

**Методические рекомендации для учителей по подготовке обучающихся  
к прохождению теоретического этапа Московского конкурса  
межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис.  
Потенциал»  
в номинации «Академический класс»  
по направлению «Информационно-технологическое»**

**Москва**

**2022 г.**

## **Введение**

Данные методические рекомендации предназначены для учителей при подготовке школьников академических классов к участию в теоретическом этапе Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) по информационно-технологическому направлению.

Теоретический этап Конкурса проводится в форме компьютерного тестирования. Задания относятся к трем образовательным областям, связанным со школьными предметами физикой, математикой и информатикой. Индивидуальный вариант участника формируется автоматически из базы материалов и состоит из 15 заданий базового и повышенного уровня сложности. Материалы теоретического этапа предназначены для оценки уровня теоретической подготовки участников Конкурса, каждое задание оценивается в 4 балла, на выполнение отводится 90 минут, можно использовать калькулятор и таблицу физических постоянных. Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Для получения максимального балла за теоретический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

## **Спецификация заданий по физике**

Первая часть заданий варианта теоретического этапа позволяет проверить функциональную грамотность. Это умение эффективно работать с информацией в условиях некоторой неопределенности, умение анализировать нестандартную ситуацию, рассматривать ее с разных точек зрения и в результате найти оптимальное решение нестандартной задачи. Первая часть содержит два задания по физике базового уровня и одно задание повышенного уровня сложности. Контролируемые элементы содержания (КЭС) заданий базового уровня относятся к теме «Колебания и волны», а КЭС задания повышенного уровня связаны с темой «Механика».

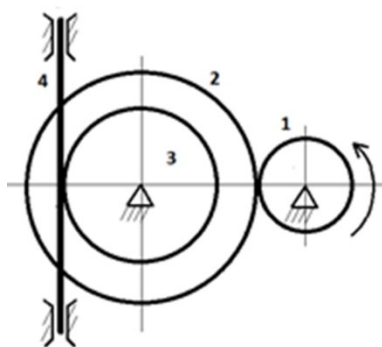
Вторая часть варианта теоретического этапа Конкурса включает два задания по физике на проверку предметных знаний. Одно из них относится к базовому уровню и связано с КЭС по теме «Оптика», а другое – к повышенному и относится к теме «Термодинамика и молекулярная физика».

**Методические рекомендации по решению заданий по физике  
демоварианта теоретического этапа Московского конкурса  
межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис.  
Потенциал»**

**Часть 1. Задания на проверку функциональной грамотности**

**Задание №1** (базовый уровень) КЭС Колебания и волны 5.1. Механические колебания.

Механизм состоит из зубчатого колеса 1, а также закрепленных на одной оси зубчатых колес 2 и 3. Оси колес закреплены и неподвижны. Колесо 1 приведено в зацепление с колесом 2, а с колесом 3 приведена в зацепление зубчатая рейка 4. Рейка движется в жестко закрепленных направляющих. Колесо 1 совершает колебательное движение, угол его поворота задается уравнением



$$\varphi(t) = 0,8 \sin 0,5t$$

(угловые величины выражены в радианной мере, время - в секундах). Определите модуль ускорения зубчатой рейки в момент времени  $t = 1,0$  с. Радиусы колес равны  $R_1 = 2$  см,  $R_2 = 8$  см,  $R_3 = 6$  см. Результат выразите в мм/с<sup>2</sup> и округлите до трех значащих цифр.

*Возможное решение:*

Для решения задачи необходимо вспомнить формулу связи линейного и углового ускорения  $a = \varepsilon R$ , далее взять вторую производную от угловой координаты, чтобы найти угловое ускорение колеса 1 в любой момент времени.

Тогда модуль ускорения точки касания колес 1 и 2 равен

$$a_1 = a_2 = \omega^2 \varphi_0 R_1 \sin \omega t .$$

По условию  $\varphi_0 = 0,8$  рад,  $\omega = 0,5$  рад/с.

Исходя из анализа конструкции, можно утверждать, что у колес 2 и 3 одинаковые угловые ускорения в любой момент времени. Следовательно, модуль ускорения точки касания колеса 3 и рейки (а значит, и самой рейки) равен

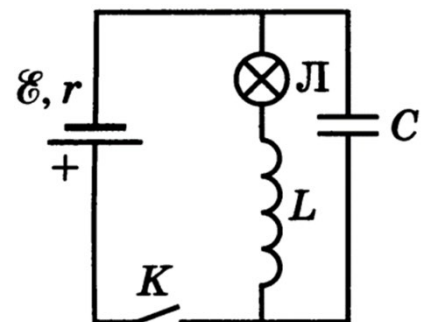
$$a_3 = a_2 \frac{R_3}{R_2} = \frac{\omega^2 \varphi_0 R_1 R_3 \sin \omega t}{R_2} \approx 1,44 \frac{\text{мм}}{\text{с}^2}.$$

При записи ответа необходимо обратить внимание, что в задании требуется выразить его в определенных единицах с определенной точностью.

Ответ: 1,44 мм/с<sup>2</sup>.

**Задание №2** (базовый уровень) *КЭС Колебания и волны 5.2.*  
Электромагнитные колебания.

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока равны соответственно 12 В и 1 Ом, индуктивность катушки 36 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. После



размыкания ключа в лампе выделяется энергия  $W = 0,172$  Дж. Чему равна ёмкость конденсатора  $C$ ? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь. Результат выразите в мФ в виде целого числа.

