

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
РГБУ «КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ИНСТИТУТ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАНИЯ»

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор РГБУ ДПО «КЧРИПКРО»
А.В. Гурин
«16» декабря 2020 г.

Решение Ученого совета РИПКРО
от «16» декабря 2020 г. Протокол №44



**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации**

«Совершенствование предметных и метапредметных компетенций педагогических работников образовательных организаций с низкими результатами ГИА»(Физика)

Категория слушателей: учителя физики

Количество часов:36

Режим занятий:6-8 часов в день

Форма обучения: очная (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

Черкесск 2020

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1. ЦЕЛЬ: Обновление и расширение профессиональных знаний учителей физики по подготовке учащихся к ЕГЭ

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс освоения программы направлен на формирование следующих компетенций:

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-2 способностью использовать систематизированные теоретические и практические знания гуманитарных, социальных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач

ОПК-4 способностью нести ответственность за результаты своей профессиональной деятельности

Профессиональные компетенции:

ПК-1- способность разрабатывать и реализовывать учебные программы базовых и элективных курсов в различных образовательных учреждениях;

ПК-2 - способность решать задачи воспитания и духовно-нравственного развития личности обучающихся;

ПК-3 - готовность применять современные методики и технологии, методы диагностирования достижений обучающихся для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса;

ПК-4 – способность осуществлять педагогическое сопровождение процессов социализации и профессионального самоопределения обучающихся, подготовки их к сознательному выбору профессии;

ПК-5 - способность использовать возможности образовательной среды для формирования универсальных видов учебной деятельности и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса;

ПК-6 - развитие способности к коммуникации, диалогу, консенсусу, умению слушать и слышать собеседника, стремиться понять позицию оппонента, адаптировать свои высказывания к возможностям восприятия других участников общения, способность предотвращать или разрешать конфликтные ситуации с учетом интересов разных сторон;

ПК-7 - способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать активность и инициативность, самостоятельность обучающихся, их творческие способности;

ПК-8 - способность к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной деятельности;

ПК-13 – способностью использовать в учебно-воспитательной деятельности основные методы научного исследования;

Специальные компетенции (СК)

СК 1 способен ориентироваться в современных тенденциях развития техники, технологии, включая информационные, готов применять знания теоретической информатики, математики для анализа обозначенных тенден-

ций;

СК 2 способен анализировать эксплуатационные и технические свойства материалов, выбирать материалы и технологии их обработки на основе использования математического аппарата, методологии программирования, современных компьютерных средств для решения практических задач.

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций. Слушатель должен:

знать:

- требования Федерального государственного образовательного стандарта образования, регламентирующие профессиональную педагогическую деятельность учителя физики;

- особенности современных образовательных технологий, применимых для реализации требований ФГОС в преподавании физики, их существенные характеристики;

- требования к профессиональной компетенции учителя физики;

уметь:

- владеть приемами и способами организации уроков физики в основной и средней школе;

- организовывать различные формы работы по освоению учебного материала с использованием инновационных педагогических технологий.

Содержание программы

3.УЧЕБНЫЙ ПЛАН

курсов повышения квалификации

«Совершенствование предметных и метапредметных компетенций педагогических работников образовательных организаций с низкими результатами ГИА»(**Физика**)
Цель: Совершенствование компетенций, необходимых для повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации по физике по подготовке учащихся к ЕГЭ

Категория слушателей: учителя физики

Количество часов: 36

Режим занятий: 6 часов в день

Форма обучения: очная (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий).

№ п/п	Наименование разделов КИМ ЕГЭ	Всего часов	лекции	практические занятия	Форма контроля
	Входное тестирование	2	-	2	
Модуль 2	<i>Физика в познании вещества, поля, пространства и времени. Механика</i>	8	-	8	
Модуль 3	<i>Молекулярная физика</i>	7	3	4	
Модуль 4	<i>Электродинамика</i>	10	6	4	
Модуль 5	<i>Квантовая физика</i>	5	3	2	
Модуль 6	<i>Разбор «Примеров решения задач повышенного уровня сложности»</i>	2	-	2	
	<i>Итоговый контроль – итоговое тестирование</i>	2	-	2	зачет
	Всего часов	36	10	26	

4.УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование модулей и тем.	Всего часов	В том числе		Форма зачета
			лекции	практические	
	Входное тестирование	2	-	2	
Модуль I	Физика в познании вещества, поля, пространства и времени. Механика	8			
1.1	Кинематика материальной точки. Повторение теоретического материала по теме: «Кинематика материальной точки» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»	2	-	2	
1.2	Динамика материальной точки. Повторение теоретического материала по теме: «Динамика материальной точки» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»	2	-	2	
1.3	Законы сохранения. Повторение теоретического материала по теме: «Законы сохранения» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»	2	-	2	
1.4	Динамика периодического движения. Релятивистская механика. Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»	2	-	2	
Модуль II	Молекулярная физика	7			
2.1	Молекулярная структура вещества. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Повторение теоретического материала по теме: «Молекулярная физика»	1	1	-	
2.2	Термодинамика. Повторение теоретического материала по теме: «Термодинамика»	1	1	-	
2.3	Жидкость и пар. Повторение теоретического материала по теме: «Термодинамика»	1	1	-	
2.4	Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»	4	-	4	
Модуль III	Электродинамика	10			
3.1	Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. Повторение теоретического материала по теме: «Электрическое поле»	1	1	-	
3.2	Постоянный электрический ток. Повторение теоретического материала по теме: «Законы постоянного тока»	1	1	-	
3.3	Магнитное поле. Повторение теоретического материала по теме: «Магнитное поле»	1	1	-	
3.4	Электромагнитная индукция. Повторение теоретического материала по теме: «Электромагнитная индукция»	1	1	-	
3.5	Электромагнитные колебания и волны. Повторение теоретического материала по теме: «Электромагнитные колебания и волны»	1	1	-	

