ЕГЭ-2013

В. А. Грибов

ФИЗИКА

САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
РАЗРАБОТЧИК КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ЕГЭ-2013

ФИЗИКА

САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ
ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ
ЗАДАНИЙ

Астрель
Москва

УДК 373:53
ББК 22.3я721
Е28

Автор-составитель
В.А. Грибов

Е28 ЕГЭ-2013 : Физика : самое полное издание типовых вариантов заданий / авт.-сост. В.А. Грибов. — М.: Астрель, 2013. — 186, [6] с.: ил. — (Федеральный институт педагогических измерений).
ISBN 978-5-271-45138-6 (ООО «Издательство Астрель»)

УДК 373:53
ББК 22.3я721

Подписано в печать 15.08.2012. Формат 84x108 1/32.
Усл. печ. л. 10,08. Тираж 40 000 экз. Заказ № 12515.

ISBN 978-5-271-45138-6 (ООО «Издательство Астрель»)

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ЕГЭ

ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ЕГЭ

Данный раздел подготовлен ФИПИ по материалам, опубликованным на Официальном информационном портале ЕГЭ www.ege.edu.ru на момент выхода этой книги.

Окончательные версии официальных документов ЕГЭ 2013 г. можно найти на этом же портале непосредственно перед проведением ЕГЭ 2013 г.

Информация для участников единого государственного экзамена

Введение

Данный документ разработан в соответствии с Порядком проведения единого государственного экзамена, утвержденным приказом Минобрнауки России от 24.02.2009 г. № 57 (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 09.03.2010 г. № 170), Порядком выдачи свидетельств о результатах единого государственного экзамена, утвержденным приказом Минобрнауки России от 02.03.2009 № 68 (в ред. Приказа Минобрнауки РФ от 09.03.2010 г. № 169), Положением о формах и порядке проведения государственной (итоговой) аттестации обучающихся, освоивших основные общеобразовательные программы среднего (полного) общего образования, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.11.2008 г. № 362, Указом Президента РФ от 13.03.1997 № 232 «Об основном документе, удостоверяющем личность гражданина Российской Федерации на территории Российской Федерации», «Федеральным законом от 15.08.1996 № 114-ФЗ (ред. От 28.12.2010) «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию», Федеральным законом от 25.07.2002 № 115-ФЗ (ред. От 29.12.2010) «О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации», Федеральным законом от 19.02. 1993 № 4528-1 (ред. От 28.12.2010) «О беженцах».

1. Общая часть

1.1. ЕГЭ проводится по следующим общеобразовательным предметам: русский язык, математика, физика, химия, биология, история, обществознание, география, литература, английский, французский, немецкий и испанский языки, информатика и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

1.2. Участниками ЕГЭ являются:

— обучающиеся, освоившие основные общеобразовательные программы среднего (полного) общего образования

и допущенные в установленном порядке к государственной (итоговой) аттестации (далее — выпускники текущего года);

— обучающиеся образовательных учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования, освоившие федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования в пределах основных профессиональных образовательных программ;

— выпускники образовательных учреждений прошлых лет, имеющие документ государственного образца о среднем (полном) общем, начальном профессиональном и среднем профессиональном образовании, в том числе лица, у которых срок действия ранее полученного свидетельства о результатах ЕГЭ не истек (далее — выпускники прошлых лет);

— граждане, имеющие среднее (полное) общее образование, полученное в образовательных учреждениях иностранных государств.

1.3. Для выпускников текущего года участие в ЕГЭ по русскому языку и математике является обязательным, по остальным общеобразовательным предметам — добровольное.

1.4. Выпускники с ограниченными возможностями здоровья вправе сдавать ЕГЭ на добровольной основе. В целях определения необходимых условий проведения ЕГЭ при подаче заявления на участие в ЕГЭ они представляют оригинал или ксерокопию одного из следующих документов:

— заключение психолого-медико-педагогической комиссии;

— справку об установлении инвалидности, выданную федеральным государственным учреждением медико-социальной экспертизы.

1.5. Участники ЕГЭ не позднее 01 марта подают заявление с указанием перечня и дат экзаменов по общеобразовательным предметам, которые планируют сдавать в текущем году.

1.6. Заявления на сдачу ЕГЭ принимаются в местах регистрации, которые определяются органом исполнительной власти субъекта РФ, осуществляющим управление в сфере образования (ОУО) не позднее 31 декабря текущего года. Информация о местах регистрации на сдачу ЕГЭ публикуется на сайте ОУО, в средствах массовой информации.

1.7. Единое расписание проведения и продолжительности экзаменов ежегодно утверждается Рособрнадзором. В расписании проведения экзаменов предусматриваются дополнительные сроки сдачи ЕГЭ, а также возможность досрочного прохождения государственной (итоговой) аттестации (далее ГИА) в форме ЕГЭ.

1.8. Обучающиеся, освоившие основные общеобразовательные программы среднего (полного) общего образования и допущенные в установленном порядке к ГИА, кото-

рым в соответствии с Положением о формах и порядке проведения ГИА предоставляется право на досрочное прохождение ГИА, могут сдавать ЕГЭ в досрочный период.

1.9. Выпускники прошлых лет, выпускники образовательных учреждений НПО и СПО, а также получившие среднее (полное) образование в учреждениях иностранных государств, не имевшие возможности участвовать в ЕГЭ в период проведения государственной (итоговой) аттестации, вправе подать заявление на участие в ЕГЭ в дополнительные сроки не позднее 05 июля.

1.10. По решению ГЭК повторно могут допускаться к сдаче ЕГЭ по соответствующему общеобразовательному предмету следующие участники ЕГЭ:

— выпускники текущего года, получившие на государственной (итоговой) аттестации в форме ЕГЭ неудовлетворительный результат по русскому языку или математике;

—не сдававшие ЕГЭ по уважительным причинам (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально);

— не завершившие выполнение экзаменационной работы по уважительным причинам (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально);

— результаты ЕГЭ которых были отменены ГЭК в случаях, установленных Порядком проведения ЕГЭ.

Решение ГЭК о датах проведения для них ЕГЭ по соответствующему общеобразовательному предмету в рамках утвержденного единого расписания направляется в ФГУ «Федеральный центр тестирования» не позднее, чем за два дня до экзамена по соответствующему общеобразовательному предмету.

1.11. Количество и места расположения пунктов проведения ЕГЭ определяются исходя из того, что в пункте проведения ЕГЭ должно присутствовать не менее 15 участников ЕГЭ, за исключением пунктов проведения ЕГЭ, расположенных в труднодоступных и отдаленных местностях, а также в образовательных учреждениях уголовно-исполнительной системы.

Допуск участников ЕГЭ в ППЭ осуществляется при наличии у них документов, удостоверяющих их личность, и документа, выданного при регистрации на сдачу ЕГЭ (пропуска). Допуск выпускника **текущего** года к сдаче ЕГЭ, не имеющего по объективным причинам документов, удостоверяющих личность, производится после подтверждения его личности представителем того образовательного учреждения, в котором он был допущен к государственной (итоговой) аттестации (письмо Управления оценки качества образования от 25.02.2011 г. № 10-58-22/10-45).

1.12. Экзамены в каждом субъекте Российской Федерации начинаются в 10 часов по местному времени. На проведение инструктажа, заполнение регистрационных частей бланков ЕГЭ выделяется время до 30 минут, которое не включается в продолжительность выполнения экзаменационной работы.

1.13. Для участников ЕГЭ с ограниченными возможностями здоровья, обучавшихся по состоянию здоровья на дому, в оздоровительных образовательных учреждениях санаторного типа для детей, нуждающихся в длительном лечении, находившихся в лечебно-профилактических учреждениях более четырех месяцев, предшествующих проведению ЕГЭ, во время проведения экзамена в аудиториях может быть организовано питание и перерывы для проведения необходимых медико-профилактических процедур.

1.14. Ознакомление участников ЕГЭ с полученными ими результатами ЕГЭ по общеобразовательному предмету осуществляется не позднее трех рабочих дней со дня издания акта Рособрнадзора об установлении минимального количества баллов по соответствующему общеобразовательному предмету.

В дополнительные сроки ознакомление участников ЕГЭ с полученными ими результатами ЕГЭ по общеобразовательному предмету осуществляется не позднее трех рабочих дней со дня утверждения результатов ГЭК.

1.15. В случае нарушения установленного порядка проведения ЕГЭ, возникновения спорных вопросов при оценке экзаменационных работ участники ЕГЭ и их родители (законные представители[1]) могут подать апелляцию в соответствии с разделом 3 настоящего документа.

1.16. Администрация образовательного учреждения обязана заблаговременно ознакомить выпускников с необходимыми документами, определяющими порядок проведения ЕГЭ, с демонстрационными версиями КИМ, бланками ЕГЭ и иной информацией, связанной с процедурой проведения ЕГЭ и использованием его результатов.

Лица, получившие среднее (полное) образование в прошлые годы, а также в иностранных образовательных учреждениях, могут ознакомиться со всей указанной информацией в средствах массовой информации и на информационном портале ЕГЭ ege.edu.ru, а также на сайтах ОУО субъектов Российской Федерации.

---

[1] В соответствии с Семейным кодексом Российской Федерации помимо родителей к законным представителям относятся усыновители, опекуны и попечители.

2. Действия участников ЕГЭ при подготовке и проведении ЕГЭ

2.1. До 01 марта текущего года необходимо подать заявление о желании участвовать в ЕГЭ с указанием конкретных общеобразовательных предметов и дат проведения экзаменов в объявленное место регистрации на ЕГЭ. Выпускники текущего года в обязательном порядке сдают русский язык и математику в качестве ГИА.

2.2. До 10 мая текущего года получить в месте регистрации пропуск, в котором указаны предметы ЕГЭ, адрес ППЭ, даты и время начала экзаменов, коды образовательного учреждения и ППЭ и иная информация, а также получить информацию о порядке прибытия в ППЭ.

Как правило, в ППЭ выпускников текущего года сопровождают уполномоченные представители от образовательного учреждения, в котором они обучаются (далее — сопровождающие).

2.3. При подготовке к ЕГЭ **лицам, имеющие право на сдачу ЕГЭ в период дополнительных сроков проведения ЕГЭ в июле, в срок с 20 июня по 05 июля** текущего года необходимо подать заявление в места регистрации на ЕГЭ, установленные организационно-территориальной схемой субъекта Российской Федерации, и получить пропуск на ЕГЭ.

2.4. Явиться в ППЭ в день и время, указанные в пропуске, имея при себе:

— пропуск на ЕГЭ (заполненный и зарегистрированный);

— документ, удостоверяющий личность (далее — паспорт)[1];

— гелевую или капиллярную ручку с **черными чернилами;**

---

[1] К документам, удостоверяющим личность, помимо паспорта гражданина Российской Федерации, относятся:

— дипломатический паспорт;

— служебный паспорт;

— паспорт моряка (удостоверение личности моряка);

— военный билет, или временное удостоверение личности военнослужащего;

— временное удостоверение личности гражданина Российской Федерации, выдаваемое на период оформления паспорта (справка органов внутренних дел Российской Федерации);

— паспорт гражданина иностранного государства;

— разрешение на временное проживание;

— вид на жительство;

— свидетельство о признании гражданина беженцем (удостоверение беженца).

Свидетельство о рождении участника ЕГЭ не является документом, удостоверяющим личность.

— дополнительные устройства и материалы, которые можно использовать по отдельным предметам (перечень ежегодно утверждается Рособрнадзором).

Запрещается проносить в ППЭ мобильные телефоны, иные средства связи и **электронно-вычислительную технику.**

2.5. По прибытии в ППЭ необходимо:

2.5.1. получить от организаторов информацию о том, в какой аудитории согласно автоматическому распределению будет сдавать экзамен;

2.5.2. предъявить документ, удостоверяющий личность и документ, регламентирующий присутствие в ППЭ (пропуск).

2.5.3. в сопровождении организатора пройти в аудиторию, взяв с собой только паспорт, пропуск, ручку и разрешенные для использования дополнительные материалы, оставив лишние вещи в аудитории на специально выделенном для этого столе (у входа в аудиторию);

2.5.4. занять место, указанное организатором;

2.5.5. получить от организаторов черновики и запечатанный индивидуальный комплект с вложенными в них контрольными измерительными материалами (КИМ), бланком регистрации, бланками ответов № 1 и № 2;

2.5.6. вскрыть по указанию организаторов индивидуальный комплект;

2.5.7. проверить количество бланков ЕГЭ и КИМ в индивидуальном комплекте и отсутствие в них полиграфических дефектов.

В случаях обнаружения в индивидуальном комплекте полиграфических дефектов участники ЕГЭ должны сообщить об этом организаторам, которые обязаны полностью его заменить.

2.5.8. Проверить соответствие штрихкода на бланке регистрации штрихкоду на конверте индивидуального комплекта (внизу справа БР № xxxxx), штрихкода на тексте варианта КИМ штрихкоду на конверте индивидуального комплекта (внизу слева КИМ № xxxxx). В случае несовпадения участники ЕГЭ должны сообщить об этом организаторам, которые обязаны полностью заменить ИК.

2.5.9. Внимательно прослушать инструктаж, проводимый организаторами в аудитории и заполнить регистрационные части бланка регистрации, бланков ответов № 1 и 2.

2.5.10. Письменная часть ЕГЭ по иностранным языкам включает в себя раздел «Аудирование», все задания по которому (инструкции, тексты, паузы) полностью записаны на аудионоситель. Организатор должен настроить воспро-

изведение записи таким образом, чтобы слышно было всем участникам ЕГЭ в аудитории.

2.6. В течение экзамена необходимо:

2.6.1. после объявления организаторами о времени начала экзамена, которое фиксируется на доске, приступить к выполнению экзаменационной работы;

2.6.2. во время экзамена запрещаются:

— разговоры, вставания с мест;

— пересаживания;

— обмен любыми материалами и предметами;

— наличие мобильных телефонов, иных средств связи и электронно-вычислительной техники;

— хождение по ППЭ во время экзамена без сопровождения.

