

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ЦЕНТР ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ

ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН
для учащихся инженерных классов (11 класс) города Москвы

Методические рекомендации
по решению задач теоретической части предпрофессионального экзамена

ФИЗИКА

Авторы: **Кравцов А.В.**, к.ф.-м.н.,
заведующий кафедрой «Основы физики»
СУНЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана;
Буркова Е.Г., преподаватель физики
кафедры «Основы физики» СУНЦ МГТУ
им. Н.Э. Баумана

Москва 2017

(стр. 1 из 7)

Введение

Формирование жизненных и предпрофессиональных умений – первостепенная задача системы образования. Выпускник должен уметь применять знания в реальной жизни, ориентироваться в большом объеме информации и самостоятельно получать новые знания, разрабатывать реальные и необходимые проекты и презентовать инновационные идеи.

Проект «Инженерный класс в московской школе» ставит своей задачей предпрофессиональную подготовку будущего инженера. В рамках проекта обучающиеся образовательных учреждений общего среднего образования получают углубленные знания по учебным дисциплинам, на основе которых они смогут успешно обучаться в инженерном ВУЗе. Экскурсии на кафедры ВУЗов и на производственные предприятия дают возможность познакомиться с характером инженерной деятельности, производственная практика в рамках проекта позволяет включиться в деятельность предприятия или лаборатории, а выполнение проекта инженерно-технической направленности формирует умения, необходимые в дальнейшей работе. Все это вместе взятое осуществляет профессиональную навигацию обучающихся и ориентирует их на осознанный выбор будущей профессии.

По окончании обучения в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» предусмотрен предпрофессиональный экзамен. Предпрофессиональный экзамен – форма независимой итоговой оценки с участием представителей вузов, которая проводится по результатам освоения обучающимися предпрофессиональных профильных программ в инженерных классах. Включает в себя компьютерное тестирование и практическую работу по одной из трех моделей: защита долгосрочного проекта, разработка и защита мини-проекта, решение практических (производственных) задач. В настоящих методических указаниях рассматриваются вопросы подготовки обучающихся к теоретическому этапу предпрофессионального экзамена в форме компьютерного тестирования.

Материалы теоретической части предпрофессионального экзамена предназначаются для определения уровня освоения выпускниками инженерных классов знаний, умений, ключевых компетенций образовательных программ профильных предметов и элективных курсов. При разработке контрольно-измерительных материалов было учтено, что инженерный труд предусматривает работу с информацией, представленной в самых разных формах: вербально-текстовой, знаково-символьной, в частности, формульной и табличной, графической, символьно-графической. При этом современные средства отображения информации часто выдают результат как интеграцию указанных форм.

Другой особенностью контрольно-измерительных материалов является их метапредметный характер, также вытекающий из требований к будущей профессии инженера. В контрольно-измерительных материалах в рамках одного задания объединяются вопросы, относящиеся, в основном, к трем предметным областям: математике, физике и информатике. При этом задача с физико-техническим содержанием может потребовать высокой математической культуры, а задача,

относящаяся к проблемам обработки информации, опирается на хорошие естественнонаучные знания.

1. Структура экзаменационной работы теоретической части предпрофессионального экзамена

В экзаменационную работу включены расчетные задачи с инженерно-техническим содержанием, междисциплинарные задания на анализ текстовой, знаково-символьной и графической информации, базирующиеся на элементах содержания курсов физики, информатики и математики базового, повышенного и высокого уровней сложности.

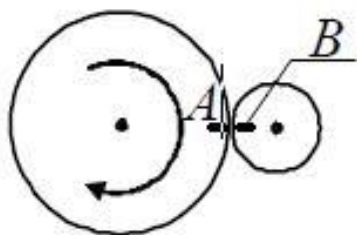
Вариант экзаменационной работы, представляемый каждому обучающемуся, автоматически формируется из базы проверочных заданий и состоит из 12 заданий.