3.6	Оптика. Повторение теоретического материала по теме: «Оптика геометрическая» и «Оптика волновая»	1	1	-	
3.7	Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»	4	-	4	
Мо- дуль IV	Квантовая физика	5			
4.1	Корпускулярно-волновой дуализм. Повторение теоретического материала по теме: «Корпускулярно-волновой дуализм»	1	1	-	
4.2	Физика атома. Повторение теоретического материала по теме: «Физика атома»	1	1	-	
4.3	Физика атомного ядра. Повторение теоретического материала по теме: «Физика атомного ядра»	1	1	-	
4.5	Разбор «Примеров решения задач базового уровня»	2	-	2	
Мо- дуль V	Разбор «Примеров решения задач повышенного уровня сложности»	2	-	2	
VI	Итоговый контроль – итоговое тестирование	2	-	2	зачет
	Итого	36	12	24	

По программе повышения квалификации календарный учебный график каждого курса представлен в форме расписания занятий при наборе группы на обучение.

5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

1. Входное тестирование

Тестирование по базовому курсу физики.

2. Физика в познании вещества, поля, пространства и времени. Механика

Кинематика материальной точки. Повторение теоретического материала по теме: «Кинематика материальной точки» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»

Динамика материальной точки. Повторение теоретического материала по теме: «Динамика материальной точки» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»

Законы сохранения. Повторение теоретического материала по теме: «Законы сохранения» и разбор «Примеров решения задач базового уровня»

Динамика периодического движения. Релятивистская механика. Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»

3. Молекулярная физика

Молекулярная структура вещества. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Повторение теоретического материала по теме: «Молекулярная физика»

Термодинамика. Повторение теоретического материала по теме: «Термодинамика»

Жидкость и пар. Повторение теоретического материала по теме: «Термодинамика»

Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»

4. Электродинамика

Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. Повторение теоретического материала по теме: «Электрическое поле»

Постоянный электрический ток. Повторение теоретического материала по теме: «Законы постоянного тока»

Магнитное поле. Повторение теоретического материала по теме: «Магнитное поле»

Электромагнитная индукция. Повторение теоретического материала по теме: «Электромагнитная индукция»

Электромагнитные колебания и волны. Повторение теоретического материала по теме: «Электромагнитные колебания и волны»

Оптика. Повторение теоретического материала по теме: «Оптика геометрическая» и «Оптика волновая»

Разбор «Примеров решения задач базового уровня сложности»

5. Квантовая физика

Корпускулярно-волновой дуализм. Повторение теоретического материала по теме: «Корпускулярно-волновой дуализм»

Физика атома. Повторение теоретического материала по теме: «Физика атома»

Физика атомного ядра. Повторение теоретического материала по теме: «Физика атомного ядра»

Разбор «Примеров решения задач базового уровня»

6. Разбор «Примеров решения задач повышенного уровня сложности»

Характеристика основных типов заданий повышенного и высокого уровня сложности, используемых на ЕГЭ и ГВЭ-11. Ответы выпускников и комментарии к их оцениванию. Разбор заданий, вызвавших наибольшие затруднения, а также типичных ошибок, допущенных выпускниками в разные годы.

Основные типы заданий используемые на ОГЭ и ГВЭ-9. Ответы выпускников и комментарии к их оцениванию. Разбор заданий, вызвавших наибольшие затруднения, а также типичные ошибки, допущенные в разные годы.

7. Итоговое тестирование. Зачет.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

В качестве учебно-методического обеспечения Программы рекомендуется изучение и использование учебной и научной литературы, периодических изданий, интернет-ресурсов.

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Анциферов Л. И., Пищсков И. М. Практикум по методике и технике физического эксперимента. М.: Просвещение, 2019, 255с.

2. Гомулина Н. Н. Интернет для учителя физики. М.: Просвещение, 2019
64 с. - ил.
3. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Издательский центр "Академия", 2019.
4. Каменецкий С. Е., Солодухин Н. А. Модели и аналогии в курсе физики в средней школы: Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 2020 - 96 с, ил.
5. Полат Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. - М., АCADEMIA, 2019
6. Старцева Н. А. Применение электронных пособий на уроках физики. Информационные технологии в образовании. Сб. научно - методических материалов. Новосибирск: НГУ. 2020.

Дополнительная литература.

1. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики М.: Наука 2018 2019
2. Лабораторный практикум по физике. Цикл 1 Механика. ТЭИС, 2018
3. Лабораторный практикум по физике. Цикл 2 Электричество и электромагнетизм. ТЭИС, 2020
4. Лабораторный практикум по физике. Цикл 3. Колебания и волны. ТЭИС, 2019.
5. Лабораторный практикум по физике. Цикл 4. Молекулярная физика, физика твердого тела, ядерная физика. ТЭИС, 2018
6. Лабораторный практикум по физике. Часть 1 Механика, электричество и электромагнетизм. ТУИТ, 2019 .
7. Лабораторный практикум по физике. Часть 2. Колебания волны. Волновая оптика. Молекулярная физика, физика твердого тела, ядерная физика. ТУИТ, 2019
8. Сборник тренировочных вопросов и задач и методические указания к практическим занятиям по физике, ч. 1. Механика, ТЭИС, 2020

9. Сборник тренировочных вопросов и задач и методические указания к практическим занятиям по физике, ч. 2. Электромагнетизм, ТЭИС, 1989.
10. Сборник тренировочных вопросов и задач и методические указания к практическим занятиям по физике, ч. 3. Колебания, волны, оптика, физика атомов, ТЭИС, 1991.
11. Сборник тренировочных вопросов и задач и методические указания к практическим занятиям по физике, ч. 4. Молекулярная физика, физика твердого тела, физика атомного ядра, ТЭИС, 1991.
12. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. М.: Высшая школа. 1981-1989.