При нарушении настоящих требований и отказе в их соблюдении организаторы совместно с уполномоченным представителем ГЭК удаляют участника ЕГЭ с экзамена с внесением записи в протокол проведения экзамена в аудитории с указанием причины удаления. На бланках и в пропуске проставляется метка о факте удаления с экзамена.

Экзаменационная работа такого участника ЕГЭ направляется на проверку и будет оценена вместе с экзаменационными работами остальных участников ЕГЭ данной аудитории.

2.6.3. Участники ЕГЭ могут выходить из аудитории по уважительной причине (в туалет, в медицинскую комнату) только в сопровождении одного из организаторов или дежурных по этажу, предварительно сдав бланки ЕГЭ ответственному организатору в аудитории.

2.6.4. При нехватке места для записи ответов на задания части С в бланке ответов № 2 участник ЕГЭ может попросить у организатора в аудитории дополнительный бланк ответов № 2;

2.6.5. организатор, выдавая дополнительный бланк ответов № 2, вписывает его номер (размещенный под штрихкодом) в специально отведенное поле в основном бланке № 2, а на выданном дополнительном бланке ответов № 2 проставляет номер листа в соответствующем поле бланка. Дополнительных бланков ответов № 2 может быть использовано несколько;

2.6.6. ответы, внесенные в дополнительный бланк ответов № 2, будут проверяться только в том случае, если основной бланк ответов № 2 заполнен полностью. В противном случае, ответы, внесенные в дополнительный бланк ответов № 2, оцениваться не будут.

2.7. По окончании экзамена необходимо:

2.7.1. сдать под подпись в ведомости учета экзаменационных материалов КИМ, вложенный в конверт индивидуального комплекта, черновики, бланк регистрации, бланки ответов № 1 и № 2, в том числе дополнительный бланк ответов № 2. При этом организаторы в аудитории ставят в бланке ответов № 2, в том числе на его оборотной стороне, и в дополнительном бланке ответов № 2 прочерк «Z» в области, предназначенной для записи ответов в свободной форме, но оставшейся незаполненной;

2.7.2. при сдаче материалов предъявить организаторам свой пропуск, на котором ответственный организатор в аудитории фиксирует количество сданных бланков, ставит свою подпись, а также печать учреждения, в котором проводится ЕГЭ, либо штамп «Бланки ЕГЭ сданы» (печать или штамп может также ставиться на выходе из ППЭ);

2.7.3. по указанию организаторов покинуть аудиторию и ППЭ.

2.7.4. Допускается досрочная сдача экзаменационных материалов, которая прекращается за пятнадцать минут до окончания экзамена.

По окончании сбора экзаменационных материалов организаторы в аудиториях **в присутствии участников ЕГЭ** пересчитывают бланки регистрации, бланки ответов № 1, № 2, в том числе дополнительные бланки ответов № 2 и запечатывают их в специальные возвратные доставочные пакеты.

3. Подача апелляций

3.1. Участник ЕГЭ имеет право подать апелляции:

— о нарушении установленного порядка проведения ЕГЭ — **в день экзамена до выхода из ППЭ;**

— о несогласии с выставленными баллами по ЕГЭ — **в течение двух рабочих дней после официального объявления результатов экзамена и ознакомления с ними.**

Конфликтной комиссией не принимаются апелляции по вопросам:

— содержания и структуры КИМ;

— связанным с нарушением участником ЕГЭ установленных требований к выполнению экзаменационной работы.

3.2. По результатам рассмотрения апелляции о нарушении установленного порядка проведения ЕГЭ конфликтная комиссия может принять решение:

— об отклонении апелляции, если Комиссия признала факты, изложенные в апелляции, несущественными или не имеющими место;

— об удовлетворении апелляции, если факты, изложенные в апелляции, могут оказать существенное влияние на результаты ЕГЭ.

В последнем случае результат сдачи ЕГЭ отменяется и участнику ЕГЭ предоставляется возможность сдачи ЕГЭ по данному предмету в другой дополнительный день. Участнику ЕГЭ назначается дата и место повторной сдачи ЕГЭ по соответствующему предмету.

3.3. По результатам рассмотрения апелляции о несогласии с выставленными баллами по ЕГЭ конфликтная комиссия может вынести решение:

— об отклонении апелляции ввиду отсутствия технических ошибок при обработке бланков ЕГЭ и ошибок в оценивании экспертами ответов на задания в свободной форме и сохранении выставленных баллов;

— об удовлетворении апелляции и выставлении измененных баллов (результат может быть изменен как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения).

В последнем случае результат сдачи ЕГЭ изменяется на основании решения конфликтной комиссии.

3.4. Для подачи апелляции необходимо:

3.4.1. при подаче апелляции о нарушении установленного порядка проведения ЕГЭ:

— получить от организатора в аудитории форму 2-ППЭ (два экземпляра), по которой составляется апелляция;

— составить апелляцию **в двух экземплярах**;

— передать оба экземпляра уполномоченному представителю ГЭК, который обязан принять и удостоверить их своей подписью, один экземпляр отдать участнику ЕГЭ, другой передать в конфликтную комиссию;

— получить результат рассмотрения апелляции в месте регистрации на ЕГЭ (для выпускников текущего года в образовательном учреждении, в котором они были допущены к государственной (итоговой) аттестации) или у ответственного секретаря конфликтной комиссии не позднее чем через **три календарных дня** после ее подачи.

3.4.2. При подаче апелляции о несогласии с выставленными баллами по ЕГЭ:

— получить по месту регистрации на ЕГЭ (для выпускников текущего года в образовательном учреждении, в котором они были допущены к государственной (итоговой) аттестации), или у ответственного секретаря конфликтной комиссии форму (в двух экземплярах), по которой составляется апелляция;

— составить апелляцию **в двух экземплярах**;

— передать оба экземпляра вышеуказанным лицам (которые обязаны принять и удостоверить их своей подписью, один экземпляр отдать участнику ЕГЭ, другой передать в конфликтную комиссию);

— получить информацию о времени и месте рассмотрения апелляции;

— прийти на процедуру рассмотрения апелляций в конфликтную комиссию, имея при себе паспорт и пропуск с печатью «Бланки ЕГЭ сданы» (или штампом ППЭ).

3.4.3. При рассмотрении апелляции вместо участника ЕГЭ или вместе с ним могут присутствовать его родители (законные представители), которые также должны иметь при себе паспорта (законный представитель должен иметь при себе также другие документы, подтверждающие его полномочия).

По желанию участника ЕГЭ его апелляция может быть рассмотрена заочно.

3.4.4. При рассмотрении апелляции подтвердить в протоколе апелляции, что ему предъявлены копии заполненных им бланков регистрации и ответов № 1 и № 2 (в том числе дополнительных бланков ответов № 2, в случае их наличия) и правильность распознавания его ответов в бланках.

Черновики в качестве материалов апелляции **не рассматриваются**.

3.4.5. В случае если участник ЕГЭ или его родитель (законный представитель) не явился на рассмотрение апелляции, правильность распознавания бланков ответов подтверждается членами конфликтной комиссии.

В случае личного участия необходимо подписать протокол рассмотрения апелляции в процедуре рассмотрения апелляции.

4. Выдача свидетельств о результатах ЕГЭ

4.1. Участнику ЕГЭ выдается свидетельство о результатах ЕГЭ, в котором указываются фамилия, имя, отчество (при наличии), результаты сдачи им ЕГЭ по общеобразовательным предметам в текущем году за исключением тех предметов, по которым участник ЕГЭ набрал количество баллов ниже минимального количества баллов, установленного Рособрнадзором по данному предмету в текущем году.

4.2. Оформление свидетельств о результатах ЕГЭ осуществляется на основании решений ГЭК об утверждении результатов ЕГЭ по общеобразовательным предметам.

4.3. Участникам ЕГЭ — выпускникам текущего года — свидетельства о результатах ЕГЭ выдаются образователь-

ными учреждениями, в которых они были допущены к государственной (итоговой) аттестации.

Иным участникам ЕГЭ свидетельства о результатах ЕГЭ выдаются в зависимости от организационно-территориальной схемы проведения ЕГЭ в субъекте РФ — органом исполнительной власти субъекта РФ, осуществляющим управление в сфере образования (ОУО субъекта РФ), органами местного самоуправления, осуществляющими полномочия в сфере образования (МОУО).

Свидетельства о результатах ЕГЭ подписываются руководителем образовательного учреждения (органа исполнительной власти субъекта РФ, осуществляющего управление в сфере образования, органов местного самоуправления, осуществляющих полномочия в сфере образования), выдавшего свидетельство о результатах ЕГЭ, и заверяются печатью. Свидетельство заполняется черной гелевой ручкой. Не допускается заверение свидетельств о результатах ЕГЭ факсимильной подписью.

4.4. В случае утраты участником ЕГЭ действующего свидетельства о результатах ЕГЭ на основании его заявления образовательное учреждение (орган исполнительной власти субъекта РФ, осуществляющий управление в сфере образования, орган местного самоуправления, осуществляющий полномочия в сфере образования) выдает дубликат свидетельства о результатах ЕГЭ в порядке, установленном Минобрнауки РФ.

4.5. Срок действия свидетельства о результатах ЕГЭ истекает 31 декабря года, следующего за годом его получения.

Участникам ЕГЭ предыдущих лет, в том числе лицам, у которых срок действия свидетельства о результатах ЕГЭ не истек, предоставляется право сдавать ЕГЭ в последующие годы в период его проведения.

Лицам, проходившим военную службу по призыву и уволенным с военной службы, предоставляется право использовать результаты ЕГЭ, сданного ими в течение года до призыва на военную службу, в течение года после увольнения с военной службы при поступлении в ссузы и вузы.

4.6. Свидетельство выдается участнику ЕГЭ при предъявлении им документа, удостоверяющего личность, или его родителям (законным представителям) при предъявлении ими документов, удостоверяющих личность, и оформленной в установленном порядке доверенности.

4.7. Выдача свидетельства производится под личную подпись лица, получающего свидетельство о результатах ЕГЭ, в ведомости учета выдачи свидетельства о результатах ЕГЭ.

Описание бланка регистрации и бланков ответов участников единого государственного экзамена

1. Бланк регистрации

Бланк регистрации размером 210 мм × 305 мм печатается на белой бумаге плотностью ≈ 80 г/м^2. Фон бланка — оранжевый цвет (Pantone 165 CVU).

Бланк является машиночитаемой формой и состоит из трех частей — верхней, средней и нижней.

В верхней части бланка регистрации расположено специальное поле (после слов «Единый государственный экзамен»), в котором указывается год проведения экзамена (данное поле заполняется типографским способом). Также в верхней части бланка регистрации расположены вертикальный штрихкод, горизонтальный штрихкод и его цифровое значение, образец написания символов при заполнении бланка, поля для указания следующей информации: код региона, код образовательного учреждения, в котором обучался участник единого государственного экзамена (ЕГЭ) — выпускник текущего года (код образовательного учреждения, в котором участник ЕГЭ — выпускник прошлых лет или поступающий в ссуз/вуз получил пропуск на ЕГЭ), номер и буква класса (участником ЕГЭ — выпускником прошлых лет или поступающим в ссуз/вуз — не заполняется), код пункта проведения ЕГЭ, номер аудитории в пункте проведения ЕГЭ, дата проведения ЕГЭ, код предмета, название предмета, поля для служебного использования (поля «Служебная отметка», «Резерв-1»).

В средней части бланка регистрации указываются следующие сведения об участнике ЕГЭ: фамилия, имя, отчество (при наличии), серия и номер документа, удостоверяющего личность, пол, а также расположены поля для служебного использования (поля «Резерв-2», «Резерв-3», «Резерв-4»), краткая инструкция по определению целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ, поле для подписи участника ЕГЭ.

В нижней части бланка регистрации расположены поля, заполняемые ответственным организатором в аудитории в случаях, если участник удален с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ или не закончил экзамен по уважительной причине, а также поле для подписи ответственного организатора.

2. Бланк ответов № 1

Бланк ответов № 1 размером 210 мм × 305 мм печатается на белой бумаге плотностью ≈ 80 г/м^2. Фон бланка — малиновый цвет (Pantone 184 CVU).

Бланк является машиночитаемой формой и состоит из трех частей — верхней, средней и нижней.

В верхней части бланка ответов № 1 расположено специальное поле (после слов «Единый государственный экзамен»), в котором указывается год проведения экзамена (данное поле заполняется типографским способом), имеются вертикальный и горизонтальный штрихкоды, образец написания символов при заполнении бланка, поля для указания следующей информации: код региона, код предмета, название предмета, поле для подписи участника ЕГЭ и поле для служебного использования («Резерв-5»).

В средней части бланка ответов № 1 расположены поля для записи ответов на задания типа А с выбором ответа из предложенных вариантов. Максимальное количество таких заданий — 60. Максимальное число вариантов ответов на каждое задание — 4.

Ниже этого приведены поля для замены ошибочных ответов на задания типа А. Максимальное число замен ошибочных ответов — 12. Также расположены поля для служебного использования («Резерв-6», «Резерв-7»).

Далее размещены поля для записи результатов выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме (слово или число). Максимальное количество кратких ответов — 20. Максимальное количество символов в одном ответе — 17.

В нижней части бланка ответов № 1 предусмотрены поля для замены ошибочных ответов на задания типа В. Максимальное количество замен ошибочных ответов — 6.

3. Бланк ответов № 2

Бланк ответов № 2 размером 210 мм × 305 мм печатается на белой бумаге плотностью ≈ 80 г/м^2. Фон бланка — персиковый цвет (Pantone 164 CVU).

Бланк является машиночитаемой формой и состоит из двух частей — верхней и нижней.

В верхней части бланка ответов № 2 расположено специальное поле (после слов «Единый государственный экзамен»), в котором указывается год проведения экзамена (данное поле заполняется типографским способом), имеются вертикальный и горизонтальный штрихкоды, поля для указания следующей информации: код региона, код предмета, название предмета, поле для записи цифрового

значения штрихкода дополнительного бланка ответов № 2, поле нумерации листов бланков ответов № 2, поле для служебного использования («Резерв-8»).

Поле для ответов на задания располагается на нижней части бланка, а также на обратной стороне бланка и разлиновано пунктирными линиями «в клеточку».

