

**Спецификация**  
**экзаменационных материалов для проведения**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**  
**ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» для обучающихся, выбравших химико-технологическое направление практической части

**1. Назначение экзаменационных материалов**

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначаются для определения уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений, ключевых компетенций образовательных программ профильных предметов и элективных курсов.

**2. Условия проведения теоретической части экзаменационной работы**

Теоретическая часть предпрофессионального экзамена проводится в форме компьютерного тестирования.

При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения экзамена. Обучающиеся могут пользоваться непрограммируемым калькулятором, таблицей физических величин и периодической таблицей химических элементов Д.И. Менделеева.

**3. Время выполнения теоретической части экзаменационной работы**

На выполнение теоретической части экзаменационной работы отводится 90 минут. В процессе выполнения заданий предусмотрено 2 автоматические паузы продолжительностью по 5 минут в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях.

**4. Содержание и структура экзаменационной работы**

Задания экзаменационной работы разработаны специалистами высших учебных заведений, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе», и направлены на проверку освоения базовых умений и практических навыков при решении задач профильных предметов и элективных курсов.

В работу включены расчётные задачи и межпредметные задания на анализ текстовой, знакосимвольной и графической информации, базирующиеся на элементах содержания курсов физики, химии и математики базового, повышенного и высокого уровней сложности различной направленности.

Вариант экзаменационной работы, представляемый каждому обучающемуся, автоматически формируется из базы проверочных заданий в соответствии с планом экзаменационной работы и состоит из двух частей. Часть 1 включает текст по естествознанию и 3 задания к нему. Она является обязательной для выполнения каждым экзаменуемым. Часть 2 включает 12 заданий, соответствующих направлению практической части, указанному экзаменуемым в заявлении на участие в предпрофессиональном экзамене. Для получения максимального балла экзаменуемый должен выбрать и выполнить 8 заданий части 2. Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Экзаменуемый может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путем удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию. Возможность выбора более 8 заданий части 2 не предоставляется.

## **5. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом**

За выполнение задания 1 выставляется 2 балла, если ответ обучающегося совпал с эталоном; 1 балл, если неверно указан 1 символ; или 0 баллов в других случаях. За верное выполнение каждого из заданий 2–3 – 1 балл. Выполнение каждого из заданий части 2 оценивается в 2 балла. Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Таким образом, за часть 1 экзаменуемый может получить максимально 4 балла, за часть 2 – 16 баллов. Максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

В **Приложении 1** приведён план демонстрационного варианта экзаменационной работы. В **Приложении 2** приведён демонстрационный вариант работы.

## Приложение 1

### План демонстрационного варианта теоретической части экзаменационной работы в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» для обучающихся, выбравших химико-технологическое направление практической части

№ задания	Проверяемые умения
1	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	Использование явно заданной в тексте информации для расчётов
3	Анализ информации, заданной графически
4	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	Использование математической логики в информационных технологиях
7	Математические преобразования в информационных технологиях
8	Проведение расчётов параметров кинематического устройства
9	Анализ графической информации
10	Использование вычислительных алгоритмов при решении задач
11	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
12	Проведение оценочных расчётов
13	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
14	Проведение оценочных расчётов
15	Проведение оценочных расчётов

**Демонстрационный вариант  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ  
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**  
в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» для  
обучающихся, выбравших химико-технологическое направление  
практической части

**Часть 1**

**Спектр излучения водорода. Постулаты Бора**

Еще в XIX веке было замечено, что спектры излучения разреженных газов имеют линейчатый характер, причем для каждого газа эти линии строго индивидуальны. Изучая линейчатый спектр излучения атомарного водорода, швейцарский физик Бальмер в 1885 г. установил, что частоты известных в то время линий спектра удовлетворяют формуле

$$\nu = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right). \quad (1)$$

Здесь  $n$  – натуральные числа. Константа  $R = 3,29 \cdot 10^{15}$  Гц была определена Ридбергом и называется постоянной Ридберга.

