

Спецификация
экзаменационных материалов для проведения
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
для выпускников, обучавшихся в рамках проекта
«Инженерный класс в московской школе», выбравших для
практической части медико-инженерное направление

1. Назначение экзаменационных материалов

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначены 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 две 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 расчетные задачи и межпредметные задания на анализ текстовой, знаковимвольной и графической информации,

базирующиеся на элементах содержания курсов химии, биологии, физики 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 для выпускников, обучавшихся в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе», выбравших для практической части медико-инженерное направление

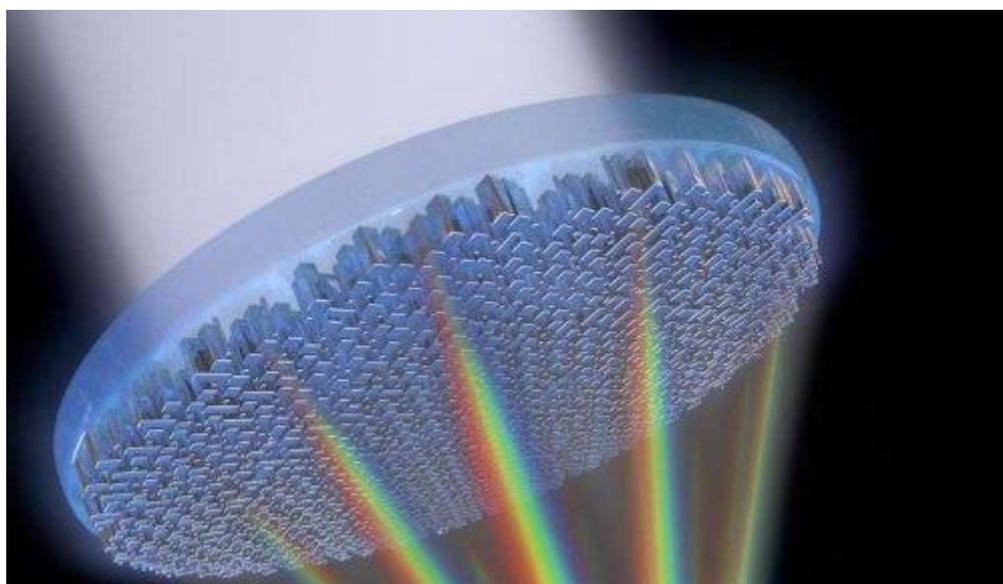
№ зада- ния	Проверяемые умения
1	Использование явно заданной в тексте информации для анализа
2	Поиск явно заданной в тексте информации
3	Использование неявно заданной в тексте информации для расчетов
4	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
6	Анализ графической информации
7	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
8	Проведение оценочных расчетов
9	Проведение оценочных расчетов
10	Проведение оценочных расчетов
11	Проведение оценочных расчетов
12	Использование явно заданной информации для проведения расчетов
13	Использование знаково-символьных моделей при решении задач
14	Использование заданной информации для проведения расчетов
15	Преобразование модели из одной системы представления в другую

**Демонстрационный вариант
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

для выпускников, обучавшихся в рамках проекта
«Инженерный класс в московской школе», выбравших для практической
части медико-инженерное направление

Часть 1

Металинзы – это различного типа плоские оптические устройства, поверхность которых покрыта наноструктурами определенной формы и размеров, которые способны заменить большие изогнутые стеклянные линзы, используемые в различных оптических устройствах. Однако, большинство созданных ранее металинз имели ограничения по ширине спектра света, который они могли эффективно фокусировать и преломлять. А недавно исследователи из Школы технических и прикладных наук Гарвардского университета создали первую в своем роде металинзу, которая способна фокусировать в единую точку абсолютно все составляющие белого света, другими словами, работающую в спектре видимого света с длинами волн от 470 до 670 нанометров.