4. Дополнительный бланк ответов № 2

Дополнительный бланк ответов № 2 размером 210 мм × 305 мм печатается на белой бумаге плотностью ≈ 80 г/м^2. Фон бланка — малиновый цвет (Pantone 165 CVU).

Бланк является машиночитаемой формой и состоит из двух частей — верхней и нижней.

В верхней части дополнительного бланка ответов № 2 расположено специальное поле (после слов «Единый государственный экзамен»), в котором указывается год проведения экзамена (данное поле заполняется типографским способом), расположены вертикальный штрихкод, горизонтальный штрихкод и его цифровое значение, поля для указания следующей информации: код региона, код предмета, название предмета, поле для записи цифрового значения штрихкода следующего дополнительного бланка ответов № 2, поле нумерации листов бланков ответов № 2, поле для служебного использования («Резерв-9»).

Поле для ответов на задания располагается на нижней части бланка, а также на обратной стороне бланка и разлиновано пунктирными линиями «в клеточку».

Правила заполнения бланка регистрации и бланков ответов

Настоящие правила предназначены для участников ЕГЭ, а также для организаторов пункта проведения ЕГЭ (далее — **ППЭ**), осуществляющих инструктаж участников ЕГЭ в день проведения ЕГЭ.

1. Общая часть

Участники ЕГЭ выполняют экзаменационные работы на бланках, формы и описание которых приведены в приложениях № 1—5:

— бланке регистрации;
— бланке ответов № 1;
— бланке ответов № 2.

При заполнении бланков регистрации и ответов участников ЕГЭ необходимо точно соблюдать настоящие правила, так как информация, внесенная в бланки, сканируется и обрабатывается с использованием специальных аппаратно-программных средств.

При недостатке места для развернутых ответов на бланке ответов № 2 организатор в аудитории выдает дополнительный бланк ответов № 2.

2. Основные правила заполнения бланков ЕГЭ

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручек. В случае отсутствия у участника ЕГЭ указанных ручек и использования, вопреки настоящим правилам, шариковой ручки контур каждого символа при заполнении необходимо аккуратно обводить 2—3 раза, чтобы исключить «проблески» по линии символов.

Линия метки («крестик») в полях не должна быть слишком толстой. Если ручка оставляет слишком толстую линию, то вместо крестика в поле нужно провести только одну диагональ квадрата (любую).

Участник ЕГЭ должен изображать каждую цифру и букву во всех заполняемых полях бланка регистрации, бланка ответов № 1 и верхней части бланка ответов № 2, тщательно копируя образец ее написания из строки с образцами написания символов, расположенной в верхней части бланка регистрации и бланка ответов № 1. Небрежное написание символов может привести к тому, что при автоматизированной обработке символ может быть распознан неправильно.

Каждое поле в бланках заполняется, начиная с первой позиции (в том числе и поля для занесения фамилии, имени и отчества участника ЕГЭ).

Если участник ЕГЭ не имеет информации для заполнения поля, он должен оставить его пустым (не делать прочерков).

Категорически запрещается:

— делать в полях бланков, вне полей бланков или в полях, заполненных типографским способом, какие-либо записи и пометки, не относящиеся к содержанию полей бланков;

— использовать для заполнения бланков цветные ручки вместо черной, карандаш (даже для черновых записей на бланках), средства для исправления внесенной в бланки информации («замазку» и др.).

На бланках ответов № 1 и № 2, а также на дополнительном бланке ответов № 2 не должно быть пометок, содержащих информацию о личности участника ЕГЭ.

При записи ответов необходимо строго следовать инструкциям по выполнению работы (к группе заданий, отдельным заданиям), указанным в контрольном измерительном материале (далее — **КИМ**).

3. Заполнение бланка регистрации

Бланк регистрации состоит из трех частей — верхней, средней и нижней (рис. 1).

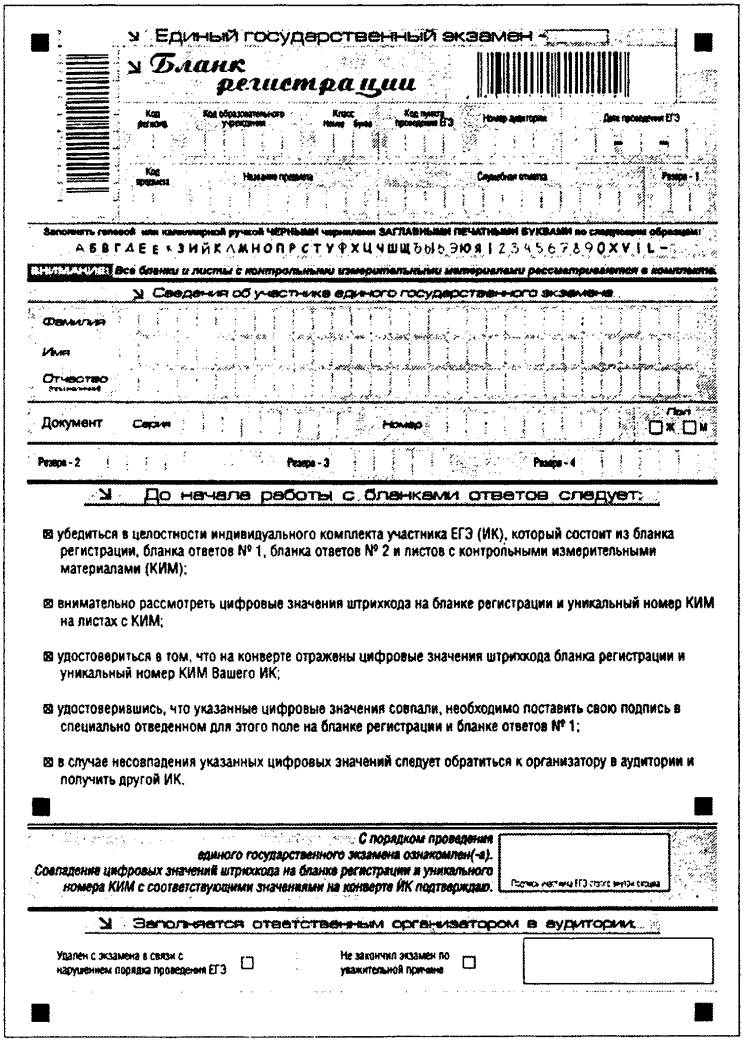

Единый государственный экзамен
Бланк регистрации
Код региона
Код образовательного учреждения
Класс
Номер
Буква
Код пункта проведения ЕГЭ
Номер аудитории
Дата проведения ЕГЭ
Код предмета
Название предмета
Служебные отметки
Резерв - 1
Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:
А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 X V I L –
ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.
Сведения об участнике единого государственного экзамена
Фамилия
Имя
Отчество (при наличии)
Пол
Ж
М
Документ
Серия
Номер
Резерв - 2
Резерв - 3
Резерв - 4
До начала работы с бланками ответов следует:
убедиться в целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ (ИК), который состоит из бланка регистрации, бланка ответов № 1, бланка ответов № 2 и листов с контрольными измерительными материалами (КИМ);
внимательно рассмотреть цифровые значения штрихкода на бланке регистрации и уникальный номер КИМ на листах с КИМ;
удостовериться в том, что на конверте отражены цифровые значения штрихкода бланка регистрации и уникальный номер КИМ Вашего ИК;
удостоверившись, что указанные цифровые значения совпали, необходимо поставить свою подпись в специально отведенном для этого поле на бланке регистрации и бланке ответов № 1;
в случае несовпадения указанных цифровых значений следует обратиться к организатору в аудитории и получить другой ИК.
С порядком проведения единого государственного экзамена ознакомлен(-а).
Совпадение цифровых значений штрихкода на бланке регистрации и уникального номера КИМ с соответствующими значениями на конверте ИК подтверждаю.
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка
Заполняется ответственным организатором в аудитории
Удален с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ
Не закончил экзамен по уважительной причине

Рис. 1. Бланк регистрации

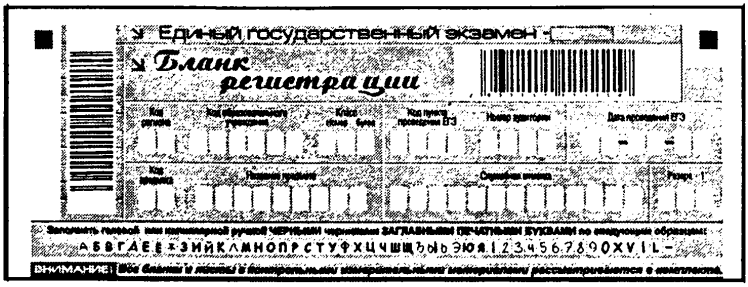


Рис. 2. Верхняя часть бланка регистрации

В верхней части бланка регистрации (рис. 2) расположены: вертикальный и горизонтальный штрихкоды, поля для рукописного занесения информации, строка с образцами написания символов, поле для служебной отметки и резервное поле.

По указанию ответственного организатора в аудитории участником ЕГЭ заполняются все поля верхней части бланка регистрации (см. табл. 1), кроме полей для служебного использования (поля «Служебная отметка», «Резерв-1»).

Таблица 1

Указание по заполнению полей верхней части бланка регистрации

Поля, заполняемые участником ЕГЭ по указанию организатора в аудитории	Указания по заполнению
Код региона	Код субъекта Российской Федерации в соответствии с кодировкой федерального справочника субъектов Российской Федерации
Код образовательного учреждения	Код образовательного учреждения, в котором обучается выпускник (код образовательного учреждения, в котором поступающий получил пропуск на ЕГЭ), в соответствии с кодировкой, принятой в субъекте Российской Федерации
Класс: номер, буква	Информация о классе, в котором обучается выпускник (поступающим не заполняется)
Код пункта проведения ЕГЭ	Указывается в соответствии с кодировкой ППЭ внутри субъекта Российской Федерации
Номер аудитории	Номер аудитории, в которой проходит ЕГЭ
Дата проведения ЕГЭ	Дата проведения ЕГЭ

Окончание табл. 1

Поля, заполняемые участником ЕГЭ по указанию организатора в аудитории	Указания по заполнению
Код предмета	Указывается в соответствии с принятой кодировкой (см. табл. 2)
Название предмета	Название предмета, по которому проводится ЕГЭ (возможно в сокращении)

Таблица 2

Название и код предметов

Название предмета	Код предмета
Русский язык	1
Математика	2
Физика	3
Химия	4
Информатика и ИКТ	5
Биология	6
История	7
География	8
Английский язык	9
Немецкий язык	10
Французский язык	11
Обществознание	12
Испанский язык	13
Литература	18

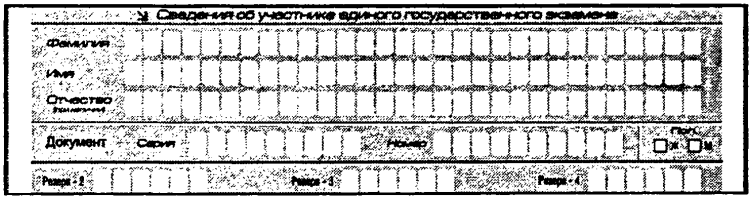


Рис. 3. Сведения об участнике единого государственного экзамена

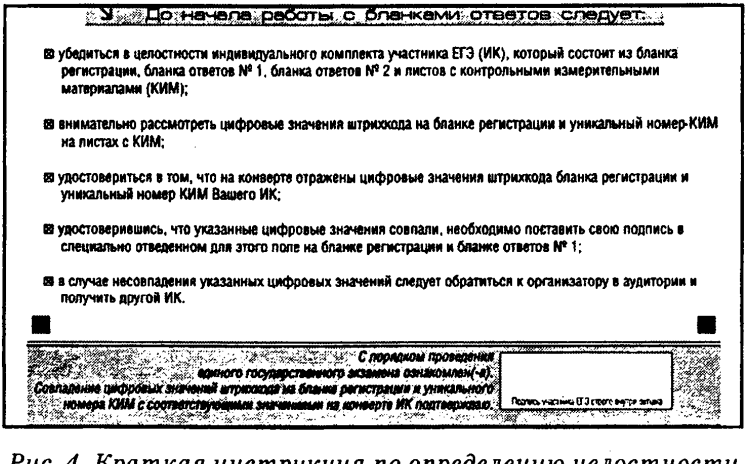
Таблица 3

Указания по заполнению полей «Сведения об участнике единого государственного экзамена»

Поля, самостоятельно заполняемые участником ЕГЭ	Указания по заполнению
Фамилия	Вносится информация из документа, удостоверяющего личность участника ЕГЭ, в соответствии с законодательством Российской Федерации
Имя	
Отчество	
Документ	
Серия	В поле записываются арабские цифры серии без пробелов. Например: 4600
Номер	Записываются арабские цифры номера без пробелов. Например: 918762
Пол (Ж или М)	Ставится метка в соответствующем поле

В средней части бланка регистрации (рис. 3) расположены поля для записи сведений об участнике ЕГЭ.

Поля средней части бланка регистрации заполняются участником ЕГЭ самостоятельно (см. табл. 3), кроме полей для служебного использования («Резерв-2», «Резерв-3» и «Резерв-4»). Данные поля участником ЕГЭ не заполняются.


До начала работы с бланками ответов следует:

- убедиться в целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ (ИК), который состоит из бланка регистрации, бланка ответов № 1, бланка ответов № 2 и листов с контрольными измерительными материалами (КИМ);
- внимательно рассмотреть цифровые значения штрихкода на бланке регистрации и уникальный номер-КИМ на листах с КИМ;
- удостовериться в том, что на конверте отражены цифровые значения штрихкода бланка регистрации и уникальный номер КИМ Вашего ИК;
- удостоверившись, что указанные цифровые значения совпали, необходимо поставить свою подпись в специально отведенном для этого поле на бланке регистрации и бланке ответов № 1;
- в случае несовпадения указанных цифровых значений следует обратиться к организатору в аудитории и получить другой ИК.

С порядком проведения единого государственного экзамена ознакомлен(-а).
Совпадение цифровых значений штрихкода на бланке регистрации и уникального номера КИМ с соответствующими значениями на конверте ИК подтверждаю.