Интернет-ресурсы:

- <http://www.fizika.ru> - электронные учебники по физике.
- <http://class-fizika.narod.ru> - наглядные м/м пособия к урокам, тесты по темам.
- <http://fizika-class.narod.ru> - видео-опыты на уроках.
- <http://www.openclass.ru> - цифровые образовательные ресурсы.
- <http://www.proshkolu.ru> - библиотека – всё по предмету «Физика».
- <http://www.afizika.ru/> - занимательная физика.
- <http://www.log-in.ru/> - интеллектуальные развлечения

6.2. Целевая аудитория, технические условия обучения

Предлагаемая программа обучения адресована специалистам, работающим в должности учителя физики.

6.3 Условия организации обучения

Обучение педагогов проходит в очном режиме с лекциями и семинарами по согласованному и утвержденному расписанию.

6.3.1 Очные занятия проходят в форме лекций, дискуссий и практических работ.

На занятиях слушатели:

- знакомятся с теоретическим материалом;
- участвуют в дискуссии: высказываются, слушают, интерпретируют;

- работают как индивидуально, так и в группах;
- задают вопросы;

6.4. Материально-технические условия обеспечения программы

Процесс реализации образовательной программы в условиях реализации ФГОС ООО обеспечивается необходимой материально-технической базой для проведения всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом: лекционной, практической работы (в том числе групповой и индивидуальной). Аудитория, используемая для реализации настоящей Программы, обеспечивается компьютерами с мультимедийными проекторами и др. Материально-техническое обеспечение соответствует действующей санитарно-технической норме.

7. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

Формы аттестации – текущий контроль и итоговый контроль по результатам программы.

Итоговая аттестация - зачет.

На зачете проверяются знания слушателей курсов повышения квалификации. На зачет выносятся следующее:

- материал, составляющий основную теоретическую часть данного зачетного раздела, на основе которого формируются ведущие понятия курса;
- фактический материал, составляющий основу предмета;
- решение психологических и методических задач, ситуаций, выполнение заданий, позволяющих судить о компетентности, об уровне умения применять знания;
- задания и вопросы, требующие от слушателей навыков самостоятельной работы, умений работать с учебником, пособием и т. д.

Принимая зачеты, преподаватель получает информацию не только о качестве знаний отдельных слушателей, но и о том, как усвоен материал группы в целом.

Текущий контроль:

- ответы на проблемные вопросы в процессе лекций, практических занятий;
- выполнение практико-ориентированных заданий по тематике курса;
- предъявление результатов практических заданий.

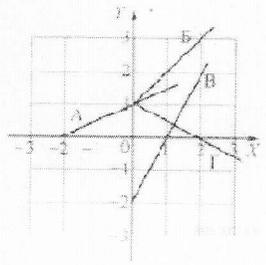
Перечисленные формы контроля в процессе реализации настоящей Программы предусматривают обеспечение слушателей методическими рекомендациям по подготовке отчетных материалов и их презентации.

Главным назначением всех форм контроля является оценка профессиональной готовности слушателей для решения управленческих, педагогических, методических задач в условиях ФГОС ООО, а также создание условий для мотивации к адекватной самооценке как приоритета перед внешней оценкой.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вариант № 3

1. Задание 1 По плоскости XU движутся четыре точечных тела — А, Б, В и Г, траектории которых изображены на рисунке. Зависимости координат одного из этих тел от времени имеют вид $x = 1 + t$ и $y = 2t$. Это тело обозначено буквой



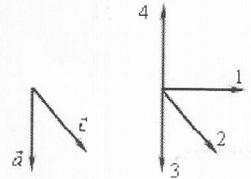
- 1) А 2) Б 3) В 4) Г

2. Задание 2 Шарик движется по окружности радиусом r со скоростью v . Как изменится центростремительное ускорение шарика, если его скорость уменьшить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза 2) увеличится в 2 раза 3) уменьшится в 4 раза 4) увеличится в 4 раза

3. Задание 3 На рисунке слева представлены направления векторов скорости v и ускорения a мяча в инерциальной системе отсчета.

Какое из представленных на рисунке справа направлений имеет вектор равнодействующей всех сил F , приложенных к мячу?



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

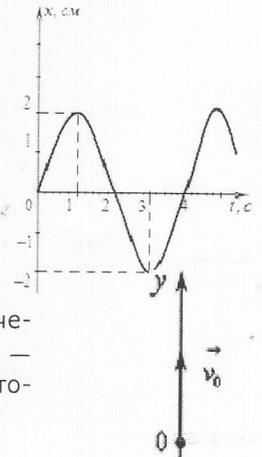
4. Задание 4 Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности длиной $L = 40$ м с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 2,4$ кДж. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли?

- 1) 0 Н 2) 19 Н 3) 60 Н 4) 190 Н

5. Задание 5 На рисунке представлен график зависимости координаты x тела от времени t при гармонических колебаниях вдоль оси Ox .

Чему равны амплитуда x_0 колебаний и частота ν колебаний?