Обеспечение одинаковой работы оптических компонентов во всем спектре видимого света является достаточно сложной задачей из-за того, что свет с различными длинами волн перемещается в любом материале с различной скоростью (дисперсия света). К примеру, красный свет распространяется в стекле быстрее синего света, и два луча разного цвета достигнут одной точки с небольшой разбежкой во времени (скорость

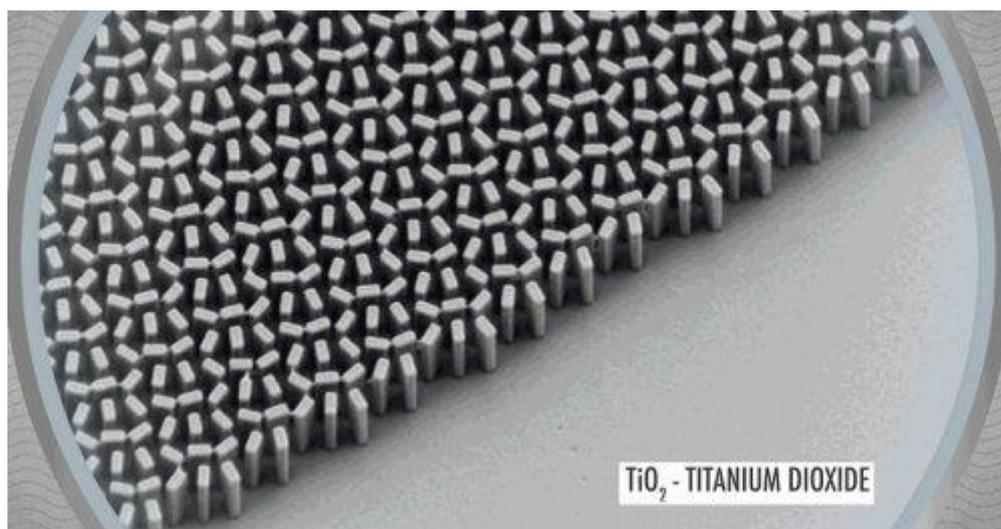
света в вакууме равна $c=2,998 \cdot 10^8$ м/с). Такая неравномерность служит причиной возникновения искажений, известных под названием хроматических aberrаций.

Для борьбы с такими искажениями в объективах высококачественных камер, телескопов и других инструментов используется несколько линз, изготовленных из материалов, имеющих немного отличные оптические свойства. Естественно, все это делает оптические устройства более громоздкими, тяжелыми, сложными и дорогостоящими.

Одно из «фирменных» достоинств металинз — несравнимо более высокие показатели эффективности. К такому выводу исследователи пришли, когда путем экспериментов получили эффективность на уровне 99%. Это значит, что при прохождении через металинзу теряется всего 1% светового потока. И такой результат сегодня невозможно повторить, даже используя лучшие линзы из стекла.

Металинзы имеют множество преимуществ по сравнению с обычными линзами. Они тонки, легки и просты в изготовлении. И теперь эти преимущества можно использовать по отношению ко всему диапазону видимого света.

Созданные учеными металинзы покрыты столбиками из диоксида титана. Эти столбики имеют различную высоту (несколько сотен нанометров), толщину (несколько десятков нанометров) и они расположены на различном удалении друг от друга для того, чтобы при их помощи можно было фокусировать свет с различными длинами волн. Свет с различными длинами волн проходит к точке фокусировки различными путями и прибывает туда в один и тот же момент времени. Параметры массива этих столбиков определяют общий коэффициент преломления металинзы.



В настоящее время исследователи изготовили опытный образец новой металинзы, диаметром всего в пару миллиметров. Но в самом ближайшем времени они закончат разработку технологии, которая позволит изготавливать такие металинзы, диаметр которых уже будет исчисляться

сантиметрами. Их уже можно будет использовать в камерах, микроскопах, устройствах дополненной, виртуальной реальности и других оптических устройствах, которые, благодаря этому, станут легче, компактней и значительно дешевле.