Подпись участника ЕГЭ строго внутри зоны

Рис. 4. Краткая инструкция по определению целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ

В средней части бланка регистрации также расположена краткая инструкция по определению целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ (рис. 4) и поле для подписи участника ЕГЭ.

В нижней части бланка регистрации расположена область для отметок организатора в аудитории о фактах удаления участника ЕГЭ с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ, а также о том, что участник не закончил экзамен по уважительной причине (рис. 5).

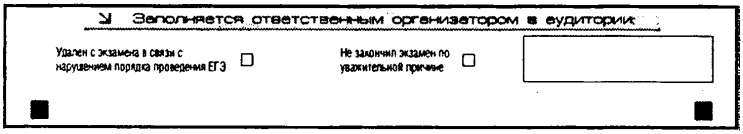


Рис. 5. Область для отметок организатора в аудитории о фактах удаления участника ЕГЭ

Заполнение полей организатором в аудитории обязательно, если участник ЕГЭ удален с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ или не закончил экзамен по уважительной причине. Отметка организатора в аудитории заверяется подписью организатора в специально отведенном для этого поле бланка регистрации участника ЕГЭ, а также фиксируется в протоколе проведения экзамена в аудитории.

После окончания заполнения бланка регистрации и выполнения всех пунктов краткой инструкции по определению целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ («До начала работы с бланками ответов следует:») участник ЕГЭ ставит свою подпись в специально отведенном для этого поле.

4. Заполнение бланка ответов № 1

В верхней части бланка ответов № 1 (рис. 6) расположены вертикальный штрихкод, горизонтальный штрихкод, строка с образцами написания символов, поля для заполнения участником ЕГЭ, а также поле для служебного использования («Резерв-5»). Информация для заполнения полей о коде региона, коде и названии предмета должна быть продублирована с информацией, внесенной в бланк регистрации.

В средней части бланка ответов № 1 (рис. 7) расположены поля для записи ответов на задания (типа А) с выбором ответа из предложенных вариантов. Максимальное количество таких заданий — 60 (шестьдесят). Максимальное число вариантов ответов на каждое задание — 4 (четыре).

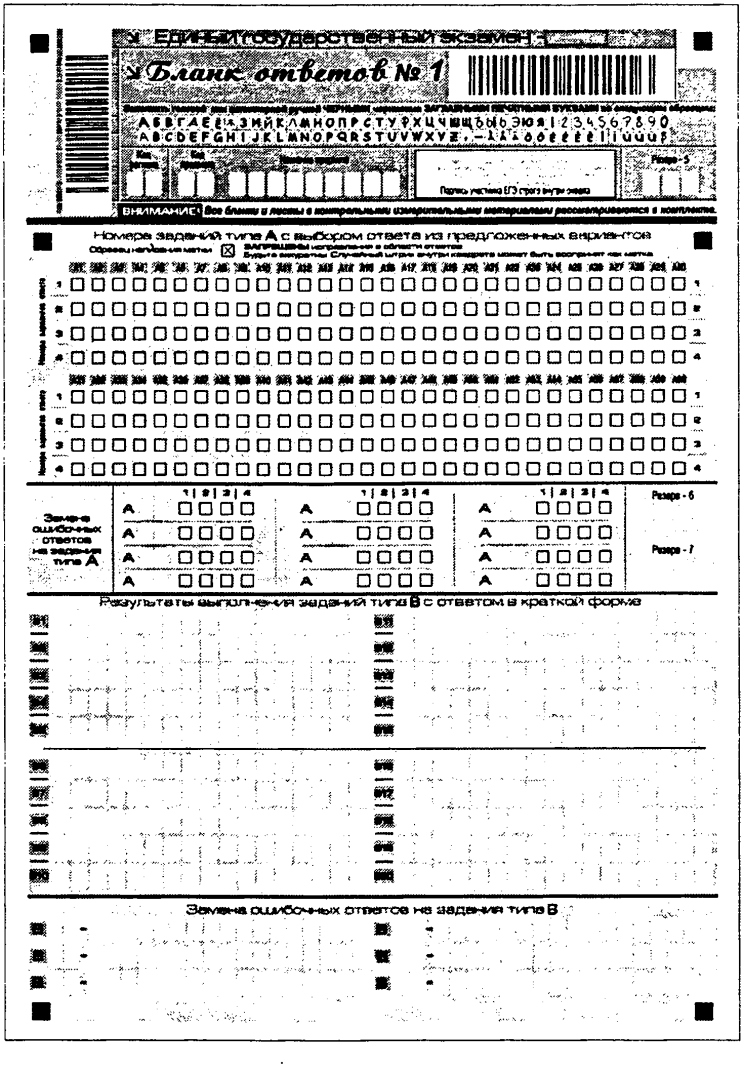


Рис. 6. Бланк ответов № 1

Область ответов на задания типа А состоит из горизонтального ряда номеров заданий КИМ. Под каждым номером задания расположен вертикальный столбик из четырех клеточек. Для того чтобы отметить номер ответа, который участник ЕГЭ считает правильным, под номером задания он должен поставить метку («крестик») в ту клеточку, номер которой соответствует номеру выбранного им ответа.

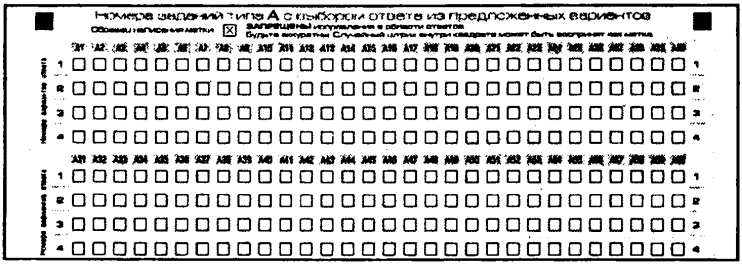


Рис. 7. Область ответов на задания типа А

Образец написания метки приведен на бланке ответов № 1. Для удобства работы клеточки на левом и правом полях бланка ответов № 1 пронумерованы.

В области ответов на задания типа А нельзя допускать случайных пометок, клякс, полос размазанных чернил и т.д., так как при автоматизированной обработке это может быть распознано как ответы на задания КИМ. Если не удалось избежать случайных пометок, их следует заменить в области «Замена ошибочных ответов на задания типа А» на те ответы, которые участник ЕГЭ считает правильными.

При заполнении области ответов на задания типа А следует строго соблюдать инструкции по выполнению работы (к группе заданий, отдельным заданиям), приведенные в КИМ. В столбце, соответствующем номеру задания в области ответов на задания типа А, следует делать не более одной метки. При наличии нескольких меток такое задание заведомо будет считаться неверно выполненным.

Можно заменить ошибочно отмеченный ответ и поставить другой. Замена ответа осуществляется заполнением соответствующих полей в области замены ошибочных ответов на задания типа А (рис. 8).

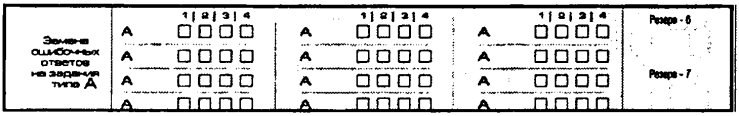


Рис. 8. Область замены ошибочных ответов на задания типа А

Заменить можно не более 12 (двенадцати) ошибочных ответов по всем заданиям типа А. Для этого в соответствующее поле области замены ошибочных ответов на задания типа А следует внести номер ошибочно заполненного задания, а в строку клеточек внести метку верного ответа. В случае если в поля замены ошибочного ответа внесен несколько раз номер одного и того же задания, то будет учитываться последнее исправление (отсчет сверху вниз и слева направо).

Ниже области замены ошибочных ответов на задания типа А размещены поля для записи ответов на задания типа В (задания с кратким ответом) (рис. 9). Максимальное количество ответов — 20 (двадцать). Максимальное количество символов в одном ответе — 17 (семнадцать).

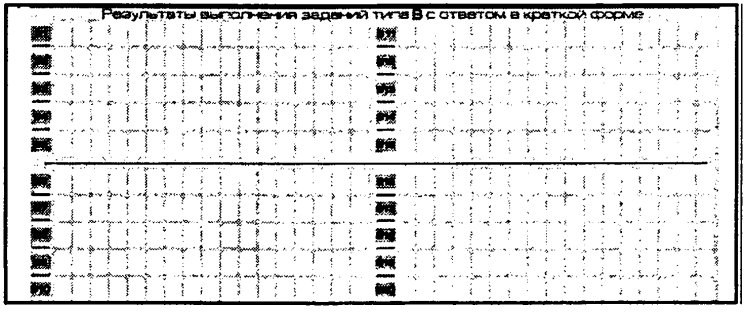


Рис. 9. Область для ответов на задания типа В

Краткий ответ записывается справа от номера задания типа В в области ответов с названием «Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме».

Краткий ответ можно давать только в виде слова, одного целого числа или комбинации букв и цифр, если в инструкции по выполнению работы не указано, что ответ можно дать с использованием запятых для записи ответа в виде десятичной дроби или в виде перечисления требуемых в задании пунктов. Каждая цифра, буква, запятая или знак минус (если число отрицательное) записывается в отдельную клеточку, строго по образцу из верхней части бланка. Не разрешается использовать при записи ответа на задания типа В никаких иных символов, кроме символов кириллицы, латиницы, арабских цифр, запятой и знака дефис (минус).

Если требуется написать термин, состоящий из двух или более слов, то их нужно записать отдельно — через пробел или дефис (как требуют правила правописания), но не использовать какого-либо разделителя (запятая и пр.), если в инструкции по выполнению работы не указана другая форма написания ответа на данное задание. Если в таком термине окажется букв больше, чем клеточек в поле для ответа, то вторую часть термина можно писать более убористо. Термин следует писать полностью. Любые сокращения запрещены.

Если кратким ответом должно быть слово, пропущенное в некотором предложении, то это слово нужно писать в той форме (род, число, падеж и т.п.), в которой оно должно стоять в предложении.

Если числовой ответ получается в виде дроби, то ее следует округлить до целого числа по правилам округления, если в инструкции по выполнению работы не требуется записать ответ в виде десятичной дроби. Например: 2,3 округляется до 2; 2,5 — до 3; 2,7 — до 3. Это правило должно выполняться для тех заданий, для которых в инструкции по выполнению работы нет указаний, что ответ нужно дать в виде десятичной дроби.

В ответе, записанном в виде десятичной дроби, в качестве разделителя следует указывать запятую.

Записывать ответ в виде математического выражения или формулы запрещается. Нельзя писать названия единиц измерения (градусы, проценты, метры, тонны и т.д.). Недопустимы заголовки или комментарии к ответу.

В нижней части бланка ответов № 1 предусмотрены поля для записи новых вариантов ответов на задания типа В взамен ошибочно записанных (рис. 10). Максимальное количество таких исправлений — 6 (шесть).

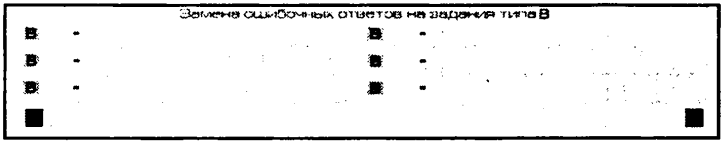


Рис. 10. Область замены ошибочных ответов на задания типа В

Для изменения внесенного в бланк ответов № 1 ответа на задание типа В надо в соответствующих полях замены проставить номер исправляемого задания типа В и записать новое значение верного ответа на указанное задание.

5. Заполнение бланка ответов № 2

Бланк ответов № 2 предназначен для записи ответов на задания с развернутым ответом (рис. 11).

В верхней части бланка ответов № 2 расположены вертикальный штрихкод, горизонтальный штрихкод, поля для рукописного занесения информации участником ЕГЭ, а также поля «Дополнительный бланк ответов № 2», «Лист № 1», «Резерв-8», которые участником ЕГЭ не заполняются.

Информация для заполнения полей верхней части бланка: код региона, код и название предмета, должна соответствовать информации, внесенной в бланк регистрации и бланк ответов № 1.

Поле «Дополнительный бланк ответов № 2» заполняет организатор в аудитории при выдаче дополнительного бланка ответов № 2, вписывая в это поле цифровое значение штрихкода дополнительного бланка ответов № 2 (расположенное под штрихкодом бланка), который выдается участнику ЕГЭ.

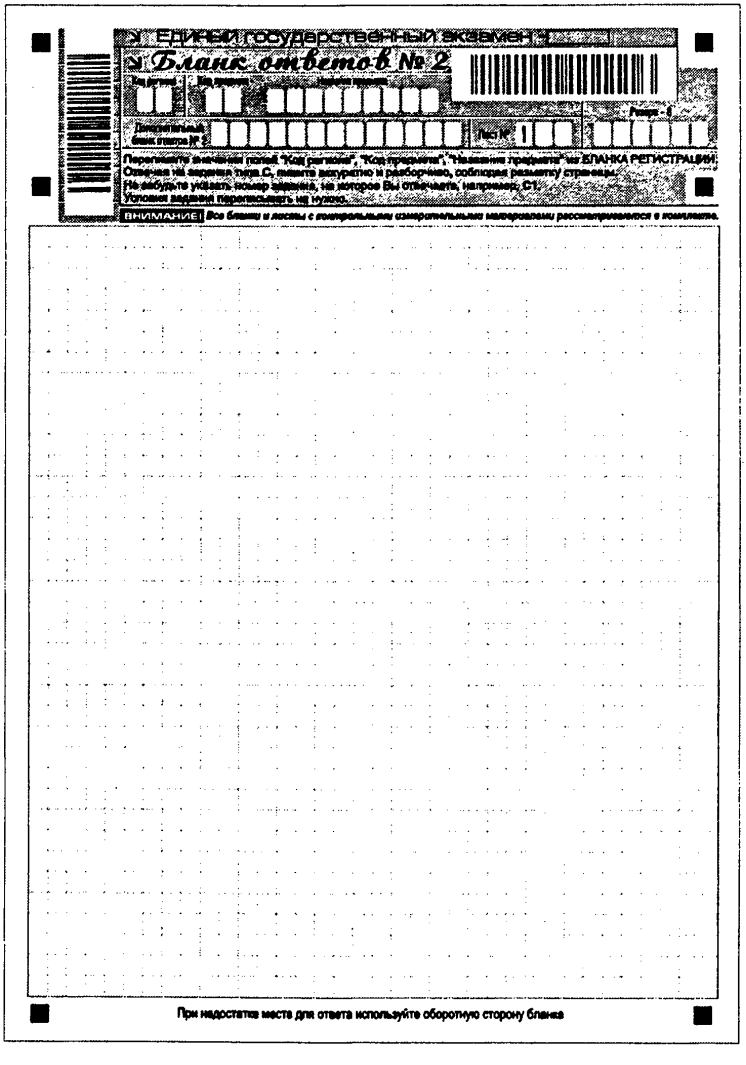

Единый государственный экзамен
Бланк ответов № 2
Резерв - 8
Дополнительный бланк ответов № 2
Лист № 1
Перенесите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Ответы на задания типа С пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задания переписывать не нужно.
ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.
При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Рис. 11. Бланк ответов № 2

Поле «Резерв-8» не заполняется.