*Возможное решение:*

При замкнутом ключе  $K$  ток течет через источник, катушку и лампочку, конденсатор при этом заряжается до напряжения, такого же, как на лампе. Чтобы найти напряжение на лампе, необходимо записать закон Ома для полной цепи и закон Ома для участка цепи. Также следует заметить, что лампочка и катушка индуктивности соединены последовательно,

следовательно, через них потечет одинаковый электрический ток. В катушке индуктивности и конденсаторе накапливается энергия, равная

$$W = \frac{L \left( \frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2}{2} + \frac{C \left( \frac{\mathcal{E}R}{R+r} \right)^2}{2}.$$

Здесь  $R$  – сопротивление лампы. После размыкания ключа у нас останется колебательный контур с активным сопротивлением (сопротивлением лампы), значит, возникнут затухающие колебания, при которых вся энергия выделится на активном сопротивлении, то есть, на лампе. Тогда, зная эту энергию, мы можем выразить ёмкость конденсатора

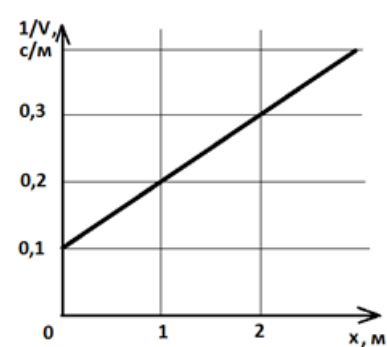
$$C = \frac{2W(R+r)^2 - L\mathcal{E}^2}{\mathcal{E}^2 R^2} = 2 \text{ мФ}.$$

При записи ответа необходимо обратить внимание на требуемые единицы и на необходимое округление.

Ответ: 2 мФ.

### Задание №3 (повышенный уровень) КЭС Механика 2.1. Кинематика.

Экспериментально определенная зависимость между величиной, обратной мгновенной скорости материальной точки, и координатой показана на графике. Определите время движения точки на участке  $1 < x < 2$ . Результат выразите в секундах и округлите до сотых долей.



*Возможное решение:*

Для решения данной задачи необходимо внимательно проанализировать единицы физических величин, обозначенных на осях координат приведенного графика. Тогда становится ясно, что время движения материальной точки по данному графику зависимости величины, обратной проекции скорости, от координаты определяется как площадь под графиком (площадь трапеции):

$$\tau = \frac{\frac{1}{V(1)} + \frac{1}{V(2)}}{2} \cdot \Delta x = 0,25 \text{ с.}$$

Ответ: 0,25 с.

### ***Часть 2. Задания на проверку предметных знаний***

**Задание №11** (базовый уровень) *КЭС Колебания и волны 5.4. Оптика.*

Плоское зеркало движется относительно лабораторной системы отсчета со скоростью  $V = 1$  м/с, направленной перпендикулярно плоскости зеркала. С какой скоростью относительно этой же системы отсчета должен двигаться точечный источник, чтобы его изображение в зеркале оставалось неподвижным для наблюдателя, также находящегося в лабораторной системе отсчета? Ответ выразите в м/с в виде целого числа.

*Возможное решение:*

Поскольку движения изображения в направлении, параллельном зеркалу, нет, источник света движется перпендикулярно плоскости зеркала. Поскольку изображение расположено симметрично источнику относительно зеркала, то перемещение  $\Delta x$  источника перпендикулярно плоскости зеркала вызовет такое же перемещение изображения в противоположном направлении за такое же время  $\tau$  (все перемещения указаны относительно зеркала). Скорость источника относительно изображения будет равна  $2\Delta x/\tau$ . В системе отсчета, связанной с изображением, скорость зеркала будет равна  $\Delta x/\tau$ . Если изображение неподвижно, то система отсчета, связанная с ним, является лабораторной, а значит скорость источника составляет  $2V = 2$  м/с.

Ответ: 2 м/с.

**Задание №11** (повышенный уровень) *КЭС Термодинамика и молекулярная физика 3.3. Законы идеального газа.*

Какое число качаний должен сделать поршневой насос, чтобы в баллоне объемом 30 л увеличить давление воздуха в два раза? Площадь поршня составляет 20 см<sup>2</sup>, ход поршня 20 см. Температура постоянна. Начальное давление равно атмосферному. Результат округлите до целого числа.

*Возможное решение:*

Чтобы увеличить давление в 2 раза, нужно увеличить количество вещества воздуха также в 2 раза, так как ни объём сосуда, ни температура газа в сосуде не изменяются. Из уравнения Менделеева-Клапейрона количество вещества воздуха в начальный момент времени в баллоне равно

$$\nu = \frac{p_0 V}{RT}.$$

Количество вещества, передаваемое в баллон за один ход поршня насоса, равно

$$\nu' = \frac{p_0 S h}{RT}.$$

Тогда  $N\nu' + \nu = 2\nu \Rightarrow N\nu' = \nu$ .

Следовательно, число качаний насоса равно

$$N = \frac{\nu}{\nu'} = \frac{V}{Sh} = 75.$$

Ответ: 75.

### **Анализ возможных ошибок при решении заданий по физике теоретического этапа Конкурса**

Часто участники Конкурса не вполне понимают задание и делают ошибки, пытаясь действовать по шаблону. Для решения многих заданий необходимо рассмотреть ситуацию комплексно и применить знания из нескольких тематических разделов. Часть заданий может быть представлена в непривычной для школьников формулировке, поэтому необходимо внимательно прочитать текст задания и его проанализировать. Для успешного

выполнения заданий по физике теоретического этапа рекомендуется выполнять следующие шаги. Необходимо вникнуть в физическую ситуацию и вспомнить законы, её описывающие. Важно последовательно применить все необходимые законы и выполнить с ними математические действия. При получении ответа необходимо обратить внимание, в каких единицах он должен быть записан и с какой точностью, так как во многих заданиях это принципиально важно.