

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2025/26 учебный год. 11 класс. Максимальный балл – 50.**

Задача №1

Мальчик Саша очень любит кататься на велосипеде. При езде на велосипеде силу прикладывают к педали (точка В на фото), в результате чего приводится в движение шестерня радиусом $R_{AC} = 8,0$ см и цепь, охватывающая её по окружности. Расстояние $R_{AB} = 18,0$ см, сила давления на педаль всегда перпендикулярна отрезку АВ.

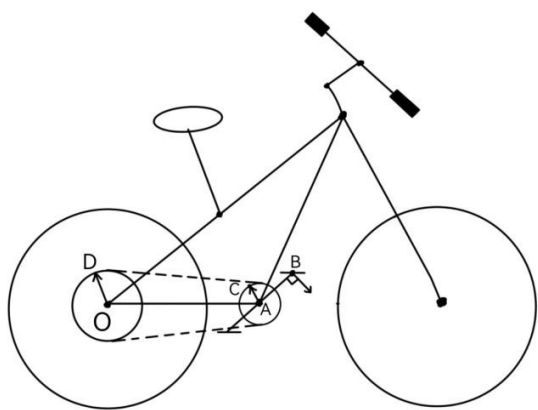
Механизм передач состоит из десяти шестерён разного радиуса (см фото), радиусы которых представлены в таблице.

№ передачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R, см	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,0

Радиус колеса велосипеда $R_K = 36,0$ см, масса Саша $m_A = 65$ кг, масса велосипеда $m_B = 15$ кг.

Считайте, что сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости велосипедиста относительно воздуха. Ускорение свободного падения во всех пунктах задачи $g = 10$ м/с².

Массой цепи, толщиной цепи и трением в шарнирах пренебречь. Колесо по асфальту не проскальзывает, велосипед не переворачивается.



Вопрос 1

Саша сел на неподвижный велосипед и переключил его на первую передачу и начал давить на неё с силой $F_0 = 200$ Н. С каким ускорением он начнет двигаться?

Вопрос 2

Когда Саша крутит педаль с комфортной для себя силой $F = 80$ Н, велосипед едет с постоянной скоростью $v_1 = 14,4$ км/ч. На велосипеде при этом стоит десятая передача. С какой установившейся скоростью поедет Саша, если будет давить с такой же комфортной силой, но переключится на шестую передачу?

Вопрос 3

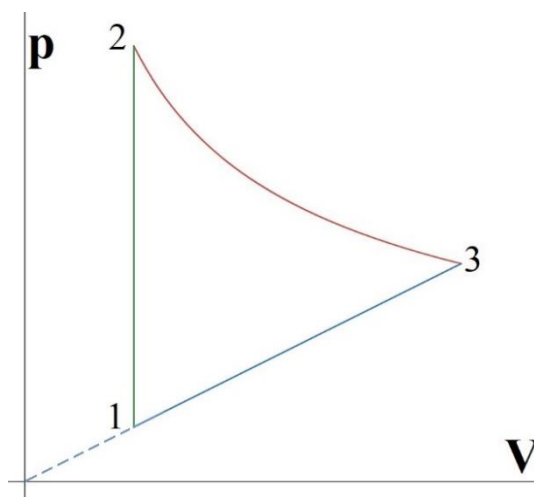
Саша съезжает по склону, наклоненному под углом к горизонту $\alpha = 3^\circ$ и не крутит при этом педали. С какой скоростью v_2 он при этом будет двигаться?

Вопрос 4

Съезжая по склону так же, как и в предыдущем пункте, Саша понял, что опаздывает на электричку и рассчитал, ему надо ехать со скоростью $v_3 = 32$ км/ч. Какую передачу ему надо включить, чтобы сила давления на педаль была как можно ближе к комфортной?

Задача № 2

Термодинамический цикл, показанный на рисунке справа, проводится с постоянным количеством идеального одноатомного газа. Каждая ветвь цикла соответствует процессу с постоянной теплоёмкостью. Участок 1–2 совпадает с изохорой, участок 3–1 является отрезком, продолжение которого проходит через начало pV - координат. На участке 2–3 молярная теплоёмкость газа $C_{23} = 7R/2$. Известно, что $p_2 = 2p_3 = 8p_1$.



Вопрос №1

Выразите V_2 и V_3 через V_1 .

Вопрос №2

Выразите T_2 и T_3 через T_1 .

Вопрос №3

Определите молярные теплоёмкости газа C_{12} и C_{31} на участках 1–2 и 3–1.

Вопрос №4

Найдите КПД цикла η .

Задача № 3

Система состоит из двух маленьких шариков с одинаковой массой m , которые могут без трения скользить по тонкому непроводящему стержню. Стержень вращается с угловой скоростью ω относительно длинной неподвижной оси перпендикулярной ему (см. рис.). Шарики привязаны легкими пружинками жесткости k и начальной длиной l_0 к оси вращения, как показано на рисунке. Пружины считайте идеальными, т.е. способными неограниченно сжиматься и растягиваться, при этом остается справедливым закон Гука.

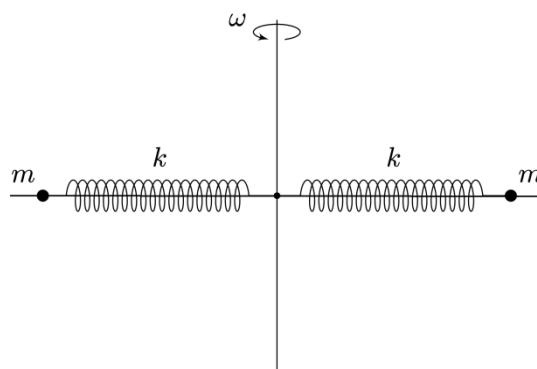


рис.1

Вопрос №1

Определите, на каком расстоянии r от оси стержня будут находиться шарики в положении равновесия.