В нижней части бланка расположена область записи ответов на задания с ответом в развернутой форме (на задания типа С). В этой области участник ЕГЭ записывает развернутые ответы на соответствующие задания строго в соответствии с требованиями инструкции к КИМ и отдельным заданиям КИМ.

При недостатке места для ответов на лицевой стороне бланка ответов № 2 участник ЕГЭ может продолжить записи на оборотной стороне бланка, сделав внизу лицевой стороны запись «смотри на обороте». Для удобства все страницы бланка ответов № 2 пронумерованы и разлинованы пунктирными линиями «в клеточку».

При недостатке места для ответов на основном бланке ответов № 2 участник ЕГЭ может продолжить записи на дополнительном бланке ответов № 2, выдаваемом организатором в аудитории по требованию участника в случае, когда на основном бланке ответов № 2 не осталось места. В случае заполнения дополнительного бланка ответов № 2 при незаполненном основном бланке ответов № 2, ответы, внесенные в дополнительный бланк ответов № 2, оцениваться не будут.

6. Заполнение дополнительного бланка ответов № 2

Дополнительный бланк ответов № 2 предназначен для записи ответов на задания с развернутым ответом (рис. 12).

Дополнительный бланк ответов № 2 выдается организатором в аудитории по требованию участника ЕГЭ в случае нехватки места для развернутых ответов.

В верхней части дополнительного бланка ответов № 2 расположены вертикальный штрихкод, горизонтальный штрихкод и его цифровое значение, поля «Код региона», «Код предмета», «Название предмета», а также поля «Следующий дополнительный бланк ответов № 2» и «Лист №», «Резерв-9».

Информация для заполнения полей верхней части бланка («Код региона», «Код предмета» и «Название предмета») должна полностью совпадать с информацией основного бланка ответов № 2.

Поля «Следующий дополнительный бланк ответов № 2» и «Лист №» заполняет организатор в аудитории в случае нехватки места для развернутых ответов на основном и ранее выданном дополнительном бланке ответов № 2.

В поле «Лист №» организатор в аудитории при выдаче дополнительного бланка ответов № 2 вносит порядковый номер листа работы участника ЕГЭ (при этом листом № 1 является основной бланк ответов № 2, который участник ЕГЭ получил в составе индивидуального комплекта).

Поле «Следующий дополнительный бланк ответов № 2» заполняется организатором в аудитории при выдаче следующего дополнительного бланка ответов № 2, если участнику ЕГЭ не хватило места на ранее выданных бланках ответов № 2. В этом случае организатор в аудитории вносит в это поле цифровое значение штрихкода следующего дополнительного

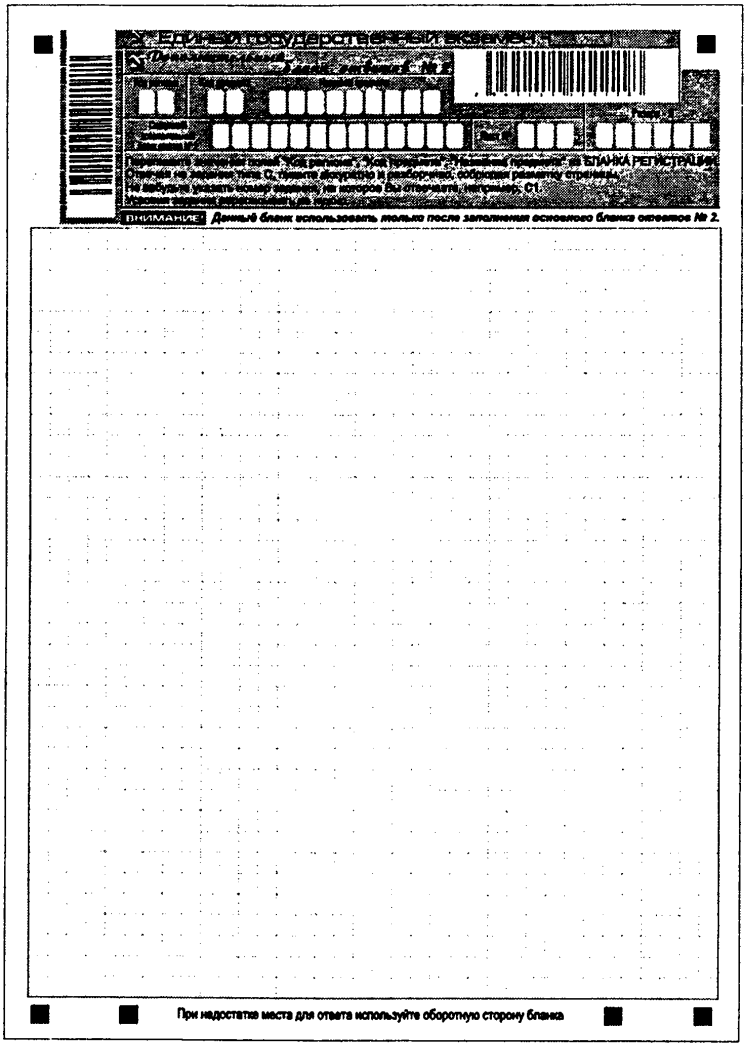


Рис. 12. Дополнительный бланк ответов № 2

бланка ответов № 2 (расположенное под штрихкодом бланка), который выдает участнику ЕГЭ для заполнения.

Поле «Резерв-9» не заполняется.

Ответы, внесенные в следующий дополнительный бланк ответов № 2, оцениваться не будут, если не полностью заполнены (или не заполнены совсем) основной бланк ответов № 2 и (или) ранее выданные дополнительные бланки ответов № 2.

Образцы экзаменационных бланков

Единый государственный экзамен

Бланк регистрации

Код региона	Код образовательного учреждения	Класс: Номер, Буква	Код пункта проведения ЕГЭ	Номер аудитории	Дата проведения ЕГЭ
					– –

Код предмета	Название предмета	Служебные отметки	Резерв - 1

Заполнить гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 X V I L –

ВНИМАНИЕ! *Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.*

Сведения об участнике единого государственного экзамена

Фамилия

Имя

Отчество (при наличии)

Документ Серия Номер Пол ☐ ж ☐ м

Резерв - 2 Резерв - 3 Резерв - 4

До начала работы с бланками ответов следует:

- ☒ убедиться в целостности индивидуального комплекта участника ЕГЭ (ИК), который состоит из бланка регистрации, бланка ответов № 1, бланка ответов № 2 и листов с контрольными измерительными материалами (КИМ);
- ☒ внимательно рассмотреть цифровые значения штрихкода на бланке регистрации и уникальный номер КИМ на листах с КИМ;
- ☒ удостовериться в том, что на конверте отражены цифровые значения штрихкода бланка регистрации и уникальный номер КИМ Вашего ИК;
- ☒ удостоверившись, что указанные цифровые значения совпали, необходимо поставить свою подпись в специально отведенном для этого поле на бланке регистрации и бланке ответов № 1;
- ☒ в случае несовпадения указанных цифровых значений следует обратиться к организатору в аудитории и получить другой ИК.

С порядком проведения единого государственного экзамена ознакомлен(-а).
Совпадение цифровых значений штрихкода на бланке регистрации и уникального номера КИМ с соответствующими значениями на конверте ИК подтверждаю.

Подпись участника ЕГЭ строго внутри поля

Заполняется ответственным организатором в аудитории

Удален с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ ☐

Не закончил экзамен по уважительной причине ☐

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Замена ошибочных ответов на задания типа А

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Код региона | Код предмета | Название предмета

Дополнительный бланк ответов № 2

Лист № 1

Резерв 1

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! *Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.*

При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Дополнительный бланк ответов № 2

Код региона | Код предмета | Номер варианта

Резерв - 3

Дополнительный бланк ответов №1

Лист №

Переписывайте значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" на БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! *Данный бланк использовать только после заполнения основного бланка ответов № 2.*

При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 50 минут (230 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано́	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношения между различными единицами

температура	0 К = −273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность

воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	13 600 кг/м^3
подсолнечного масла	900 кг/м^3		

Удельная теплоемкость

воды	$4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)
алюминия	900 Дж/(кг·К)
меди	380 Дж/(кг·К)
чугуна	500 Дж/(кг·К)

Удельная теплота

парообразования воды	$2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия

давление	10^5 Па	температура	0 °С

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Вариант 1[1]

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. Два автомобиля движутся по прямой дороге в одном направлении, один со скоростью 110 км/ч, а второй со скоростью 60 км/ч. Чему равен модуль скорости первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?

1) 170 км/ч 2) 50 км/ ч 3) 110 км/ч 4) 60 км/ч

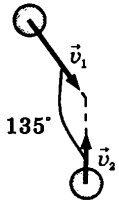
А2. Мешок с песком оторвался от воздушного шара и через 4 с упал на землю. На какой высоте находился воздушный шар? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1) 40 м 2) 80 м 3) 160 м 4) 500 м

А3. Две упругие пружины растягиваются силами одной и той же величины. Удлинение первой пружины в 2 раза больше, чем удлинение второй пружины. Жёсткость первой пружины равна k_1, а жёсткость второй k_2 равна

1) $0{,}5k_1$ 2) $0{,}25k_1$ 3) $4k_1$ 4) $2k_1$

А4. Одинаковые шары движутся со скоростями, указанными на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс этой системы шаров после их столкновения, если $v_1 = \sqrt{2}\, v_2$?



1) → 2) ↘ 3) ↗ 4) ↑

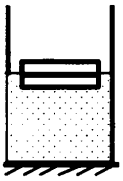
---

[1] Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2013 года, приведён в кодификаторе элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена 2013 года. Чтобы составить более полное представление о том, какие темы могут быть представлены в том или ином задании варианта, читателю следует зайти на сайт www.fipi.ru и в разделе «Единый государственный экзамен. КИМ ЕГЭ 2013 года. Физика» внимательно изучить спецификацию и кодификатор.

А5. Скорость тела массой 2 кг, движущегося по оси x, изменяется по закону $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$, где $v_{0x} = 10$ м/с, $a_x = -2$ м/с^2. Кинетическая энергия тела в момент $t = 2$ с равна

1) 36 Дж 2) 100 Дж 3) 144 Дж 4) 4 Дж

А6. Два одинаковых бруска толщиной h каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Если в стопку добавить ещё один такой же брусок, то глубина её погружения увеличится на



1) $\frac{1}{3}h$ 2) $\frac{1}{2}h$ 3) $\frac{3}{2}h$ 4) h

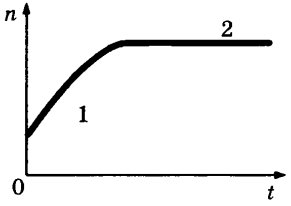
А7. Среднее расстояние между соседними молекулами вещества много больше размеров самих молекул. Двигаясь во всех направлениях, молекулы быстро распределяются по всему сосуду. В каком состоянии находится вещество?

1) в газообразном или жидком 3) в газообразном
2) в твёрдом 4) в жидком

А8. Абсолютная температура идеального газа в сосуде увеличилась в 1,5 раза, а давление при этом возросло втрое. Как изменилась концентрация молекул газа?

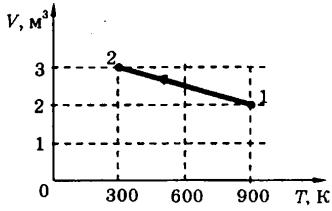
1) увеличилась в 2 раза 3) уменьшилась в 4,5 раза
2) уменьшилась в 2 раза 4) увеличилась в 4,5 раза

А9. В стеклянную колбу налили немного воды и закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. В конце процесса на стенках колбы осталось лишь несколько капель воды. На рисунке показан график зависимости от времени концентрации n молекул водяного пара внутри колбы. Какое утверждение можно считать правильным?



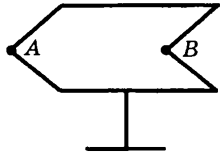
1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 – ненасыщенный
2) на обоих участках пар ненасыщенный
3) на обоих участках пар насыщенный
4) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 – насыщенный

А10. На рисунке показан график зависимости объёма одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. При переходе из состояния 1 в состояние 2 внутренняя энергия газа



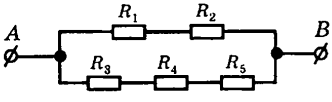
1) уменьшилась в 3 раза
2) увеличилась в 1,5 раза
3) уменьшилась в 1,5 раза
4) увеличилась в 3 раза

А11. Полому металлическому телу на изолирующей подставке (см. рисунок) сообщён отрицательный заряд. Каково соотношение между потенциалами точек A и B?