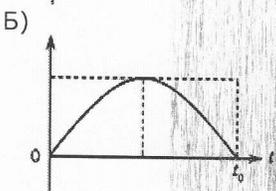
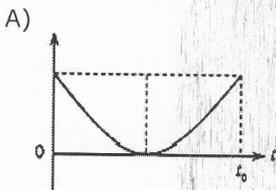
- 1) $x_0 = 2$ см, $\nu = 1$ Гц
2) $x_0 = 2$ см, $\nu = 4$ Гц
3) $x_0 = 2$ см, $\nu = 0,25$ Гц
4) $x_0 = 4$ см, $\nu = 0,25$ Гц



6. Задание 6 Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v}_0 (см. рисунок). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) Проекция скорости шарика v_y
2) Проекция ускорения шарика a_y
3) Кинетическая энергия шарика
4) Потенциальная энергия шарика

А

Б

7. Задание 7 Брусок движется равномерно вверх по поверхности наклонной плоскости. Установите для силы трения соответствие параметров силы, перечисленных в первом столбце, со свойствами вектора силы, перечисленными во втором столбце. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПАРАМЕТРЫ СИЛЫ

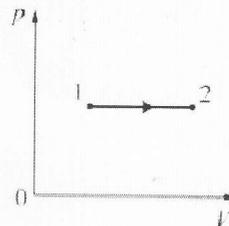
СВОЙСТВА ВЕКТОРА СИЛЫ

- А) Направление вектора
 Б) Модуль вектора
- 1) Перпендикулярно поверхности наклонной плоскости
 - 2) Вертикально вниз
 - 3) Против направления вектора скорости
 - 4) Вертикально вверх
 - 5) Обратно пропорционален площади поверхности бруска и пропорционален силе нормального давления
 - 6) Пропорционален площади поверхности бруска и обратно пропорционален силе нормального давления
 - 7) Пропорционален площади поверхности бруска и пропорционален силе нормального давления
 - 8) Пропорционален силе нормального давления и не зависит от площади поверхности бруска

А	Б
---	---

8. Задание 8 В двух сосудах находится по одному молю разных идеальных газов. Можно утверждать, что

- 1) число молекул, также как и число атомов в этих сосудах одинаково
- 2) число атомов в этих сосудах одинаково
- 3) число молекул в этих сосудах может быть различным
- 4) число атомов в этих сосудах может быть различным



9. Задание 9 На pV -диаграмме (где p — давление, V — объём) изображён процесс перехода двух молей идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Выберите верное утверждение, характеризующее этот процесс.

- 1) Изменение внутренней энергии газа в 1,5 раза больше, чем совершённая им работа.
- 2) Работа, совершённая газом, в 2,5 раза больше, чем количество теплоты, полученное газом в этом процессе.
- 3) В данном процессе газ не совершал работу.
- 4) В данном процессе не происходит изменения внутренней энергии газа.

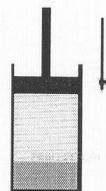
10. Задание 10 В цилиндрический сосуд, герметично закрытый подвижным поршнем, впрыснули некоторое количество воды, после чего сдвинули поршень и дождались установления в сосуде теплового равновесия — получилось состояние 1. Затем поршень передвинули ещё раз, увеличив объём пространства под поршнем в 3 раза при постоянной температуре. Оказалось, что в результате этого давление водяного пара в сосуде уменьшилось в 2 раза (по сравнению с состоянием 1). Можно сделать вывод, что в состоянии 1 относительная влажность в сосуде была равна 100%.

11. Задание 11 В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при небольшом медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в ответ выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

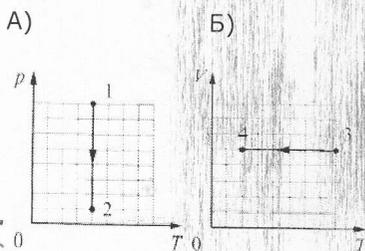


Давление пара	Масса жидкости
---------------	----------------

12. Задание 12 На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1—2 и 3—4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах $p-T$ и $V-T$, где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.

ГРАФИКИ

УТВЕРЖДЕНИЯ

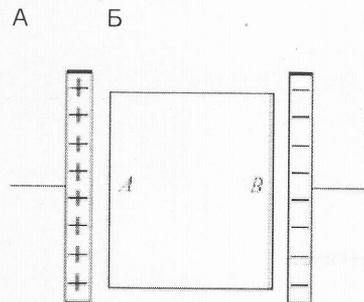


- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

13. Задание 13 Между обкладками плоского конденсатора помещают пластину из диэлектрика. Плоские поверхности A и B пластины параллельны обкладкам. Конденсатор заряжают так, как показано на рисунке. Какие электрические заряды преобладают на поверхностях A и B пластины?

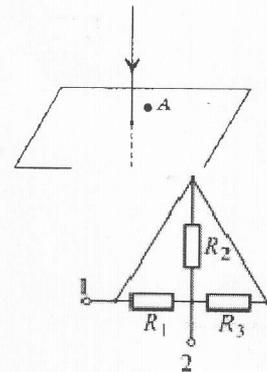
- 1) на A — положительные, на B — отрицательные
- 2) на A — отрицательные, на B — положительные
- 3) на A — зарядов нет, на B — отрицательные
- 4) на A — положительные, на B — зарядов нет



14. Задание 14 На рисунке изображен проводник, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой.

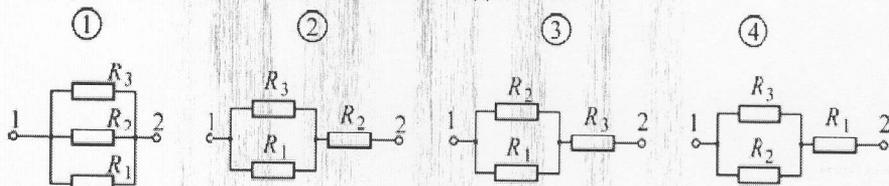
В точке A вектор индукции магнитного поля направлен

- 1) вертикально вниз
- 2) вертикально вверх
- 3) влево
- 4) вправо



15. Задание 15

На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх резисторов R_1 , R_2 , R_3 . На каком из следующих рисунков приведена электрическая схема этого участка цепи, эквивалентная заданной?