За правильное выполнение заданий выставляется 1, 2 или 3 балла. Задание на 1 балл считается выполненным, если ответ учащегося совпал с эталоном. При оценивании заданий на 2 или 3 балла по одному баллу выставляется за каждый совпавший с эталоном элемент ответа. Количество баллов за каждую задачу сообщается экзаменуемому вместе с выданным вариантом экзаменационной работы.

Для более подробного знакомства со структурой экзаменационной работы можно воспользоваться спецификацией и планом демонстрационного варианта работы.

№ задания	Умения, проверяемые на основе нижеприведённого межпредметного содержания	Макс. балл
1	Проведение логических рассуждений для нахождения характеристик событий	1
2	Использование знаково-символьных моделей при решении задач	1
3	Использование знаково-символьных моделей при решении задач	2
4	Проведение экстремальных оценок	3
5	Использование знаково-символьных моделей при решении задач	1
6	Преобразование модели из одной системы представления в другую	2
7	Использование явно заданной информации для проведения расчетов	3
8	Проведение расчетов параметров кинематического устройства	1
9	Анализ графической информации	2
10	Решение задач на индукционное представление информации	1
11	Использование знаково-символьных моделей при решении задач	2
12	Использование явно заданной информации для проведения расчетов	1

Задания с физическим содержанием очевидным образом включены в задачи по проведению расчетов параметров кинематического устройства. Простейшей задачей, интегрально объединяющей физические и математические знания и умения, может быть задача о вращении шестерней.



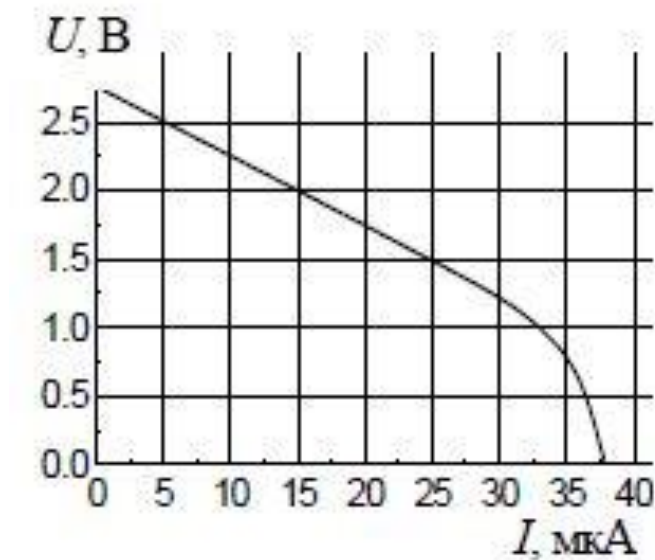
Две шестерни с радиусами $R_1 = 8$ см и $R_2 = 3$ см находятся в зацеплении друг с другом. Большая из них вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 3$ рад/с. В некоторый момент времени метки A и B , поставленные на шестернях совпадают. Определите минимальное время τ (в секундах), через которое метки опять совпадут.

Физической основой такого рода механизмов является кинематика вращательного движения твердых тел. При контакте шестерен очевидно отсутствует проскальзывание, а значит, линейные скорости средних линий зубов шестерней равны: $V_1 = V_2$, а учитывая связь между угловыми и линейными величинами, $\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$. За искомое время расстояния, пройденные обеими метками, должны быть равны: $2\pi R_1 n = 2\pi R_2 m$, где n и m – целые числа. Значения радиусов – взаимно простые числа, поэтому легко показать, что $n = 3$, а искомое время равно

$$\tau = \frac{2\pi R_1 n}{\omega_1 R_1} = 6,28 \text{ с}$$

Анализ графической информации в заданиях с физическим содержанием чаще всего встречается в задачах из раздела "Электродинамика".

Примером задания, в котором необходим анализ графической информации, может быть следующее.



На рисунке приведен график зависимости напряжения U на клеммах солнечной батареи от протекающего тока I . Найдите ЭДС батареи. Какой ток I_1 (в мкА) будет протекать через резистор сопротивлением $R = 60$ кОм, если его подключить к такой батарее?