Все спектральные линии, отличающиеся разным значением  $n$ , образуют группу линий или серию (серия Бальмера).

В дальнейшем в спектре атома водорода были открыты другие серии, для которых эмпирическим путем была найдена формула, аналогичная (1)

$$\nu = R \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n > m. \quad (2)$$

Эта формула была названа обобщённой формулой Бальмера.

Длина волны спектральных линий определяется по формуле  $\lambda = c/\nu$ , где  $c$  – скорость света. Спектральная линия, имеющая максимальную длину волны в каждой серии, называется головной линией серии. Она обозначается индексом  $\alpha$ . Частота, ей соответствующая, вычисляется по формуле (2) при  $n=m+1$ . При возрастании  $n$  длина волны каждой линии стремится к минимальному значению  $\lambda_{min}$ , называемому границей серии. Частота, соответствующая границе серии, вычисляется по формуле (2) при  $n \rightarrow \infty$ . При этом для серии Лаймана  $m = 1$ ,  $n = 2, 3, 4$  и т. д. Для серии Бальмера  $m = 2$ ,  $n = 3, 4, 5$  и т. д.

Согласно классической электродинамике ускоренно движущаяся заряженная частица излучает электромагнитные волны. Поскольку электроны в атомах движутся по орбитам, близким к круговым, у них есть центростремительное ускорение. Следовательно, электроны в атоме должны израсходовать всю свою энергию на излучение и упасть на ядро, чего не происходит. Выход из затруднительного положения предложил Бор, сформулировав свои известные постулаты.

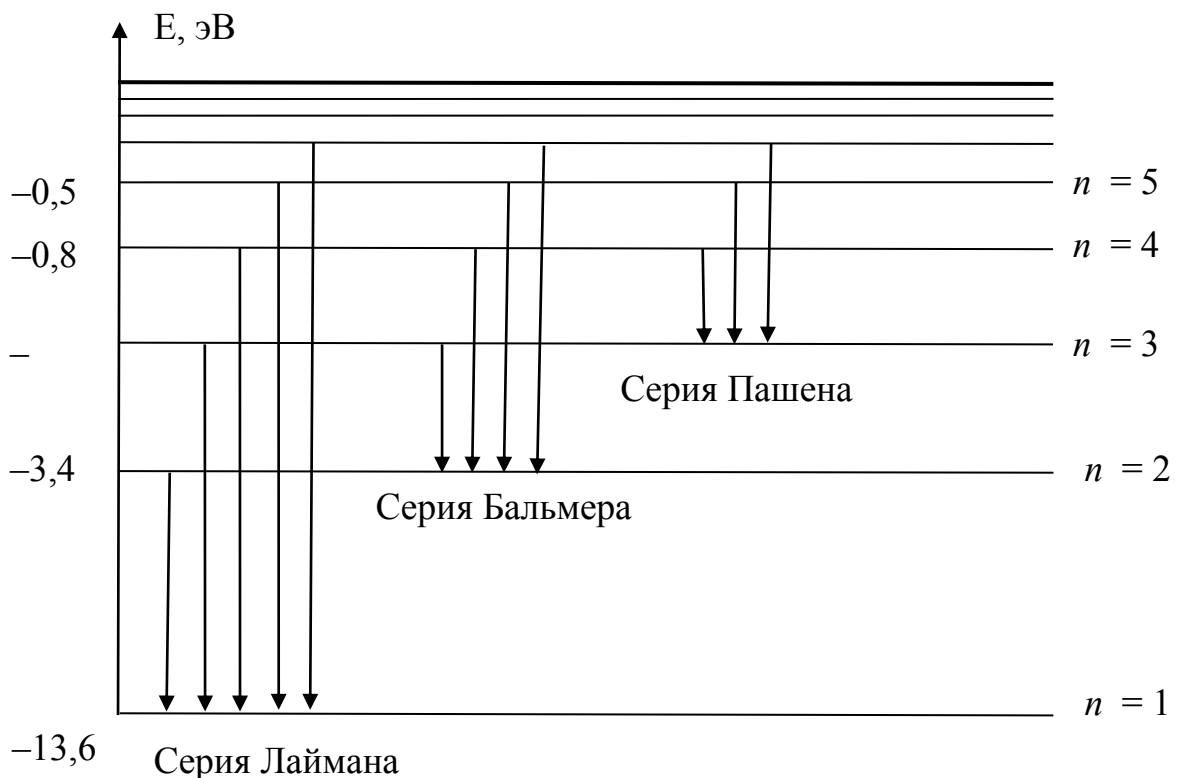
**Первый постулат** (постулат стационарных состояний). Из бесконечного множества электронных орбит, возможных с точки зрения классической механики, осуществляются в действительности только некоторые дискретные орбиты. Электрон, находящийся на одной из этих орбит, несмотря на то, что он движется с ускорением, не излучает электромагнитных волн (света).

