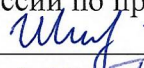
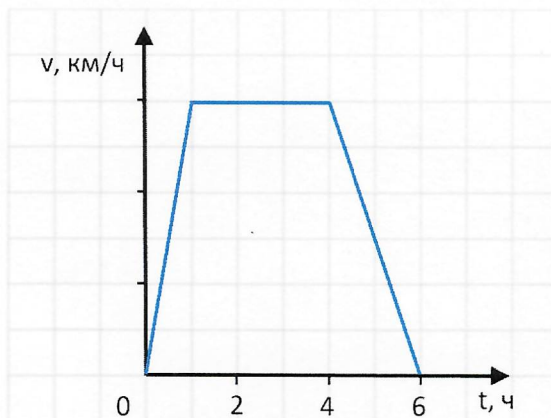


Утверждаю:
Председатель методической
комиссии по профилю «Физика»
 П.В. Шилина
«01» сентября 2025 г.

ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ «НАВИГАТОР»
ПО ПРОФИЛЮ «ФИЗИКА»
2025-2026 УЧ. ГОД
Заключительный этап
9-10 класс
Вариант 1

- 1) Автобус двигался из деревни Лисово в деревню Зайцево в течение шести часов. Средняя скорость автобуса на всем пути равнялась 28 км/ч. На графике ниже изображена зависимость скорости автобуса от времени. Определите, чему была равна скорость автобуса на участке его равномерного движения.



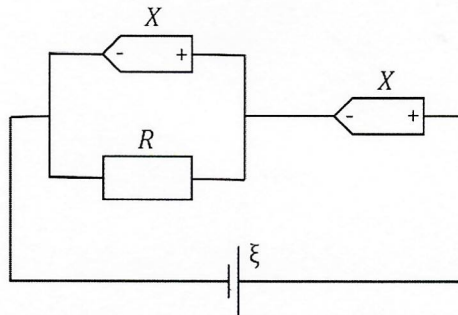
- 2) Такси едет по прямой улице. В момент $t = 0$ его скорость равна v_0 . Затем водитель действует так, что ускорение такси $a = 1 \text{ м/с}^2$ постоянно по модулю и направлено против первоначального направления движения. Известно, что к моменту, когда такси прошло путь $S = 125 \text{ м}$, его скорость стала направлена против первоначального направления и по модулю оказалась в 3 раза больше начальной. Через какое время после этого момента модуль скорости такси станет в 2 раза больше?
- 3) Самолёт массой $m = 2 \cdot 10^4 \text{ кг}$ 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 $L = 80 \text{ м}$ – 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.
- 4) Тонкий металлический стаканчик теплоёмкости C (Дж/К) имеет начальную температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$. В него наливают воду температурой $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Считать, что вода и стаканчик быстро приходят в тепловое равновесие, а потерями тепла за это короткое время можно пренебречь. После этого стаканчик ставят на массивную металлическую плиту, поддерживаемую при низкой температуре, в рассматриваемом диапазоне температур тепло от стаканчика уходит в плиту с постоянной мощностью P .

В первом опыте в стаканчик налили 200 мл воды. От момента установления теплового равновесия до достижения температуры 60°C прошло 40 с. Во втором опыте в стаканчик налили 300 мл воды, и охлаждение до 60°C заняло 70 с. Удельная теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Определите P и C .

- 5) Однородная тонкая лёгкая прямоугольная пластина длины $L = 0,6 \text{ м}$ и ширины $b = 0,2 \text{ м}$ закрывает отверстие бака с водой. Заслонка шарнирно закреплена вдоль верхнего края бака, причём ось шарнира лежит на уровне свободной поверхности воды. Снаружи — воздух, давление считать атмосферным. К нижнему краю пластины прикреплен лёгкий горизонтальный рычаг длиной $0,5 \text{ м}$, на конце которого висит груз массы m . Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м}/\text{с}^2$. При каких значениях массы m пластина в равновесии (отверстие в баке не открывается).
- 6) Электрическая цепь, представленная на рисунке, состоит из идеальной батареи с ЭДС $\xi = 5 \text{ В}$, резистора сопротивлением 2 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 $\alpha = 0,1 \text{ А}/\text{В}^2$.



- 7) Электробус массой $m = 16 \text{ т}$ движется по горизонтальной дороге со скоростью $v_0 = 15 \text{ м}/\text{с}$. Водитель включает рекуперативное торможение, и в батарею возвращается 70% кинетической энергии, потерянной на тяговом контуре (за вычетом потерь на сопротивление движению). За время торможения часть энергии рассеивается из-за сопротивления движению, мощность этих потерь считать постоянной и равной $P = 30 \text{ кВт}$. Торможение длится $t = 20 \text{ с}$, после чего электробус останавливается. Напряжение батареи во время рекуперации считать постоянным $U = 600 \text{ В}$.

1. Найдите энергию, поступившую в батарею за время торможения.
2. Найдите заряд Δq , поступивший в батарею, и средний ток рекуперации $I_{\text{ср}}$.