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

16. Задание 16 Собирающая линза может давать

- 1) только увеличенные изображения предметов
- 2) только уменьшенные изображения предметов
- 3) увеличенные, уменьшенные и равные изображения предметов
- 4) только уменьшенные или равные предмету

17. Задание 17 Обкладки плоского воздушного конденсатора подсоединили к полюсам источника тока, а затем отсоединили от него. Что произойдет с зарядом на обкладках конденсатора, электроемкостью конденсатора и разностью потенциалов между его обкладками, если между обкладками вставить пластину из органического стекла? Краевыми эффектами пренебречь, считая обкладки бесконечно длинными. Диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1, диэлектрическая проницаемость органического стекла равна 5.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Заряд конденсатора
- Б) Электроемкость конденсатора
- В) Разность потенциалов между обкладками

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

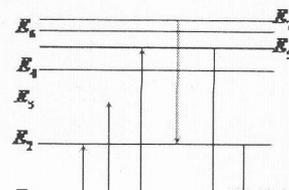
А	Б	В
---	---	---

18. Задание 18 По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения и пропустили через него вдвое меньший ток. Как изменятся при этом следующие три величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, напряжение на нём, его электрическое сопротивление?

Для каждой величины (тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, напряжение на резисторе, электрическое сопротивление резистора) определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

19. Задание 19 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома.



Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной частоты?

- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 2 на уровень 1

20. Задание 20 Какой вид ионизирующих излучений из перечисленных ниже наиболее опасен при внешнем облучении человека?

- 1) альфа-излучение
- 2) бета-излучение
- 3) гамма-излучение
- 4) все одинаково опасны

21. Задание 21 В опыте проводилось измерение максимальной энергии фотоэлектронов при двух разных значениях длины волны падающего монохроматического света ($\lambda_{кр}$ — длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта). При записи результатов измерения в таблицу одно значение было пропущено.

Длина волны падающего света λ $0,5\lambda_{кр}$ $0,25\lambda_{кр}$

Максимальная энергия фотоэлектронов E_{\max} — E_0

Какое значение энергии пропущено в таблице?

- 1) E_0
- 2) $E_0/2$
- 3) $E_0/3$
- 4) $E_0/4$

22. Задание 22 Большое число N радиоактивных ядер ${}^{164}_{65}\text{Tb}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{161}_{66}\text{Dy}$. Период полураспада равен 6,9 суток. Какое количество исходных ядер останется через 20,7 суток, а дочерних появится за 27,6 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер ${}^{164}_{65}\text{Tb}$ через 20,7 суток

Б) количество ядер ${}^{161}_{66}\text{Dy}$ через 27,6 суток

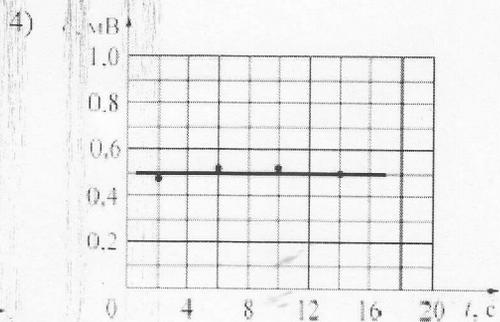
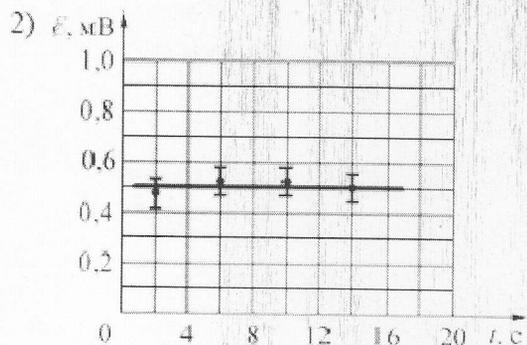
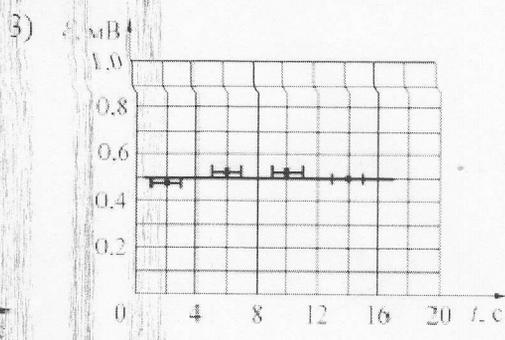
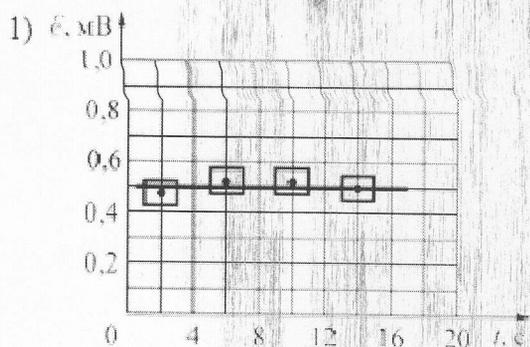
ИХ ЗНАЧЕНИЕ 1) $\frac{N}{16}$ 2) $\frac{N}{8}$ 3) $\frac{7N}{8}$ 4) $\frac{15N}{16}$



23. Задание 23 Ученик изучал явление электромагнитной индукции, наблюдающееся при равномерном изменении модуля индукции магнитного поля, линии которого пронизывают поперечное сечение проволочной катушки. Для этого он измерял значения магнитного потока Φ через сечение катушки в разные моменты времени t . Ниже приведена полученная учеником таблица.

$t, \text{с}$	0	4	8	12	16
$\Phi, \text{мВб}$	0	1,9	4,0	6,1	8,1

Погрешность измерения промежутков времени равна 0,001 с, а магнитного потока — 0,1 мВб. На каком из графиков правильно (в том числе с учётом погрешностей) построена зависимость ЭДС индукции ε , действовавшей в катушке, от времени t ?



24. Задание 24 Установите соответствие между описанием действий человека в первом столбце таблицы и названиями этих действий во втором столбце.

ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА

НАЗВАНИЕ
ДЕЙСТВИЯ

- А) В летний день человек увидел, как в воздухе парит птица на расправленных крыльях.
 Б) Он подумал, что, возможно, птица не падает без взмахов крыльев потому, что нагретый воздух поднимается от земли вверх и поддерживает её.
 В) Человек сорвал одуванчик, дунул на него и стал смотреть за полетом семян одуванчика с пушистыми верхушками, подобными маленьким парашютикам, чтобы проверить свое предположение.

- 1) эксперимент
 2) наблюдение
 3) гипотеза

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В
---	---	---

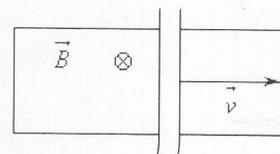


25. Задание 25

Четыре бруска массой 2 кг каждый скреплены с помощью невесомых нерастяжимых нитей.

К первому бруску также прикреплена нить, за которую тянут сцепку из четырёх брусков. При этом бруски перемещаются по горизонтальной поверхности с постоянным ускорением, равным по модулю 0.5 м/с^2 . Коэффициент трения между брусками и поверхностью равен 0,4. Чему равна сила натяжения нити между вторым и третьим брусками. Ответ приведите в ньютонах.

26. Задание 26 П-образный контур с пренебрежимо малым сопротивлением находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной $l = 20 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 15 \text{ Ом}$. Сила индукционного тока в контуре $I = 4 \text{ мА}$. С какой скоростью движется перемычка? Ответ приведите в м/с.

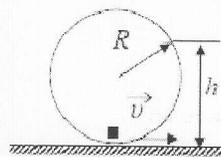


27. Задание 27 При радиоактивном распаде ядра ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ вылетает α -частица. Известно, что в образце радия массой 1 мг каждую секунду распадаются $3,7 \cdot 10^7$ ядер. α -частицы вылетающие из этого образца за 2 часа, имеют суммарную энергию 205 мДж. Какую энергию имеет каждая α -частица? Ответ приведите в кэВ с точностью $\pm 100 \text{ кэВ}$.

28. Задание 28 В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29°C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 7°C . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинается при той же температуре стакана 7°C ? Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

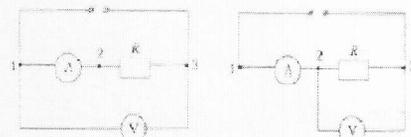
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/М}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

29. Задание 29 Небольшая шайба массой 10 г скатывается по внутренней поверхности гладкого закреплённого кольца радиусом $R = 0,16$ м и в нижней точке приобретает некоторую скорость u (см. рисунок). На высоте $h = 0,2$ м шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать. Определите силу, с которой шайба давит на поверхность кольца в нижней точке траектории.



30. Задание 30 В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа - давление, объём и температура - в одной части цилиндра равны $p_1 = 2$ атм, $V_1 = 2$ л и $T_1 = 300$ К, а в другой, соответственно, $p_2 = 4$ атм, $V_2 = 3$ л и $T_2 = 450$ К. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какое давление газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

31. Задание 31 Школьник собрал схему, изображённую на первом рисунке. После её подключения к идеальному источнику постоянного напряжения оказалось, что амперметр показывает ток $I_1 = 0,9$ А, а вольтметр - напряжение $U_1 = 20$ В. Когда школьник переключил один из проводников вольтметра от точки 1 к точке 2 (см. второй рисунок), вольтметр стал показывать напряжение $U_2 = 19$ В, а амперметр - ток $I_2 = 1$ А. Во сколько раз сопротивление вольтметра больше сопротивления амперметра?



32. Задание 32 Законы фотоэффекта, как выяснилось недавно, не имеют абсолютного характера. В частности, это касается «красной границы фотоэффекта». Когда появились мощные лазерные источники света, оказалось, что за счёт нелинейных эффектов в среде возможно так называемое многофотонное поглощение света, при котором закон сохранения энергии (формула Эйнштейна для фотоэффекта) имеет вид:

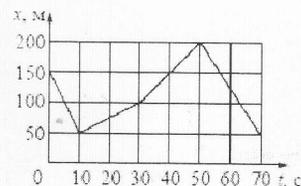
$$n \cdot h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

Какое минимальное число n фотонов рубинового лазера с длиной волны $\lambda = 488,3$ нм должно поглотиться, чтобы из платины с работой выхода $A_{\text{вых}} = 6,3 \text{ эВ}$ был выбит один фотоэлектрон?

Вариант № 4

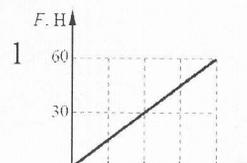
1. Задание 1 На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция скорости велосипедиста на ось Ox $v_x = 2,5$ м/с?

- 1) от 0 до 10 с 2) от 10 до 30 с 3) от 30 до 50 с 4) от 50 до 70 с



2. Задание 2 Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны каната действует сила, равная по величине $8 \cdot 10^3$ Н. На канат со стороны груза действует сила, которая

- 1) равна $8 \cdot 10^3$ Н 2) меньше $8 \cdot 10^3$ Н 3) больше $8 \cdot 10^3$ Н 4) равна силе тяжести, действующей на груз



3. Задание 3 На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жёсткость пружины?

- 1) 750 Н/м
- 2) 75 Н/м
- 3) 0,13 Н/м
- 4) 15 Н/м

4. Задание 4 Механическая энергия системы изменилась от величины 5 Дж до величины -3 (минус 3) Дж. Это означает, что на данную механическую систему действовали внешние силы, которые совершили работу

- 1) -2 Дж
- 2) 8 Дж
- 3) 2 Дж
- 4) -8 Дж

5. Задание 5 Груз на длинной лёгкой пружине совершает колебания с частотой 1 Гц. Пружину разрезали на 9 равных частей и прикрепили к одной из частей тот же груз. Чему стала равна частота колебаний получившегося пружинного маятника?