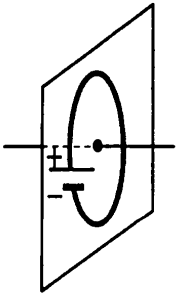
1) $\varphi_A < \varphi_B$ 3) $\varphi_A = \varphi_B$
2) $\varphi_A > \varphi_B$ 4) $\varphi_A = 0$; $\varphi_B > 0$

А12. На участке цепи, показанном на рисунке, сопротивление каждого резистора равно 100 Ом. При подключении участка выводами A и B к источнику постоянного напряжения 12 В напряжение на резисторе R_2 равно



1) 12 В 2) 2,4 В 3) 4 В 4) 6 В

А13. На рисунке изображён круглый проволочный виток, по которому течёт электрический ток. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

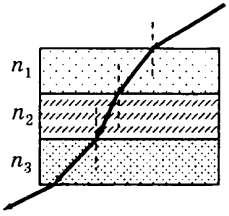


1) вправо перпендикулярно плоскости витка →
2) влево перпендикулярно плоскости витка ←
3) вертикально вниз в плоскости витка ↓
4) вертикально вверх в плоскости витка ↑

А14. В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 6$ мкс. Максимальный заряд одной из обкладок конденсатора при этих колебаниях равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каким будет модуль заряда этой обкладки в момент времени $t = 1{,}5$ мкс, если в начальный момент времени её заряд равен нулю?

1) $2 \cdot 10^{-6}$ Кл
2) $8 \cdot 10^{-6}$ Кл
3) 0
4) $4 \cdot 10^{-6}$ Кл

А15. Луч света падает из воздуха в бензин (показатель преломления n_1), затем проходит через стеклянную пластинку (показатель преломления n_2), а затем через слой воды (показатель преломления n_3). На рисунке показан ход луча света. Показатели преломления сред соотносятся следующим образом:

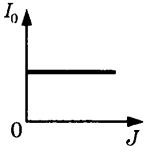


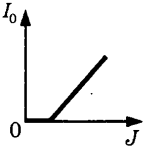
1) $n_1 < n_2$ и $n_2 > n_3$
2) $n_1 < n_2 < n_3$
3) $n_1 > n_2 > n_3$
4) $n_1 > n_2$ и $n_2 < n_3$

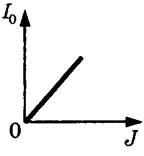
А16. На поверхность тонкой прозрачной плёнки падает по нормали пучок белого света. В отражённом свете плёнка окрашена в зелёный цвет. При использовании плёнки такой же толщины, но с несколько меньшим показателем преломления, её окраска будет

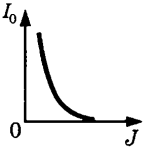
1) находиться ближе к красной области спектра
2) только зелёной
3) находиться ближе к синей области спектра
4) только полностью чёрной

А17. Четырёх учеников попросили нарисовать общий вид графика зависимости фототока насыщения I_0 от интенсивности J падающего света. Какой из приведённых рисунков выполнен правильно?

1) 

2) 

3) 

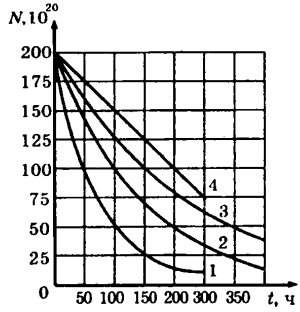
4) 

А18. Ядро урана $^{238}_{92}U$ после α-распада и двух электронных β-распадов превращается в ядро

1) кюрия $^{247}_{96}Cm$
2) урана $^{234}_{92}U$
3) плутония $^{244}_{94}Pu$
4) тория $^{232}_{90}Th$

А19. Период полураспада ядер эрбия $^{172}_{68}Er$ равен 50 часам. Какой из графиков характеризует распад этих ядер?

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

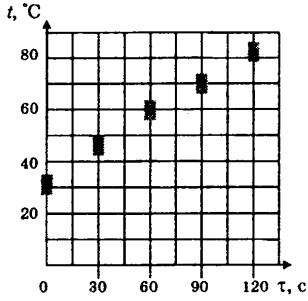


А20. Маятник совершает $N = 20$ колебаний за $t = (24{,}0 \pm 0{,}2)$ с. Согласно этим данным, период колебаний маятника T равен

1) $(2{,}40 \pm 0{,}02)$ с
2) $(2{,}4 \pm 0{,}2)$ с
3) $(1{,}20 \pm 0{,}01)$ с
4) $(1{,}2 \pm 0{,}2)$ с

А21. На рисунке представлены результаты измерения температуры воды в электрическом чайнике в последовательные моменты времени. Погрешность измерения времени равна 3 с, погрешность измерения температуры равна 4 °С. Какова полезная мощность нагревателя чайника, если масса воды равна 0,8 кг?

1) 2,2 кВт
2) 2,8 кВт
3) 1,4 кВт
4) 3,5 кВт



ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина при этом всё время остаётся растянутой. Как ведут себя потенциальная энергия пружины, кинетическая энергия груза, его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вверх к положению равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

B2. В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилось 2) уменьшилось 3) не изменилось

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

Парциальное давление первого газа	Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде

B3. Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением 2,6 м/с^2. Установите соответствие между физическими величинами, полученными при исследовании движения бруска (см. левый столбец), и уравнениями, выражающими взаимосвязи этих величин, приведёнными в правом столбце.

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

ЗАВИСИМОСТИ	УРАВНЕНИЯ
А) зависимость пути, пройденного бруском, от времени	1) $l = At^2$, где $A = 1{,}3$ м/с^2
Б) зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути	2) $l = Bt^2$, где $B = 2{,}6$ м/с^2
	3) $v = C\sqrt{l}$, где $C = 2{,}3\ \frac{\sqrt{\text{м}}}{\text{с}}$
	4) $v = Dl$, где $D = 2{,}3\ \frac{1}{\text{с}}$

А	Б

В4. Пучок света переходит из воздуха в воду. Скорость света в воздухе — c, длина световой волны в воздухе — λ, показатель преломления воды относительно воздуха — n. 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) длина световой волны в воде	1) $\lambda \cdot c$
Б) частота световой волны в воде	2) $\frac{c}{\lambda}$
	3) $\lambda \cdot c \cdot n$
	4) $\frac{\lambda}{n}$

А	Б

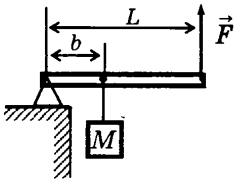
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Груз массой 100 кг удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 350 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и однородного массивного стержня длиной 5 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Масса стержня равна

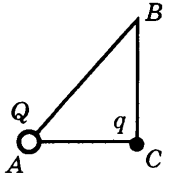


1) 25 кг 2) 35 кг 3) 20 кг 4) 30 кг

А23. Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой 12 °С, требуется количество теплоты 80 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

1) 6 °С 2) 9 °С 3) 0 °С 4) 4 °С

А24. В треугольнике ABC угол C — прямой. В вершине A находится точечный заряд Q. Он действует с силой $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ Н на точечный заряд q, помещённый в вершину C. Если заряд q перенести в вершину B, то заряды будут взаимодействовать с силой $9 \cdot 10^{-9}$ Н. Найдите отношение $\frac{AC}{BC}$.



1) 0,60 2) 0,36 3) 1,67 4) 0,75

А25. В таблице представлены результаты измерений максимальной энергии фотоэлектронов при двух разных значениях частоты падающего монохроматического света ($\nu_{кр}$ — частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Частота падающего света ν	$2\nu_{кр}$	$3\nu_{кр}$
Максимальная энергия фотоэлектронов $E_{макс}$	E_0	–

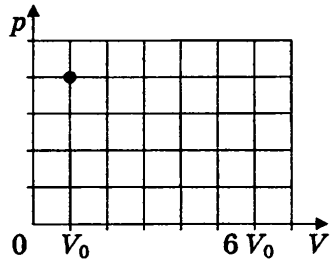
Какое значение энергии пропущено в таблице?

1) $3E_0$ 2) $2E_0$ 3) $4E_0$ 4) $\frac{3}{2}E_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

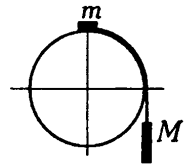
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. В цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV-диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически увеличивают от V_0 до $6V_0$. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $6V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



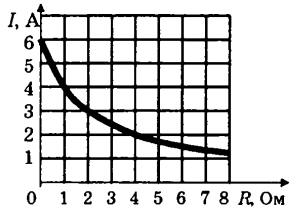
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

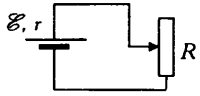
С2. Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити первоначально покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы, т.к. груз m удерживают в точке A на вершине сферы (см. рисунок). После того как груз m отпускают из состояния покоя, он проходит по сфере дугу 30° и затем отрывается от поверхности сферы. Найдите массу M, если m = 100 г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



С3. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p = 10^5$ Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты $|Q| = 75$ Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние $x = 10$ см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня? Количество вещества газа постоянно.

С4. Реостат R подключён к источнику тока с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Зависимость силы тока в цепи от сопротивления реостата представлена на графике. Найдите сопротивление реостата, при котором мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, равна 8 Вт.



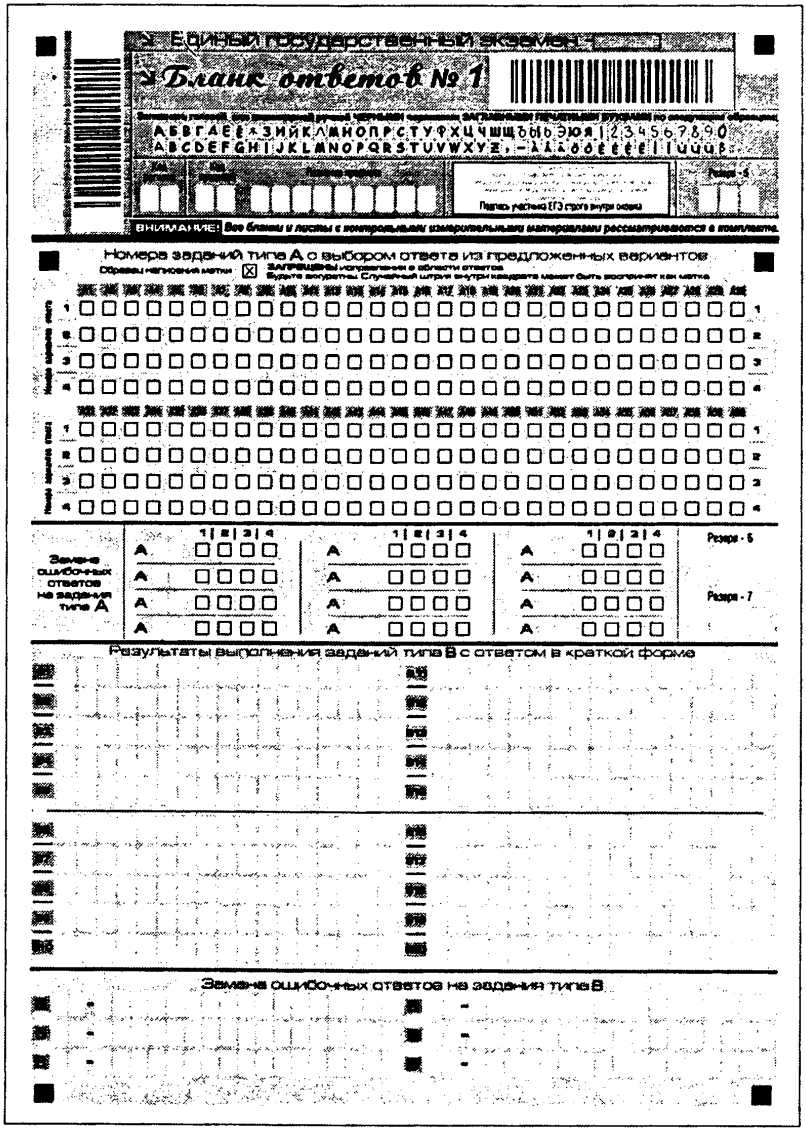


С5. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока $I_m = 50$ мА. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора, измеренные с точностью до 0,1 В в последовательные моменты времени.

t, мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8
U, В	0,0	2,8	4,0	2,8	0,0	−2,8	−4,0	−2,8	0,0

Найдите значение электроёмкости конденсатора.

С6. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп $^{24}_{11}$Na. Активность 1 см^3 этого раствора $a_0 = 2000$ распадов в секунду. Период полураспада изотопа $^{24}_{11}$Na равен $T = 15{,}3$ ч. Через $t = 3$ ч 50 мин активность 1 см^3 крови пациента стала $a = 0{,}28$ распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента $V = 6$ л? Переходом ядер изотопа $^{24}_{11}$Na из крови в другие ткани организма пренебречь.



Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Замена ошибочных ответов на задания типа А

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Бланк ответов № 2

Код региона | Код предмета | Номера проекта

Дополнительный бланк ответов № 2 | Лист № | Подпись

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! *Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.*

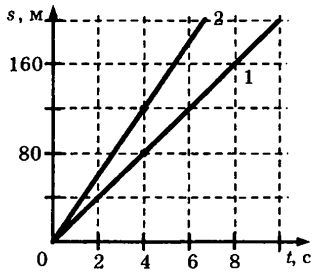
При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Вариант 2

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 в n раз, где n равно



1) 1,5 3) 3
2) 2 4) 2,5

А2. Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны каната действует сила, равная $8 \cdot 10^3$ Н. На канат со стороны груза действует сила,

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

А3. Груз массой 4 кг подвешен к укреплённому в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. Чему равно и куда направлено ускорение лифта?

1) 1 м/с^2, вверх 3) 9 м/с^2, вверх
2) 9 м/с^2, вниз 4) 1 м/с^2, вниз

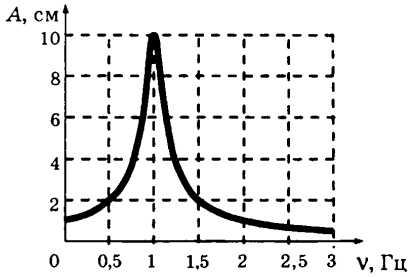
А4. Импульс частицы до столкновения равен $\vec{p}_1$, а после столкновения равен $\vec{p}_2$, причём $p_1 = p$, $p_2 = 2p$, $\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$. Изменение импульса частицы при столкновении Δp равняется по модулю

1) $p\sqrt{5}$ 2) $3p$ 3) $p\sqrt{3}$ 4) p

А5. Какую мощность развивает сила тяги трактора, перемещая прицеп со скоростью 18 км/ч, если она составляет 16,5 кН?