Электродвижущая сила батареи может быть определена непосредственно из графика при его продолжении влево до пересечения с осью ординат, что соответствует нулевому току в цепи. Прделав эту операцию, мы получим

$$\mathcal{E} = 2,75 \text{ В}$$

Для ответа на второй вопрос задания можно пойти двумя путями. Первый – это рассчитать сопротивление, подключенное к батарее, "по точкам", рассчитав по вольт-амперной характеристике отношение напряжения к току в нескольких точках и сравнить с заданным значением сопротивления.

Второй путь – это графоаналитическое решение. Вольт-амперная характеристика представляет собой комбинацию линейного и нелинейного участков. Сделаем предположение, что заданное сопротивление задает рабочую точку, находящуюся на линейном участке вольт-амперной характеристики. Продолжим линейный участок характеристики вправо до пересечения с осью абсцисс, что соответствует току короткого замыкания 55 мкА, по которому можно определить внутреннее сопротивление батареи, приведенное к этому участку, которое получается равным 50 кОм. Тогда искомый ток можно определить, используя второе правило Кирхгофа:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Оба способа дают одинаковый результат, равный 25 мкА.

Наиболее полно проверяется усвоение универсальных учебных действий в заданиях, где требуется комплексный анализ информации, представленной и в знаково-символьной, и в графической форме, и в других представлениях. Примером такого задания может служить задание на анализ научно-технического текста. При анализе текста обучающийся, сдающий предпрофессиональный экзамен, должен ознакомиться с текстом, выяснить, какую новую для него информацию несет этот текст, и на основе имеющихся у него знаний синтезировать ответы на предложенные в задании вопросы.

Пример такого задания приведен ниже. Сдающему экзамен предлагается текст на тему "Тепловое излучение".

Тепловое излучение

Все окружающие нас тела излучают электромагнитные волны. При комнатной температуре все тела излучают невидимые инфракрасные волны. Кусок железа, нагретый до 550°C, излучает свет темно-красного цвета. По мере повышения температуры цвет излучения меняется: при 1000°C становится желтым, при 1500°C – белым. Таким образом, максимум излучения при нагревании тела смещается в область высоких частот (коротких длин волн). На рисунке представлены кривые интенсивности излучения для тел разной температуры. При температуре примерно 5700°C (температура фотосферы Солнца) максимум излучения приходится на область видимого света.

Тела не только излучают, но и поглощают энергию. Тело, полностью поглощающее всё падающее на него излучение, называется абсолютно черным. Реальные тела абсолютно черными не являются, отражая часть энергии излучения. Если температура тела равна температуре окружающей среды, то интенсивности поглощения и излучения энергии телом равны. Если температура тела больше температуры окружающей среды, то излучение преобладает над поглощением, и тело охлаждается.