6. Задание 6 На тело, поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта, действовала равнодействующая постоянная сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы, модуль ускорения тела и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) Модуль импульса равнодействующей силы
- Б) Модуль ускорения тела
- В) Модуль изменения импульса тела

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В
---	---	---

7. Задание 7 Шайба массой m съезжает без трения с горки высотой h из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . Чему равны модуль импульса шайбы и ее кинетическая энергия у подножия горки? Установите соответствие между физическими величинами и выражениями для них.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ВЫРАЖЕНИЕ ДЛЯ НЕЁ

- А) Модуль импульса шайбы
- Б) Кинетическая энергия шайбы

- 1) $\sqrt{2gh}$
- 2) $m\sqrt{2gh}$
- 3) mgh
- 4) mg

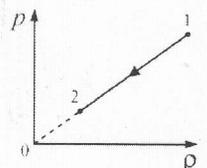
А	Б
---	---

8. Задание 8 Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К
- 2) 173 К
- 3) 273 К
- 4) 373 К

9. Задание 9 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе

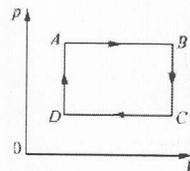
- А. происходит изотермическое расширение газа.
- Б. концентрация молекул газа увеличивается.



Из этих утверждений

- 1) верно только А 2) верно только Б 3) оба утверждения верны 4) оба утверждения неверны

10. Задание 10 На рисунке приведён цикл, осуществляемый с одним молем идеального газа. Если U — внутренняя энергия газа, A — работа, совершаемая газом, Q — сообщённое газу количество теплоты, то условия $\Delta U < 0$, $A < 0$, $Q < 0$ выполняются совместно на участке



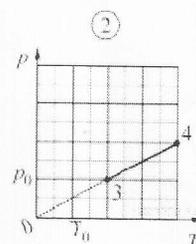
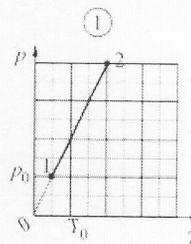
- 1) AB 2) BC 3) CD 4) DA

11. Задание 11 На рисунке 1 представлен процесс перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Как изменятся следующие физические величины: изменение его внутренней энергии и сообщённое газу количество теплоты, по отношению к этим же величинам в процессе 1–2, при осуществлении процесса 3–4, изображённого на рисунке 2? В обоих случаях количество газа равно 1 моль.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



Изменение его внутренней энергии	Количество теплоты, сообщённое газу
----------------------------------	-------------------------------------

12. Задание 12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель получает от нагревателя количество теплоты Q_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) КПД двигателя

Б) работа, совершаемая двигателем за цикл

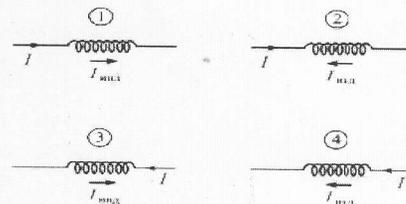
- 1) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
2) $\frac{Q_1(T_1 - T_2)}{T_1 - T_2}$
3) $\frac{T_2}{Q_1 T_2}$
4) $\frac{T_2}{T_1}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б
---	---

13. Задание 13 Сила тока I , текущего через катушку, убывает. На каком рисунке правильно показано направление протекания индукционного тока $I_{\text{инд}}$ (по отношению к току I) в этой катушке?

- 1) на 1 и 4
2) на 2 и 3
3) только на 2
4) только на 4



14. Задание 14 На рисунке изображен горизонтальный проводник, по которому течет электрический ток в направлении «от нас».



В точке А вектор индукции магнитного поля направлен

- 1) вертикально вниз ↓

А •

- 2) вертикально вверх ↑
 3) влево ←
 4) вправо →

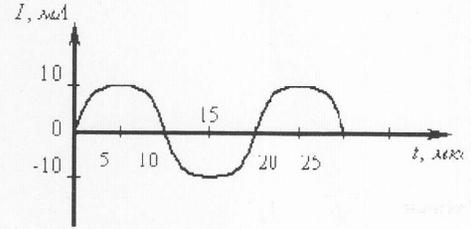
15. Задание 15 К источнику тока с ЭДС 2 В подключен конденсатор емкостью 1 мкФ. Какое тепло выделится в цепи в процессе зарядки конденсатора? Эффектами излучения пренебречь.

- 1) $1 \cdot 10^{-6}$ Дж
 2) $2 \cdot 10^{-6}$ Дж
 3) $3 \cdot 10^{-6}$ Дж
 4) $4 \cdot 10^{-6}$ Дж

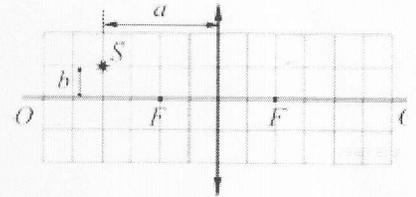
16. Задание 16 На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре.

Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 16 раз меньше, то период колебаний будет равен

- 1) 5 мкс 2) 20 мкс 3) 40 мкс 4) 80 мкс



17. Задание 17 № 6825. Оптическая система состоит из тонкой собирающей линзы, имеющей фокусное расстояние F . На расстоянии a от линзы находится точечный источник света S , удаленный от главной оптической оси OO' линзы на расстояние b . Вплотную к этой линзе ставят точно такую же вторую линзу так, что главные оптические оси линз совпадают. Определите, как в результате этого изменятся следующие физические величины: расстояние от линзы до изображения источника и оптическая сила системы. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения источника

Оптическая сила системы

18. Задание 18 № 7117. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется со скоростью v по окружности радиусом R перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
 Б) индукция магнитного поля

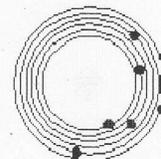
- 1) mv
 2) qvR
 3) $\frac{mv^2}{R}$
 4) $\frac{mv}{qR}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

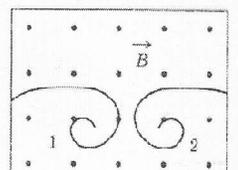
А	Б
---	---

19. Задание 19 № 2022. На рисунке изображена схема атома.