1) 3300 Вт 2) 297000 Вт 3) 916 Вт 4) 82500 Вт

А6. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся гармонических колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты 0,5 Гц к частоте 1,5 Гц?



1) увеличилась в 5 раз
2) осталась без изменений
3) увеличилась в 3 раза
4) увеличилась в 1,5 раза

А7. Какие из приведённых ниже утверждений относятся к модели идеального газа?

А. Размеры молекул пренебрежимо малы.

Б. Учитывается только потенциальная энергия взаимодействия молекул, кинетической энергией теплового движения молекул пренебрегают.

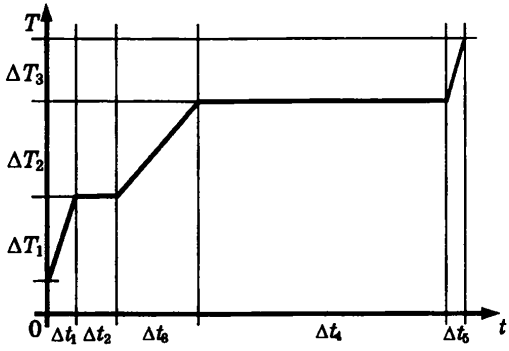
В. Взаимодействием между молекулами пренебрегают.

1) только А 3) только В
2) только Б 4) А и В

А8. Сосуд с идеальным газом сжали, увеличив концентрацию молекул газа в 5 раз. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Следовательно, абсолютная температура газа

1) увеличилась в 2,5 раза
2) увеличилась в 2 раза
3) увеличилась в 10 раз
4) уменьшилась в 2,5 раза

А9. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью P. В момент времени $t = 0$ вода находилась в твёрдом состоянии. Какое из приведённых ниже выражений определяет удельную теплоту парообразования по результатам этого опыта?



1) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

2) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$

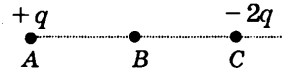
3) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$

4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

А10. Алюминиевый и железный цилиндры одинаковой массы нагрели, что привело к одинаковому изменению температуры каждого цилиндра. Воспользовавшись таблицами, приведёнными в начале варианта, определите отношение количества теплоты, сообщённого алюминиевому цилиндру, к количеству теплоты, сообщённому железному цилиндру, $\frac{Q_{Al}}{Q_{Fe}}$.

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

А11. Точка B находится на середине отрезка AC. Неподвижные точечные заряды $+q$ и $-2q$ расположены в точках A и C соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку C взамен заряда $-2q$, чтобы напряжённость электрического поля в точке B увеличилась в 2 раза?

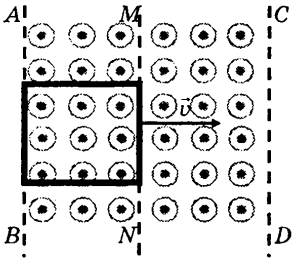


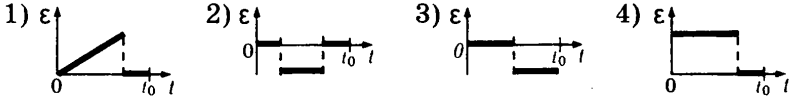
1) $-5q$ 2) $-4q$ 3) $4q$ 4) $5q$

А12. Участок цепи состоит из четырёх последовательно соединённых резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом, 30 Ом и 40 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырём, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

1) 100 Ом 2) 400 Ом 3) 200 Ом 4) 300 Ом

А13. В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью $\vec{v}$, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно силовым линиям магнитного поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD?





А14. Катушка индуктивности подключена к источнику постоянного тока. Как изменится энергия магнитного поля катушки при увеличении силы тока через катушку в 3 раза?

1) уменьшится в 9 раз
2) уменьшится в 3 раза
3) увеличится в 9 раз
4) увеличится в 3 раза

А15. Действительное изображение предмета малых размеров, находящегося на главной оптической оси собирающей линзы, расположено между фокусом и двойным фокусом. При этом предмет расположен

1) между фокусом и линзой
2) за двойным фокусом линзы
3) в двойном фокусе линзы
4) между фокусом и двойным фокусом

А16. На плоскую непрозрачную пластину с узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна из красной части видимого спектра. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается интерференционная картина, содержащая большое число полос. При переходе на монохроматический свет из синей части видимого спектра

1) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
2) интерференционная картина станет невидимой для глаза
3) расстояние между интерференционными полосами не изменится
4) расстояние между интерференционными полосами увеличится

А17. Опыты Э. Резерфорда по рассеянию α-частиц показали, что

А. почти вся масса атома сосредоточена в ядре.
Б. ядро имеет положительный заряд.
Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?
1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

А18. Ядро скандия $^{45}_{21}Sc$ содержит

1) 24 протона и 21 нейтрон
2) 21 протон и 24 нейтрона
3) 21 протон и 45 нейтронов
4) 45 протонов и 21 нейтрон

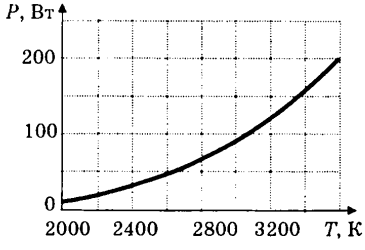
А19. 75% изначально имевшихся ядер радиоактивного изотопа распалось за 1 час. Каков период полураспада этого изотопа?

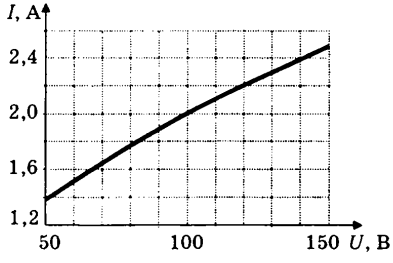
1) 45 мин 2) 30 мин 3) 15 мин 4) 80 мин

А20. При определении плотности вещества ученик измерил массу образца на очень точных электронных весах: $m = 90{,}00$ г. Объём был измерен с использованием мерного цилиндра: $V = (30 \pm 1)$ см^3. На основе этих измерений можно сказать, что, скорее всего, плотность вещества

1) $\rho > 3{,}1$ г/см^3
2) $\rho < 2{,}9$ г/см^3
3) $2{,}9$ г/см$^3 < \rho < 3{,}1$ г/см^3
4) $\rho = 3{,}0$ г/см^3

А21. При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней электрическим током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы от температуры спирали $P = P(T)$ и силы тока от приложенного напряжения $I = I(U)$. При помощи этих графиков определите примерную температуру спирали лампы при силе тока $I = 2$ А.

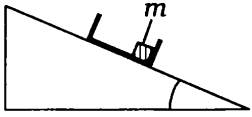




1) 2600 К 2) 3600 К 3) 2000 К 4) 3200 К

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.



В1. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения, ускорение и модуль работы силы трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$? 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.

Время движения	Ускорение	Модуль работы силы трения

В2. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался красный светофильтр, а во второй – жёлтый. В каждом опыте измеряли напряжение запирания.

Как изменяются длина световой волны, напряжение запирания и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой ко второй серии опытов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны	Напряжение запирания	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

В3. В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор её скорости $\vec{v}_0$ перпендикулярен индукции магнитного поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости такой же частицы параллелен напряжённости электрического поля (рис. 2).

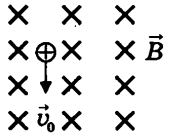


Рис. 1

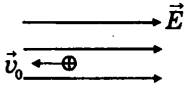


Рис. 2

По каким траекториям движутся частицы в этих установках?

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ	ТРАЕКТОРИЯ
А) в первой установке	1) прямая линия
Б) во второй установке	2) окружность
	3) спираль
	4) парабола

А	Б

B4. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние a от линзы до спирали больше $2F$. Сначала в опыте использовали собирающую линзу, а затем рассеивающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ	СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ
А) линза собирающая	1) действительное, перевёрнутое, уменьшенное
Б) линза рассеивающая	2) мнимое, уменьшенное, прямое
	3) действительное, увеличенное, прямое
	4) мнимое, уменьшенное, перевёрнутое

А	Б

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

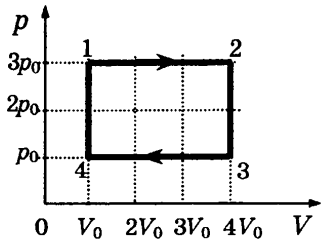
Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4000 км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2. Чему равен радиус планеты?

1) 2500 км 2) 3400 км 3) 3100 км 4) 2800 км

А23. За цикл, показанный на рисунке, газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{нагр}$ = 5,1 кДж. КПД цикла равен $\frac{4}{17}$. Масса газа постоянна. На участке 1—2 газ совершает работу



1) 1,8 кДж
2) 1,2 кДж
3) 3,9 кДж
4) 2,6 кДж

А24. Медный проводник расположен между полюсами постоянного магнита перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Определите площадь поперечного сечения проводника, если сила Ампера, действующая на него, равна 5 Н, модуль вектора магнитной индукции магнитного поля 10 мТл, а напряжение, приложенное к концам проводника, 8,5 В. Удельное сопротивление меди $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм^2/м.

1) 1 мм^2
2) 5 мм^2
3) 10^{-3} мм^2
4) 8,5 мм^2

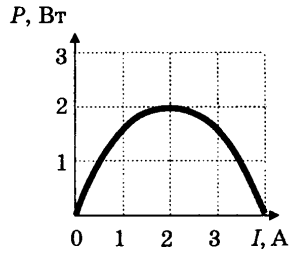
А25. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии (E_1 = −13,6 эВ) поглощает фотон частотой $3{,}7 \cdot 10^{15}$ Гц. С какой скоростью v движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода и кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.

1) 380 км/с
2) 760 км/с
3) 80 км/с
4) 1530 км/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением $r = 0{,}5$ Ом и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением R. При изменении сопротивления нагрузки изменяется сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на нагрузке. На рисунке представлен график изменения мощности, выделяющейся на нагрузке, в зависимости от силы тока в цепи.



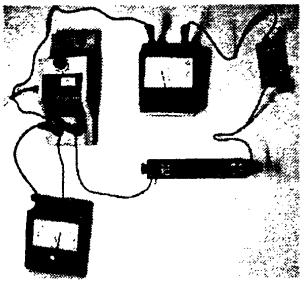
Используя известные физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от силы тока является параболой. Чему равна ЭДС батареи?

Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. С высоты H над землёй из состояния покоя начинает свободно падать стальной шарик, который через время $t = 0{,}4$ с сталкивается с плитой, наклонённой под углом 30° к горизонту. После абсолютно упругого удара он движется по траектории, верхняя точка которой находится на высоте $h = 1{,}4$ м над землёй. Чему равна высота H? Сделайте схематический рисунок, поясняющий решение.

С3. Относительная влажность воздуха при $t = 36$ °С составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре $p_н = 5945$ Па. Какая масса пара содержится в 1 м^3 этого воздуха?

С4. При изучении закона Ома для полной электрической цепи ученик исследовал зависимость напряжения на полюсах источника тока от силы тока во внешней цепи (см. рисунок).

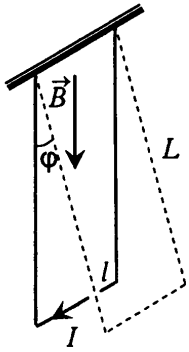


Внутреннее сопротивление источника не зависит от силы тока. Сопротивление вольтметра велико, сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

При силе тока в цепи 1 А вольтметр показывал напряжение 4,4 В, а при силе тока 2 А – напряжение 3,3 В.

Определите, какую силу тока покажет амперметр при показаниях вольтметра, равных 1,0 В.

С5. Металлический стержень длиной $l = 0{,}1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0{,}1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



С6. Фотокатод с работой выхода $4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 2 см. Какова частота ν падающего света?

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1

Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - Ä Ö Ü É È Ê Ë Ï Ì Ù Û SS

Код региона | Код предмета | Название предмета | Подпись участника ЕГЭ строго внутри экзамена | Резерв - 5

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания метки ☒ ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов. Будьте аккуратны. Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка.

Номер варианта части	А1	А2	А3	А4	А5	А6	А7	А8	А9	А10	А11	А12	А13	А14	А15	А16	А17	А18	А19	А20	А21	А22	А23	А24	А25	А26	А27	А28	А29	А30	
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4

Номер варианта части	А31	А32	А33	А34	А35	А36	А37	А38	А39	А40	А41	А42	А43	А44	А45	А46	А47	А48	А49	А50	А51	А52	А53	А54	А55	А56	А57	А58	А59	А60	
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4

Замена ошибочных ответов на задания типа А

	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	Резерв - 6
А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	
А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	Резерв - 7
А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	А	☐	☐	☐	☐	

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

В1		В11	
В2		В12	
В3		В13	
В4		В14	
В5		В15	
В6		В16	
В7		В17	
В8		В18	
В9		В19	
В10		В20	

Замена ошибочных ответов на задания типа В

В	-	В	-
В	-	В	-
В	-	В	-

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Лист 0

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Основная надпись перепишется по нулям.

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Вариант 3

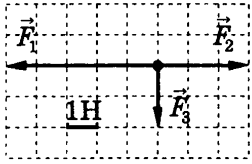
ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. Тело начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением 4 м/с^2. Через 2 с его скорость будет равна

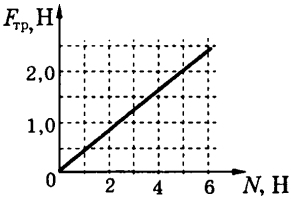
1) 8 м/с
2) 10 м/с
3) 4 м/с
4) 2 м/с

А2. На рисунке в заданном масштабе показаны силы, действующие на материальную точку. Модуль равнодействующей этих сил равен



1) 4 Н
2) $2\sqrt{2}$ Н
3) 3 Н
4) $\sqrt{6}$ Н

А3. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска от силы нормального давления опоры на брусок получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен

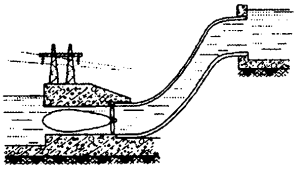


1) 0,1
2) 0,3
3) 0,4
4) 0,2

А4. Лифт движется вверх равнозамедленно с ускорением, равным по модулю a. С какой силой действует на пол лифта тело массой M?