Вопрос №2

При каких значениях угловой скорости ω такое равновесие возможно?

Что произойдет при невыполнении этого условия?

Шарикам сообщили заряды $+q$ и $+q$, а ось вращения равномерно зарядили с линейной плотностью заряда λ . Длинная заряженная ось на расстоянии r создает поле, напряженность которого находится по формуле $E_\lambda = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$. При решении задачи считайте, что $|q| \ll |\lambda r|$.

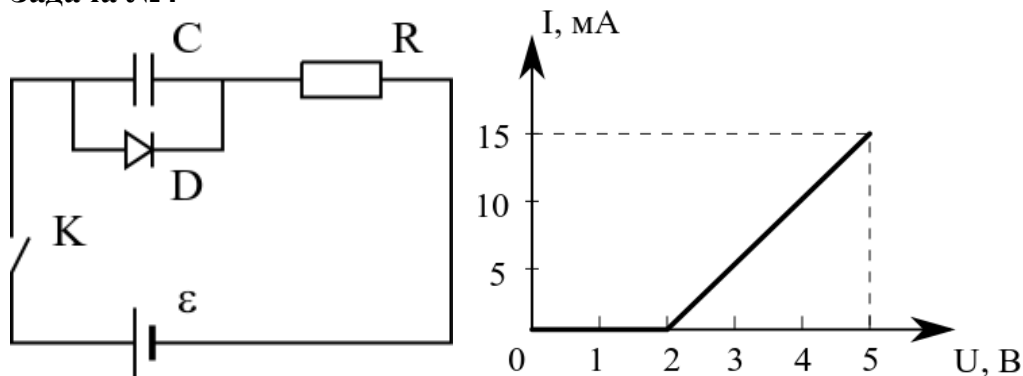
Вопрос №3

Считая, что условие из пункта 2 выполняется, определите расстояния r от оси вращения стержня, при которых будет наблюдаться равновесие в этот раз.

Вопрос №4

При каких значениях λ каждое из равновесий возможно? Что произойдет при невыполнении этих условий?

Задача №4



В схеме, показанной на рисунке, конденсатор первоначально не заряжен, ключ разомкнут. Диод имеет Вольт-Амперную характеристику, показанную на рисунке. В обратную сторону ток через диод не течет при любом напряжении. $R = 300$ Ом, $C = 3$ мкФ, $\varepsilon = 6$ В. Ключ K замыкают.

Вопрос 1.

Какой максимальный ток будет протекать по цепи через источник?

Вопрос 2.

Какой ток будет протекать через источник через длительное время?

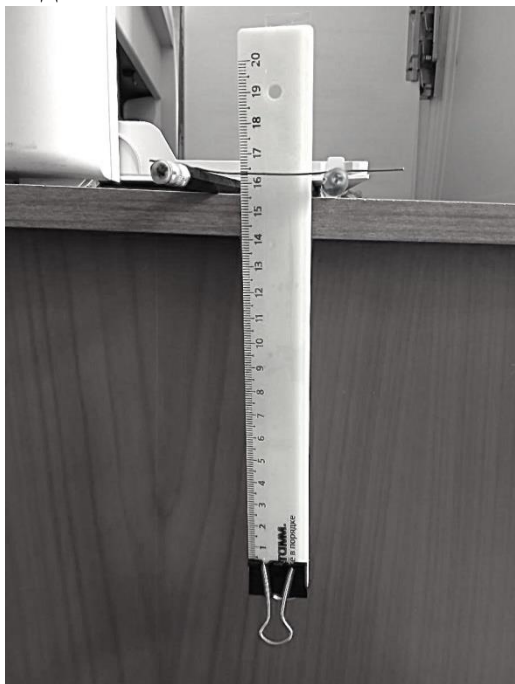
Вопрос 3.

Какое напряжение установится на конденсаторе?

Вопрос 4.

Какое количество теплоты выделится в цепи после РАЗМЫКАНИЯ ключа?

Задача №5



Школьник Вася закрепил на линейке канцелярский зажим и скотчем приклеил тонкую легкую ось, сделанную из проволоочки. Оказалось, что линейка очень хорошо качается на этой оси. Побаловавшись немного, Вася решил изучить, как зависит период колебаний от положения оси. Хорошо, что это была линейка, и положение оси можно было указывать прямо по нанесенной шкале. В таблице приведены значения координаты оси (по шкале линейки) и время 10 колебаний.

L, см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	6,5	7,0
t, с	7,7	7,4	8,2	9,2	10,0	13,3	17,2	28,7
L, см	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
t, с	27,6	18,0	14,3	11,5	9,5	8,6	8,0	7,9
L, см	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0
t, с	7,8	7,8	7,7	7,9	7,9	8,1	8,3	8,5

Из курса физики Вася помнил, что период равен $T = 2\pi\sqrt{X}$, где X – некоторое выражение. Предположив, что $X(l) = \pm\left(\frac{A}{l-l_0} + \frac{l-l_0}{B}\right)$, Вася определил постоянные величины A , B , l_0 с максимальной точностью.

Вопрос № 1

Каков физический смысл параметра l_0 ? Обоснуйте свой ответ.

Вопрос № 2

Предложите и обоснуйте способ определения параметров A , B , l_0 .

Вопрос № 3

Перейдите к удобным координатам для определения параметра A , l_0 . (составьте таблицу значений). Постройте график зависимости в этих координатах. С помощью графика определите параметры A , l_0 .

Вопрос № 4

Найдите параметр B .

Примечание: погрешность оценивать не нужно.