом и направляющей магнитная индукция поля равна  $1 \text{ Тл}$  и считается одинаковой для всех модулей. По всем проводникам протекает один и тот же ток. Считать, что подъёмная сила от каждого участка направлена вверх. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
1. Определите величину тока, при котором вагон может находиться в равновесии, не касаясь направляющей.
  2. Один из подъёмных модулей вышел из строя. На сколько процентов необходимо увеличить ток в остальных модулях, чтобы вагон по-прежнему удерживался в воздухе?
- 7) На въезде на парковку в асфальт уложена индукционная петля, которая вместе с конденсатором образует колебательный контур. Частота собственных колебаний контура при отсутствии автомобиля равна  $100 \text{ кГц}$ . Индуктивность петли равна  $0,253 \text{ мГн}$ . Сопротивлением контура пренебречь. Когда автомобиль останавливается над петлёй, вихревые токи в металлическом днище уменьшают индуктивность петли на  $3,9 \%$ . Ёмкость конденсатора при этом не изменяется. Электроника датчика определяет наличие автомобиля, подсчитывая число полных колебаний контура за фиксированный промежуток времени  $\Delta t$ . Обнаружение считается надёжным, если за это время число колебаний при наличии автомобиля отличается от числа колебаний в отсутствие автомобиля хотя бы на единицу.
1. Определите ёмкость конденсатора.
  2. Определите минимальное значение  $\Delta t$ , при котором обнаружение автомобиля будет надёжным.
- 8) Покоящаяся герметичная теплоизолированная цистерна объёма  $V_0$  и массы  $M$  частично заполнена несжимаемой жидкостью плотности  $\rho$ . Объём жидкости равен  $V$ . Над свободной поверхностью жидкости находится воздух, который можно считать идеальным газом. Масса воздуха мала по сравнению с массой цистерны и жидкости. Общая теплоёмкость жидкости и цистерны равна  $C$ , теплоёмкостью воздуха пренебречь. В начальном состоянии система находится в равновесии при температуре  $T_0$ , давление воздуха в цистерне равно атмосферному  $p_0$ . Цистерне сообщают количество теплоты  $Q$ . После установления нового равновесия в боковой стенке цистерны мгновенно образуется отверстие площади  $S$ , расположенное на глубине  $h$  ниже поверхности жидкости. Истечение жидкости из отверстия

происходит горизонтально. Цистерна может двигаться только в горизонтальном направлении. Силами трения, вязкостью жидкости и сопротивлением движению пренебречь. Определите мгновенное горизонтальное ускорение цистерны в момент образования отверстия.

Утверждаю:  
Председатель методической  
комиссии по профилю «Физика»  
Шиль П.В. Шилина  
«01» сентября 2025 г.

**ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)**  
**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА**  
**ШКОЛЬНИКОВ «НАВИГАТОР»**  
**ПО ПРОФИЛЮ «ФИЗИКА»**  
**2025-2026 УЧ. ГОД**  
**Заключительный этап**  
**11 класс**  
**Вариант 2**

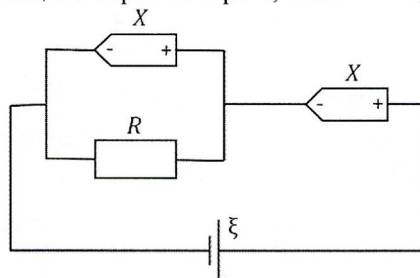
- 1) Такси едет по прямой улице. В момент  $t = 0$  его скорость равна  $v_0$ . Затем водитель действует так, что ускорение такси  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$  постоянно по модулю и направлено против первоначального направления движения. Известно, что к моменту, когда такси прошло путь  $S = 90 \text{ м}$ , его скорость стала направлена против первоначального направления и по модулю оказалась в 3 раза больше начальной. Через какое время после этого момента модуль скорости такси станет ещё в 2 раза больше?
- 2) Самолёт массой  $m = 10^4 \text{ кг}$  разгоняется катапультной по палубе. Сила катапульты направлена вдоль движения и зависит от пройденного пути  $x$  (от начала разгона) по закону  $F = F_0(1 - \frac{x}{L})$ , где  $L = 100 \text{ м}$  – это длина хода катапульты. В начале разгона самолёт покоится. Соппротивлением воздуха пренебречь. К концу хода катапульты самолёт должен иметь скорость  $v = 100 \text{ м/с}$ . Определите  $F_0$  и максимальное ускорение самолета во время разгона.
- 3) Идеальный двухатомный газ участвует в процессе 1-2-3, где 1-2 – это процесс, в котором давление растет прямо пропорционально объему, а 2-3 – это адиабатический процесс. В процессе 1-2 объем газа возрастает в 2 раза, температура  $T_1 = 300 \text{ К}$ . Давления в точках 1 и 3 равны. В процессе 2-3 газ совершил работу  $8,95 \text{ кДж}$ . Количество вещества газа  $\nu = 2 \text{ моль}$ . Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(К}\cdot\text{моль)}$ .