**Второй постулат** (правило частот). Излучение испускается или поглощается в виде светового кванта (фотона) энергии  $\hbar\omega$  при переходе электрона из одного стационарного (устойчивого) состояния с энергией  $E_n$  в другое с энергией  $E_m$ . Величина энергии испущенного светового кванта определяется уравнением:

$$\hbar\omega = E_n - E_m, \quad (3)$$

где  $\hbar$  – постоянная Планка;  $\omega = 2\pi c/\lambda$  – циклическая частота излучения.

На рисунке приведена схема энергетических уровней атома водорода.



## ЗАДАНИЯ

**1** Для каждой позиции, обозначенной буквой, укажите соответствующую ей позицию, обозначенную цифрой.

А) серия Лаймана	1) позволяет находить частоты, на которых излучает гелий 2) позволяет находить частоты, на которых излучает атомарный водород 3) все частоты, соответствующие переходу электрона на 1-й энергетический уровень 4) все частоты, соответствующие переходу электрона на 2-й энергетический уровень 5) спектральная линия, имеющая максимальную длину волны в серии 6) спектральная линия, имеющая минимальную длину волны в серии
Б) обобщённая формула Бальмера	
В) головная линия серии	

В ответе запишите последовательность выбранных цифр, первая из которых соответствует позиции А, вторая – Б, а третья – В.

**2** Укажите номер верного ответа. Энергия ионизации атома водорода, находящегося в стационарном состоянии с минимальной энергией, равна:

- 1) 1 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 3,4 эВ
- 4) 13,6 эВ

**3** Используя схему энергетических уровней атома водорода, определите энергию фотона, соответствующую головной линии серии Пашена, в эВ.

## Часть 2

4 Студент написал программу, в которой исполнитель **Прыгун** может совершать прыжки двух типов. Так, стартовав из точки А (0;4; -1) прыжком первого типа, **Прыгун** попадает в точку В (2;3; -1), а из точки В прыжком второго типа попадает в точку С (-2;5;0). Найдите модуль перемещения **Прыгуна**, последовательно совершившего два прыжка первого типа и прыжок, противоположный прыжку второго типа.

5 При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ох в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = 4 \cdot 0.3^{t-5}$
Вторая частица	$x_2 = \sqrt{3t + 1}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчёта?

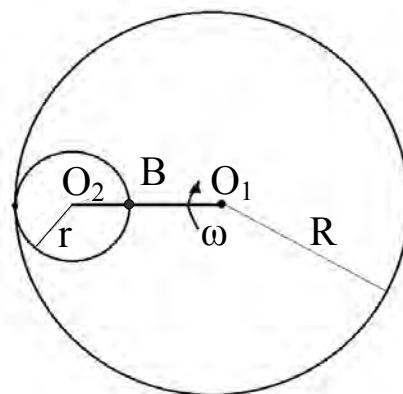
6 Мимо Алексея, Игоря и Сергея промчался автомобиль.  
– Это английская машина марки «Феррари», – сказал Алексей.  
– Нет, машина итальянская, марки «Понтиака» – возразил Игорь.  
– Это «Сааб», и сделан он не в Англии, – сказал Сергей.