ЗАДАНИЯ

1

Установите соответствие между понятиями и их определениями. Для каждого элемента первого столбца укажите один элемент второго столбца.

А) Дисперсия света	1) сложение световых волн
Б) Преломление света	2) зависимость скорости света от длины волны
В) Хроматическая абберация	3) непрямолинейное распространение света
	4) огибание преград лучами света
	5) уменьшение интенсивности света с расстоянием
	6) несовпадение фокусных расстояний для лучей разного цвета

2

В каком диапазоне волн работают металлинзы?



Частотный диапазон электромагнитных излучений

- 1) инфракрасный
- 2) видимый
- 3) ультрафиолетовый
- 4) радиоволны

3

Какова скорость распространения красного света в стекле с показателем преломления для красного света $n=1.510$? Ответ дайте в 10^8 м/с, округлив до тысячных.

Часть 2

4

Студент написал программу, в которой исполнитель **Прыгун** может совершать прыжки двух типов. Так, стартовав из точки $A(1; -3; 1)$ прыжком первого типа, **Прыгун** попадает в точку $B(-1; -1; 0)$, а из точки B прыжком второго типа попадает в точку $C(-5; 1; -1)$. Найдите модуль перемещения **Прыгуна**, последовательно совершившего три прыжка, противоположные прыжку первого типа, и два прыжка второго типа.

5

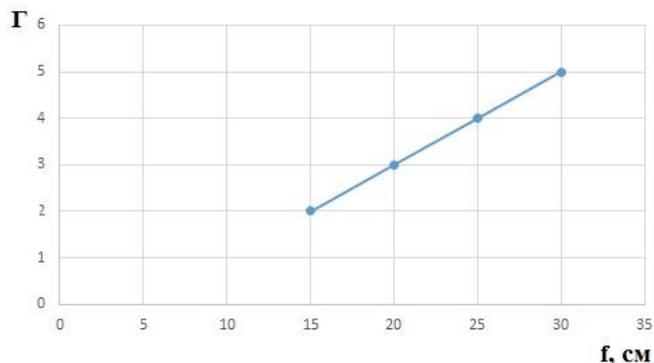
При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = 4 + \log_{0,5}(t + 4)$
Вторая частица	$x_2 = (t - 3)^3$

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

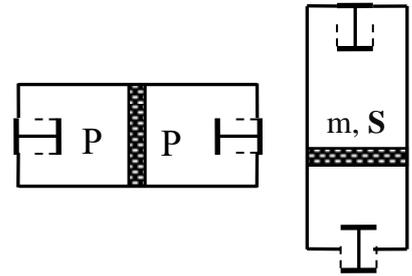
6

Экспериментально определенная зависимость между увеличением тонкой собирающей линзы и расстоянием от линзы до изображения показана на рисунке. Определите фокусное расстояние линзы.



7

Тяжелый поршень с площадью поперечного сечения $S = 100 \text{ см}^2$ в исходном горизонтальном положении цилиндра находится посередине. Слева и справа воздух при атмосферном давлении $P = 10^5 \text{ Па}$. Цилиндр поворачивают на 90° , при этом верхний клапан остается закрытым, а нижний открывается только тогда, когда цилиндр занимает строго вертикальное положение. При какой массе поршня он опустится на нижний торец цилиндра? Трения нет. Температура неизменна. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



8

Препарат Трисоль – многокомпонентный раствор, который вводят внутривенно при холере, острой дизентерии и пищевой токсикоинфекции. Раствор содержит 5 г хлорида натрия, 1 г хлорида калия и 4 г гидрокарбоната натрия, доведенные до объема 1 л водой для инъекций. Рассчитайте суммарную молярную концентрацию ионов в этом растворе (моль/л). Диссоциацией и гидролизом иона гидрокарбоната можно пренебречь. Ответ приведите с точностью до тысячных.