- а) Чему равна молярная теплоемкость газа  $c_{12}$  в процессе 1-2?
  - б) Чему равна температура  $T_3$  в точке 3?
- 4) Электрическая цепь, представленная на рисунке, состоит из идеальной батареи с ЭДС  $\xi = 6 \text{ В}$ , резистора сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  и двух нелинейных элементов X со следующей вольт-амперной характеристикой:

$$I = \begin{cases} \alpha U^2, & \text{при } U \geq 0 \\ 0, & \text{при } U < 0 \end{cases}$$

где  $U$  – напряжение на элементе  $X$  в соответствии с полярностью, указанной на рисунке. Определите силу тока, протекающего через батарею, если  $\alpha = 0,2 \text{ A/B}^2$ .



- 5) Подводный аппарат передаёт оптический сигнал на приёмник, который находится в воздухе вблизи поверхности воды. Источник света расположен в аппарате и светит через плоский прозрачный защитный экран прожектора толщины  $d = 0,3 \text{ м}$ . Поверхность экрана находится на глубине  $H = 13,3 \text{ м}$ . Показатель преломления материала экрана  $n_1 = 1,5$ , воды  $n_2 = 1,33$ , воздуха  $n_0 = 1$ . Плоскость экрана горизонтальна, отражениями пренебречь. Найдите максимальное расстояние по поверхности воды от точки, находящейся прямо над аппаратом, до приёмника, при котором передача сигнала ещё возможна.
- 6) Поезд на магнитной подушке удерживается над направляющей за счёт действия магнитного поля на проводники с электрическим током, расположенные под вагоном. Каждый вагон массой  $34 \text{ т}$  опирается на  $17$  одинаковых подъёмных модулей, распределённых равномерно вдоль вагона. Считать, что нагрузка между всеми модулями распределяется поровну. В каждом модуле имеется  $100$  прямолинейных участков проводника длиной  $1 \text{ м}$ , расположенных перпендикулярно линиям магнитного поля направляющей. В области между поездом и направляющей магнитная индукция поля равна  $1 \text{ Тл}$  и считается одинаковой для всех модулей. По всем проводникам протекает одинаковый ток. Считать, что подъёмная сила от каждого участка направлена вверх. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
1. Определите величину тока, при котором вагон может находиться в равновесии, не касаясь направляющей.
  2. Один из подъёмных модулей вышел из строя. На сколько процентов необходимо увеличить ток в остальных модулях, чтобы вагон по-прежнему удерживался в воздухе?
- 7) На въезде на парковку в асфальт уложена индукционная петля, которая вместе с конденсатором образует колебательный контур. Частота собственных колебаний контура при отсутствии автомобиля равна  $50 \text{ кГц}$ . Индуктивность петли равна  $2,53 \text{ мГн}$ . Сопротивлением контура пренебречь. Когда автомобиль останавливается над петлёй, вихревые токи в металлическом днище уменьшают индуктивность петли на  $4 \%$ . Ёмкость конденсатора при этом не изменяется. Электроника датчика определяет наличие автомобиля, подсчитывая число полных колебаний контура за фиксированный промежуток времени  $\Delta t$ . Обнаружение считается надёжным, если за это время число колебаний при наличии автомобиля отличается от числа колебаний в отсутствие автомобиля хотя бы на единицу.
1. Определите ёмкость конденсатора.
  2. Определите минимальное значение  $\Delta t$ , при котором обнаружение автомобиля будет надёжным.
- 8) Покоящаяся герметичная теплоизолированная цистерна объёма  $V_0$  и массы  $M$  частично заполнена несжимаемой жидкостью плотности  $\rho$  и объёмом  $V$ . Над свободной поверхностью жидкости находится воздух, который можно считать идеальным газом. Масса воздуха мала по сравнению с массой цистерны и жидкости. Общая теплоёмкость жидкости и цистерны равна  $C$ , теплоёмкостью воздуха пренебречь. В начальном состоянии система находится в равновесии при температуре  $T_0$ , давление воздуха в цистерне равно атмосферному  $p_0$ . Цистерне сообщают некоторое количество теплоты. После установления нового равновесия в боковой стенке цистерны мгновенно образуется отверстие площади  $S$ , расположенное на глубине  $h$  ниже поверхности жидкости. Истечение жидкости из отверстия происходит горизонтально. Цистерна может двигаться только в горизонтальном направлении. Силами трения, вязкостью жидкости и сопротивлением движению пренебречь. Мгновенное горизонтальное ускорение цистерны в момент образования отверстия равно  $a$ . Определите количество теплоты, сообщенное цистерне.