Оказавшийся рядом знаток автомобилей сказал, что каждый из них прав в одном из двух высказанных предположений.

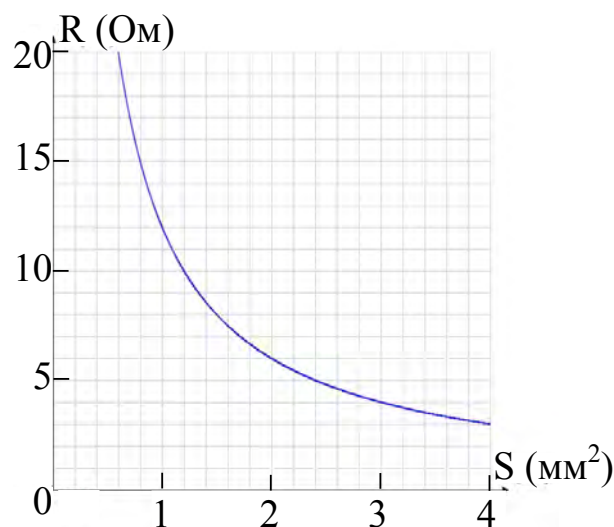
Какой же марки этот автомобиль и в какой стране изготовлен?

7 Дано число 8000. Преобразуйте его из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления.

- 8 Кривошип  $O_1O_2$ , вращаясь с постоянной угловой скоростью  $\omega = 6 \text{ рад/с}$ , катит шестерню радиуса  $r = 0,1 \text{ м}$  по неподвижной шестерне радиуса  $R = 0,4 \text{ м}$  без проскальзывания. Чему равна (по величине) скорость точки В подвижной шестерни?



- 9 На рисунке приведен график зависимости сопротивления  $R$  электрического провода от площади его поперечного сечения  $S$ . Чему равна длина  $L$  этого провода, если его удельное сопротивление  $\rho = 4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ ?



- 10 Алгоритм, вычисляющий функции  $F(n)$ , где  $n$  – натуральное число, задан следующими соотношениями:

$$F(1) = 1; F(n) = F(n-1) * (n+1), \text{ при } n > 1.$$

Чему равно значение функции  $F(5)$ ?

- 11 Для получения 12,8 г насыщенного при данной температуре раствора хлорида бария в воде растворили 4,1 г кристаллогидрата соли ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Определите коэффициент растворимости хлорида бария при данной температуре. Ответ запишите с точностью до десятых.

- 12 Радиоактивный изотоп йода  $^{131}\text{I}$  используется в медицине для лечения и диагностики, в частности при исследовании функции щитовидной железы. Рассчитайте время (в сутках), за которое из организма выведется около 97% введенного изотопа, если его период полувыведения составляет 8 суток.



13 Для сохранения анатомических препаратов используется формалин (водометанольный раствор формальдегида). Технический формалин содержит 37% по массе муравьиного альдегида и имеет плотность 1,1 г/мл. Рассчитайте объем формальдегида (н. у.), который необходим для получения 1 л формалина. Запишите число с точностью до целых.

14 В цилиндрический сосуд налили 6 куб. см воды. В воду полностью погрузили деталь. При этом уровень жидкости в сосуде увеличился в 1,5 раза. Найдите объём детали. Ответ выразите в куб. см.

15 Термохимическое уравнение неполного горения углерода выглядит следующим образом:  $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO} + 220 \text{ кДж}$ . Рассчитайте количество теплоты, которая выделится при сгорании углерода массой 3 г.

## ОТВЕТЫ

№ задания	Правильный ответ	Макс. балл
1	3 2 5	2
2	4	1
3	0,7	1
4	9	2
5	5	2
6	«Феррари», Италия	2
7	1111101000000	2
8	3,6	2
9	3	2
10	360	2
11	37,6	2
12	40	2
13	304	2
14	3	2
15	27,5	2