9

По информации производителей порция гамбургера «Бургер кинг» содержит 5,6 г жиров, 28,5 г углеводов и 8,4 г белка. Калорийность белков и углеводов составляет 4,11 ккал/г, а калорийность жиров – 9,29 ккал/г. Рассчитайте, сколько времени (в минутах) нужно плавать человеку массой 60 кг для расхода полученной энергии, если при медленном плавании свободным стилем за 1 час тратится 300 ккал. Запишите число с точностью до целых.

10

Тритиевая вода применяется как меченое соединение для исследования водного обмена. Период полувыведения воды из организма в среднем составляет 10 дней. Рассчитайте, за какое время произойдет почти полное выведение тритиевой воды (останется менее 1% от полученной дозы) из организма. Ответ округлите до целых.

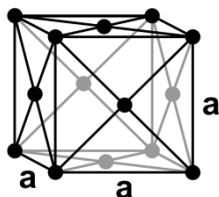
11

В медицине растворы пероксида водорода применяют как антисептическое средство для обработки ран. Аптечное название – перекись водорода, 3%. Какой объем воды необходимо добавить к 20 мл концентрированного раствора пероксида водорода с массовой долей 30%

(«пергидроль») для приготовления аптечного раствора? Плотность растворов принять равной 1 г/мл. Запишите число с точностью до десятых.

12

Для кристаллической структуры свинца и алюминия характерна кубическая гранецентрированная решетка. Зная, что относительная атомная масса свинца и алюминия составляет 207,2 а.е.м. и 27,0 а.е.м., соответственно, а плотность свинца и алюминия составляет 11,35 г/см³ и 2,70 г/см³, соответственно, рассчитайте отношение расстояний между атомами в данных кристаллах. Ответ округлите до сотых.



13

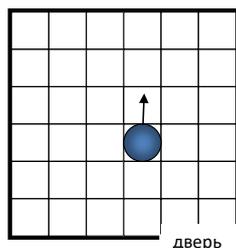
Проводятся испытания работы робота-пылесоса в помещении. Помещение разбито на клетки такого размера, что робот-пылесос (с помощью щеток) полностью очищает ту клетку, по которой он проходит или стоит (при его включении или при ударе о препятствие). Дверь в помещение открыта.

В начале работы в памяти робота создается переменная k , равная нулю. Если в процессе уборки робот наткнется на препятствие, то при каждом ударе обо что-либо переменная k увеличивается на единицу.

Роботу-пылесосу задается программа для уборки помещения, реализующая следующий алгоритм:

«Иди вперед; в случае соударения повернуть по часовой стрелке на угол $90^\circ \cdot k$ ».

На рисунке указан план помещения, выход из помещения, исходное расположение и направление робота.



Сколько клеток помещения окажутся неубранными?

14

Для лечения пациенту была назначена лучевая терапия кости. Поглощенная доза рентгеновского излучения равна 7 Р. Определите мощность экспозиционной дозы излучения за 20 с. Ответ запишите в СИ.
 $P=2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Дано: $D_p=70 \cdot 10^{-3}$ Р

Найти: P_0

15

У вычислителя две команды, которым присвоены номера:

1) прибавить 1;

2) возвести в квадрат.

Первая из этих команд увеличивает число на 1, вторая возводит в квадрат.

Программа для вычислителя - это последовательность номеров команд.

Например, 211 — это программа «возвести в квадрат, прибавить 1, прибавить 1». Эта программа преобразует число 5 в число 27. Запишите программу для вычислителя, которая преобразует число 3 в число 101.

Ответы

№ задания	ответ	КОЛ-ВО баллов
1	236	2
2	2	1
3	1,985	1
4	3	2
5	4	2
6	5	2
7	50	2
8	0,292	2
9	41	2
10	70	2
11	0,9	2
12	1,22	2
13	13	2
14	9	2
15	2121	2