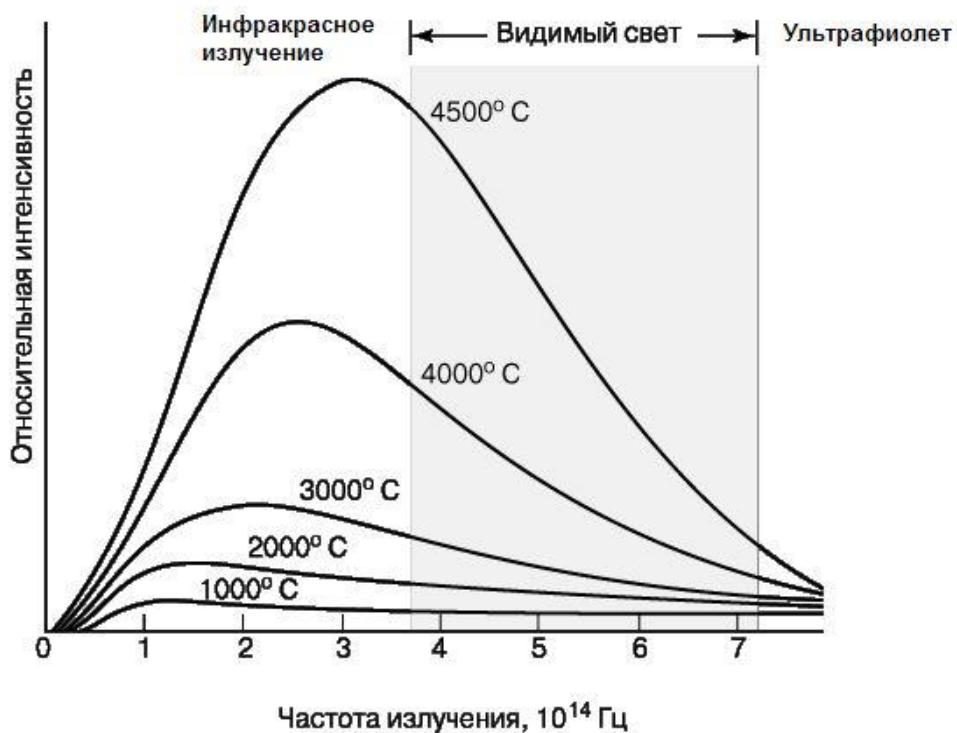


Рисунок 1. Зависимость интенсивности излучения от частоты для тел разной температуры

Таблица. Цвета каления в зависимости от температуры тела

Температура, °C	Цвет каления
550	тёмно-коричневый
740	тёмно-вишневый
770	вишнёвый
900	ярко-красный
950	оранжевый
1000	жёлтый
1200	жёлто-белый
1300	белый

Вопросы по тексту:

1. Стальная деталь охлаждается от температуры 1000 °C до температуры 950 °C. При этом:
 - 1) цвет излучения изменился с белого на желтый;
 - 2) цвет излучения изменился с желтого на оранжевый;
 - 3) деталь перестала излучать в инфракрасной области;
 - 4) максимум излучения сместился в ультрафиолетовую область.

Ответ: 2)

2. Тела черного и светло-серого цветов находятся в термодинамическом равновесии с окружающей средой. Какое из тел излучает энергию с большей интенсивностью?

- 1) с большей интенсивностью излучает энергию черное тело;
- 2) с большей интенсивностью излучает энергию светло-серое тело;
- 3) оба тела излучают энергию с одинаковой интенсивностью;
- 4) оба тела не излучают энергию.

Ответ: 1)

Понимание текста опирается на предварительные знания сдающего экзамен по взаимодействию оптического излучения с веществом, на знакомство с законами Вина и Планка для оптического излучения, а также на освоение физических особенностей состояния термодинамического равновесия.

Опираясь на эти знания, экзаменуемый может из непосредственно из текста, таблицы и графического материала получить конкретные значения температур и соответствующих им цветов каления и дать правильный ответ на первый вопрос: «цвет излучения изменился с желтого на оранжевый».

Ответ на второй вопрос требует не просто знания, но и понимания прямо указанного в тексте факта, что в состоянии термодинамического равновесия системы с окружающей средой температура тела равна температуре окружающей среды, и интенсивности поглощения и излучения энергии телом равны. Опираясь на это утверждение и на тот факт, что реальные тела абсолютно черными не являются, отражая часть энергии излучения, можно синтезировать вывод, что тело, не являющееся абсолютно черным, меньше, чем черное, поглощает энергию излучения, а, значит, и меньше энергии излучает. Это позволяет дать ответ на второй вопрос, что «с большей интенсивностью излучает энергию черное тело».

Для подготовки к выполнению заданий по рассмотренной тематике могут быть рекомендованы следующие пособия:

1. Белолипецкий С.Н., Еркович О.С., Казаковцева В.А., Цвечинская Т.С. Задачник по физике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.
2. Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков, Б.А. Слободсков. Физика. Электродинамика. 10 – 11 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. 12-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2012. – 476 с. ISBN 978-5-358-05129-4.
3. Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков, Б.А. Слободсков. Физика. Электродинамика. 10 – 11 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. 14-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2014. – 476 с. ISBN 978-5-358-05129-4.
4. Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков. Физика. Оптика. Квантовая физика. 11 кл. - М.: Дрофа, 2014. – 480 с.
5. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика, 11 кл. - М.: «Вентана-Граф», 2012 г. – 464 с.