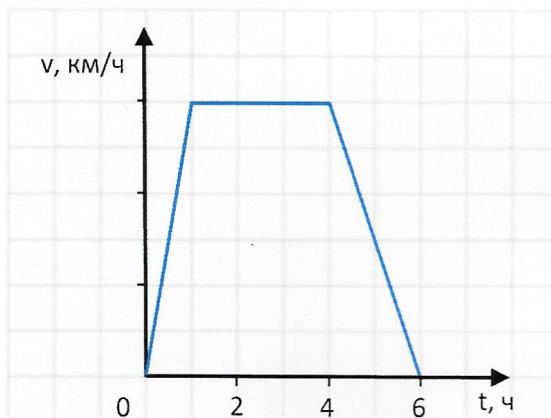
Примечание: *рекуперативное торможение (рекуперация)* — это режим, при котором тяговый электродвигатель при торможении работает как генератор: часть кинетической энергии движущегося транспорта преобразуется в электрическую и возвращается в батарею (на заряд). Остальная энергия при этом теряется на сопротивление движению и в виде тепла в электрических и механических узлах.

- 8) 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 $d = 0,2 \text{ м}$. Поверхность экрана находится на глубине $H = 12,3 \text{ м}$. 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.

Утверждаю:
Председатель методической
комиссии по профилю «Физика»
Шилина 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
9-10 класс
Вариант 2

- 1) Автобус двигался из деревни Лисово в деревню Зайцево в течение шести часов. Средняя скорость автобуса на всем пути равнялась 32 км/ч. На графике ниже изображена зависимость скорости автобуса от времени. Определите, чему была равна скорость автобуса на участке его равномерного движения.



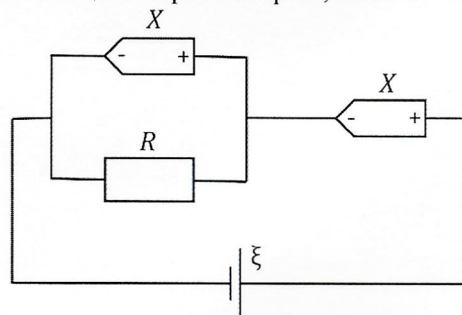
- 2) Такси едет по прямой улице. В момент $t = 0$ его скорость равна v_0 . Затем водитель действует так, что ускорение такси $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ постоянно по модулю и направлено против первоначального направления движения. Известно, что к моменту, когда такси прошло путь $S = 90 \text{ м}$, его скорость стала направлена против первоначального направления и по модулю оказалась в 3 раза больше начальной. Через какое время после этого момента модуль скорости такси станет в 2 раза больше?
- 3) Самолёт массой $m = 10^4 \text{ кг}$ разгоняется катапульты по палубе. Сила катапульты направлена вдоль движения и зависит от пройденного пути x (от начала разгона) по закону $F = F_0(1 - \frac{x}{L})$, 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.
- 4) Тонкий металлический стаканчик теплоёмкости C (Дж/К) имеет начальную температуру $20 \text{ }^\circ\text{C}$. В него наливают воду температурой $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Считать, что вода и стаканчик быстро приходят в тепловое равновесие, а потерями тепла за это короткое время можно пренебречь. После этого стаканчик ставят на массивную металлическую плиту, поддерживаемую при низкой температуре, в рассматриваемом диапазоне температур тепло от стаканчика уходит в плиту с постоянной мощностью P . В первом опыте в стаканчик налили 200 мл воды. От момента установления теплового равновесия до достижения температуры $60 \text{ }^\circ\text{C}$ прошло 36 с. Во втором

опыте в стаканчик налили 300 мл воды, и охлаждение до 60 °С заняло 64 с. Удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг·°С), плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Определите P и C .

- 5) Однородная тонкая лёгкая прямоугольная пластина длины $L = 0,4 \text{ м}$ и ширины $b = 0,2 \text{ м}$ закрывает отверстие бака с водой. Заслонка шарнирно закреплена вдоль верхнего края бака, причём ось шарнира лежит на уровне свободной поверхности воды. Снаружи — воздух, давление считать атмосферным. К нижнему краю пластины прикреплён лёгкий горизонтальный рычаг длиной 0,48 м, на конце которого висит груз массы m . Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. При каких значениях массы m пластина в равновесии (отверстие в баке не открывается).
- 6) Электрическая цепь, представленная на рисунке, состоит из идеальной батареи с ЭДС $\xi = 6 \text{ В}$, резистора сопротивлением 2 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 $\alpha = 0,2 \text{ А/В}^2$.



- 7) Электробус массой $m = 18 \text{ т}$ движется по горизонтальной дороге со скоростью $v_0 = 20 \text{ м/с}$. Водитель включает рекуперативное торможение, и в батарею возвращается 70 % кинетической энергии, потерянной на тяговом контуре (за вычетом потерь на сопротивление движению). За время торможения часть энергии рассеивается из-за сопротивления движению, мощность этих потерь считать постоянной и равной $P = 40 \text{ кВт}$. Торможение длится $t = 30 \text{ с}$, после чего электробус останавливается. Напряжение батареи во время рекуперации считать постоянным $U = 700 \text{ В}$.

1. Найдите энергию, поступившую в батарею за время торможения.
2. Найдите заряд Δq , поступивший в батарею, и средний ток рекуперации $I_{\text{ср}}$.

Примечание: рекуперативное торможение (рекуперация) — это режим, при котором тяговый электродвигатель при торможении работает как генератор: часть кинетической энергии движущегося транспорта преобразуется в электрическую и возвращается в батарею (на заряд). Остальная энергия при этом теряется на сопротивление движению и в виде тепла в электрических и механических узлах.

- 8) 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.