Электроны обозначены черными точками. Схема соответствует атому



- 1) ${}^6_{14}\text{C}$ 2) ${}^7_{14}\text{N}$ 3) ${}^6_3\text{Li}$ 4) ${}^8_{16}\text{O}$



20. Задание 20 В камере Вильсона, помещенной во внешнее магнитное поле таким образом, что вектор магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости рисунка на нас, были сфотографированы треки 2-х частиц. Какой из треков может принадлежать электрону?

- 1) только 1-й 2) только 2-й 3) 1-й и 2-й 4) ни один из приведенных

21. Задание 21 Работа выхода для материала катода вакуумного фотоэлемента равна 1,5 эВ. Катод освещается монохроматическим светом, у которого энергия фотонов равна 3,5 эВ. Чему равно запирающее напряжение, при котором фототок прекратится?

- 1) 1,5 В 2) 2,0 В 3) 3,5 В 4) 5,0 В

22. Задание 22 В результате бомбардировки ядра X некоторого атома α -частицами в результате ядерной реакции получается ядро Y другого атома. Установите характер изменения массового числа и зарядового числа атома в результате такой реакции. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

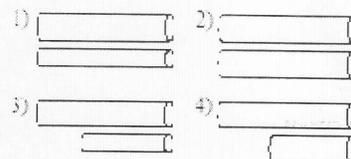
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Зарядовое число ядра

23. Задание 23 Проводники изготовлены из разных материалов.

Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проводника от его удельного сопротивления?

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4



24. Задание 24 Школьник проводил эксперименты, соединяя друг с другом различными способами батарейку и пронумерованные лампочки. Сопротивление батарейки и соединительных проводов было пренебрежимо мало. Измерительные приборы, которые использовал школьник, можно считать идеальными. Сопротивление всех лампочек не зависит от напряжения, к которому они подключены. Ход своих экспериментов и полученные результаты школьник заносил в лабораторный журнал. Вот что написано в этом журнале.

Опыт А). Подсоединил к батарейке лампочку № 1. Сила тока через батарейку 2 А, напряжение на лампочке 12 В.

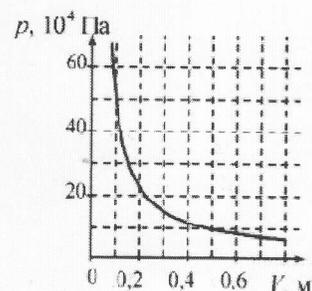
Опыт Б). Подключил лампочку № 2 последовательно с лампочкой № 1. Сила тока через лампочку № 1 равна 1 А, напряжение на лампочке № 2 составляет 6 В.

Опыт В). Подсоединил последовательно с лампочками № 1 и № 2 лампочку № 3. Сила тока через батарейку равна 0,5 А, напряжение на лампочке № 1 составляет 3 В.

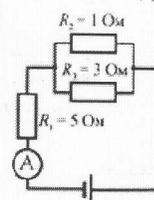
Исходя из записей в журнале, выберите два правильных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.

- 1) ЭДС батарейки равна 12 В
 2) лампочки № 1 и № 2 разные
 3) лампочки № 1 и № 3 одинаковые
 4) сопротивление лампочки № 3 в два раза больше сопротивления лампочки № 2
 5) все три лампочки имеют разное сопротивление

25. Задание 25 На рисунке показан график изотермического сжатия газа при температуре 150 К. Какое количество газообразного вещества содержится в этом сосуде? Ответ приведите в молях, округлив до целого.



26. Задание 26 В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 8 А. Найдите ток через резистор R_2 . Ответ приведите в А.



27. Задание 27 В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии

($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон и ионизируется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра с импульсом $p = 9,1 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с. Какова энергия поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь. Ответ приведите в эВ, округлите до десятых.

28. Задание 28 Летом в ясную погоду над полями и лесами к середине дня часто образуются кучевые облака, нижняя кромка которых находится на одинаковой высоте. Объясните, опираясь на известные вам законы и закономерности, физические процессы, которые приводят к этому.

29. Задание 29 Два маленьких тела бросают вертикально вверх из одной точки через промежуток времени $\Delta t = 3$ с общив им одинаковые по модулю начальные скорости $V_1 = V_2 = 20$ м/с. На какой высоте H тела столкнутся? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

30. Задание 30 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

31. Задание 31 Для изготовления кипятильника использовали проволоку длиной $l = 1$ м и поперечным сечением $S = 0,05$ мм² с удельным сопротивлением $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Кипятильник включили в сеть с синусоидальным напряжением $U(t) = U_0 \sin \omega t$ и погрузили в сосуд с двумя литрами воды с начальной температурой $t_1 = 20$ °С, которая закипела за время $t = 5,5$ мин. Пренебрегая потерями теплоты, найдите амплитуду изменения напряжения U_0 .

32. Задание 32 На экране, перпендикулярном главной оптической оси некоторой тонкой линзы, получили действительное изображение небольшого предмета, находящегося на расстоянии $a = 25$ см от этой линзы, с линейным увеличением $\Gamma = 2$. После замены этой линзы на другую, находящуюся в том же месте и на том же расстоянии до предмета, увеличение изображения предмета при новом положении экрана, соответствующем резкому изображению, стало больше в $n = 2,5$ раза. Чему равна оптическая сила D_2 второй линзы?

Автор - составитель:
Борлаков Х.Ш. – доктор физико-математических наук, профессор