1) $M(g + a)$
2) Ma
3) Mg
4) $M(g - a)$

А5. При работе гидроаккумулирующих электростанций ночью за счёт избытка электроэнергии вода закачивается насосами в водоём на возвышенности, а днём вода течёт из водоёма вниз и насосы выполняют роль гидротурбин. На какую высоту необходимо закачать $2{,}5 \cdot 10^6$ т воды, чтобы её запаса хватило для выработки $2{,}5 \cdot 10^{12}$ Дж энергии? Потерями энергии пренебречь.

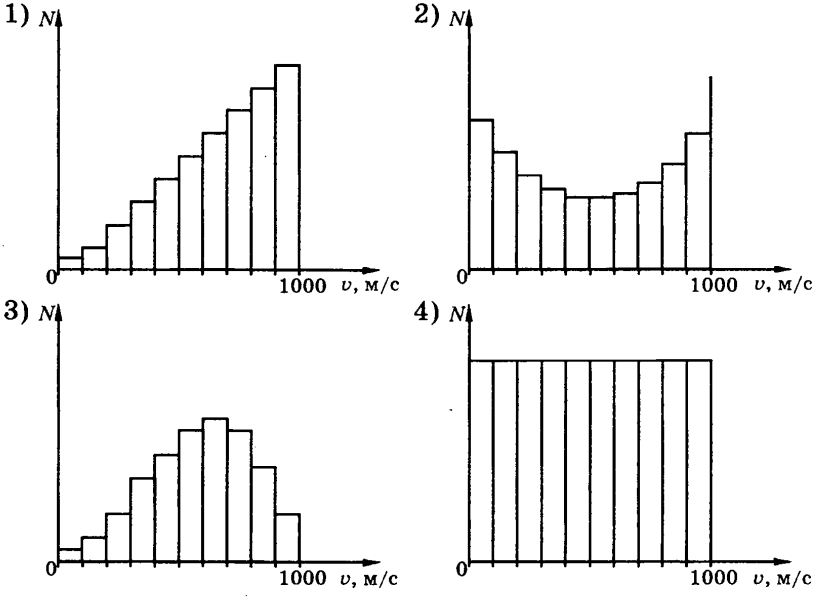


1) 50 м 2) 28 м 3) 100 м 4) 10 м

А6. Сигнал гидролокатора подводной лодки, отразившись от цели, отстоящей от неё на 3 км, зарегистрирован через 4 с после его подачи. Частота колебаний в волне от гидролокатора 10 кГц. Определите длину звуковой волны в воде.

1) 3,75 см 2) 15 см 3) 30 см 4) 7,5 см

А7. В опытах Штерна по определению скоростей атомов в парах серебра подсчитывали число частиц N, модуль скорости которых попадает в определённые одинаковые интервалы Δv от 0 до 1000 м/с. Какой рисунок соответствует результатам опытов?



А8. Первоначальное давление газа в сосуде равнялось p_0. Увеличив объём сосуда, концентрацию молекул газа уменьшили в 3 раза и одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. В результате этого давление p газа в сосуде стало равным

1) $\frac{4}{3}p_0$ 2) $2p_0$ 3) $\frac{2}{3}p_0$ 4) $\frac{1}{3}p_0$

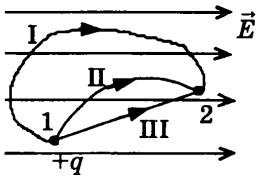
А9. Какой вид теплопередачи сопровождается переносом вещества?

1) только теплопроводность
2) теплопроводность, конвекция и излучение
3) только излучение
4) только конвекция

А10. Газу передали изохорно количество теплоты 300 Дж. Как изменилась его внутренняя энергия в этом процессе?

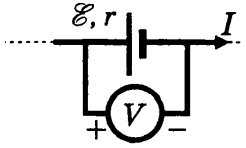
1) увеличилась на 300 Дж
2) увеличилась на 600 Дж
3) уменьшилась на 600 Дж
4) уменьшилась на 300 Дж

А11. Положительный заряд перемещается в однородном электростатическом поле из точки 1 в точку 2 по разным траекториям. Работа сил электростатического поля



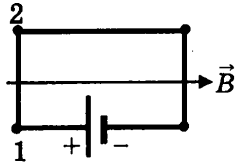
1) максимальна в случае перемещения по траектории I
2) не совершается в случае перемещения по траектории II
3) минимальна в случае перемещения по траектории III
4) одинакова при перемещении по всем траекториям

А12. Вольтметр подключён к клеммам источника тока с ЭДС $\mathscr{E} = 3$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. Через источник течёт ток $I = 2$ А (см. рисунок). Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?



1) 5 Дж 3) 4 Дж
2) 1 Дж 4) 3 Дж

А13. Электрическая цепь, состоящая из прямолинейных горизонтальных проводников и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2?



1) вертикально вниз, от читателя ⊗
2) горизонтально вправо →
3) горизонтально влево ←
4) вертикально вверх, к читателю ⊙

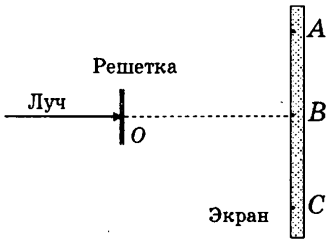
А14. Выберите среди приведённых примеров электромагнитное излучение с минимальной длиной волны.

1) рентгеновское
2) ультрафиолетовое
3) инфракрасное
4) видимое

А15. Фокусное расстояние тонкой собирающей линзы равно F. Предмет малых размеров расположен на её главной оптической оси на расстоянии $2{,}5F$ от неё. Изображение предмета находится от линзы на расстоянии

1) $\frac{4}{3}F$ 2) $\frac{5}{3}F$ 3) $\frac{1}{3}F$ 4) $\frac{2}{3}F$

А16. Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку, образуя дифракционную картину на экране (см. рисунок). При повороте решётки на 30° вокруг оси OB против часовой стрелки картина на экране



1) повернётся на 30° в противоположную сторону
2) не повернётся
3) повернётся на 60° в противоположную сторону
4) повернётся на 30° в ту же сторону

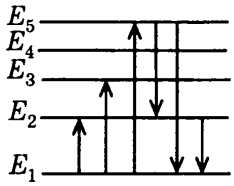
А17. В таблице приведены значения энергии для второго и четвёртого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	– 5,45
4	– 1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе с четвёртого уровня на второй?

1) $4{,}09 \cdot 10^{-19}$ Дж
2) $6{,}81 \cdot 10^{-19}$ Дж
3) $5{,}45 \cdot 10^{-19}$ Дж
4) $1{,}36 \cdot 10^{-19}$ Дж

А18. На рисунке представлен фрагмент диаграммы энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается излучением фотона с максимальной энергией?



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

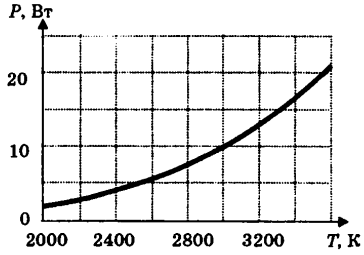
А19. В результате столкновения ядра бора $^{11}_{5}B$ и α-частицы образуется нейтрон и ядро

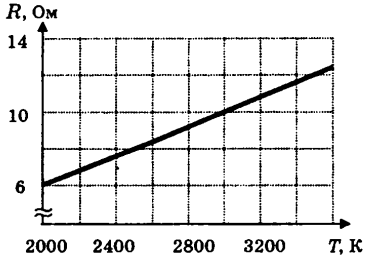
1) $^{10}_{5}B$
2) $^{15}_{7}N$
3) $^{14}_{7}N$
4) $^{12}_{6}C$

А20. При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нём: $U = (4{,}6 \pm 0{,}2)$ В. Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь: $I = 0{,}500$ А. По результатам этих измерений можно сделать вывод, что, скорее всего, сопротивление резистора

1) $R < 8{,}8$ Ом
2) $R = 9{,}2$ Ом
3) 8,8 Ом $< R <$ 9,6 Ом
4) $R > 9{,}6$ Ом

А21. При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы $P = P(T)$ и сопротивления спирали $R = R(T)$ от температуры. При помощи этих графиков определите напряжение, приложенное к спирали, при температуре $T = 2500$ К.



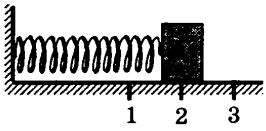


1) 6,3 В 2) 10,3 В 3) 12,0 В 4) 5,0 В

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника, потенциальная энергия и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



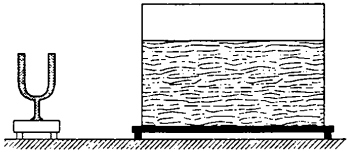
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Потенциальная энергия пружины маятника	Жёсткость пружины

В2. На демонстрационном столе в кабинете физики стоят камертон на 440 Гц и аквариум с водой. Учитель ударил молоточком по ножке камертона.



Как изменятся скорость звуковой волны, частота колебаний и длина волны при переходе звука из воздуха в воду?

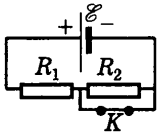
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Скорость звуковой волны	Частота колебаний	Длина волны

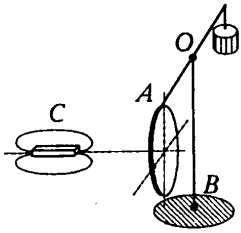
В3. На рисунке показана цепь постоянного тока. Сопротивления обоих резисторов одинаковы и равны R. Внутренним сопротивлением источника тока можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ($\mathscr{E}$ — ЭДС источника тока). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) тепловая мощность на резисторе R_1 при замкнутом ключе К	1) $\frac{\mathscr{E}^2}{2R}$
Б) тепловая мощность на резисторе R_1 при разомкнутом ключе К	2) $\frac{\mathscr{E}^2}{R}$
	3) $\frac{2\mathscr{E}^2}{R}$
	4) $\frac{\mathscr{E}^2}{4R}$

А	Б

B4. Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси *OB* под действием движущегося магнита *C*. Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце.



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

МАГНИТ	ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ
А) движется по направлению к кольцу, северный полюс обращён к кольцу	1) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт по часовой стрелке
Б) движется по направлению к кольцу, к кольцу обращён южный полюс	2) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт против часовой стрелки
	3) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт по часовой стрелке
	4) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт против часовой стрелки

А	Б

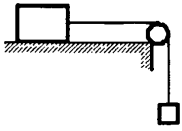
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой 0,9 кг, соединённый с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Натяжение вертикальной части нити равно

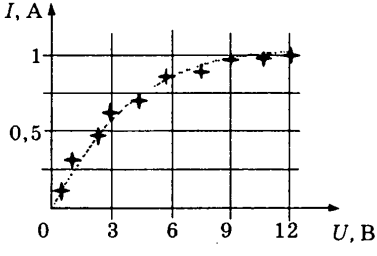


1) 3,6 Н 2) 2,7 Н 3) 2,25 Н 4) 3,0 Н

А23. При постоянном давлении гелий нагрели, в результате чего он совершил работу 5 кДж. Масса гелия 0,04 кг. На какую величину увеличилась температура газа?

1) 15 К 2) 25 К 3) 3 К 4) 60 К

А24. На рисунке изображён результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы соединили последовательно и подключили к аккумулятору напряжением 12 В. Какова приблизительно суммарная мощность, потребляемая этими лампами?



1) $P = 6$ Вт 2) $P = 3$ Вт 3) $P = 5$ Вт 4) $P = 10$ Вт

А25. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

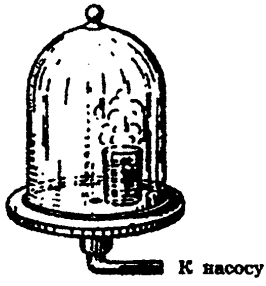
1) 1 мкКл 2) 4 мкКл 3) 6 мкКл 4) 9 мкКл

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

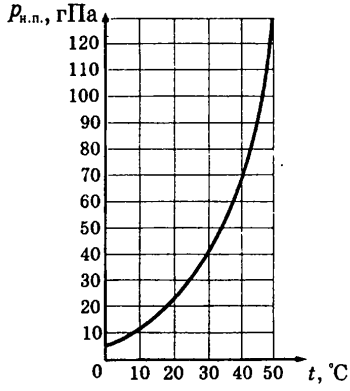
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. 1 *а*), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало.

Используя график зависимости давления *насыщенного пара* от температуры (рис. 1 *б*), укажите, какое давление воздуха нужно создать под колоколом насоса, чтобы вода закипела при 40 °С. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



а

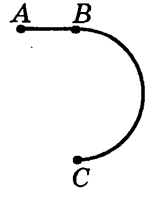


б

Рис. 1

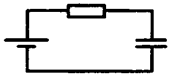
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Стартуя из точки *A* (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки *B*, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки *C*. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок *BC*, больше, чем на участок *AB*, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория *BC* — полуокружность.

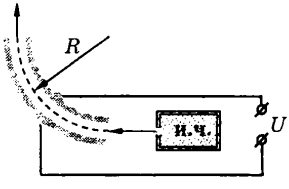


С3. Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре 1,8 кг сухих дров, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды 10 °С, удельная теплота сгорания сухих дров $\lambda = 8{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

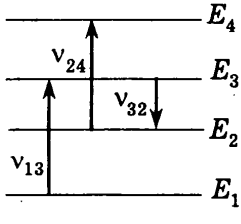
С4. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл? Потерями на излучение пренебречь.



С5. На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и. ч.) влетают, как показано на рисунке, ионы с зарядом e. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м. При каком значении кинетической энергии ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



С6. На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями E_1, E_2, E_3 и E_4, если $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц?



Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Замена ошибочных ответов на задания типа А

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Лист №

Перенесите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на вопросы 1 типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая размеры строчек.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия выполнения: Черновик: нет, черновик.

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

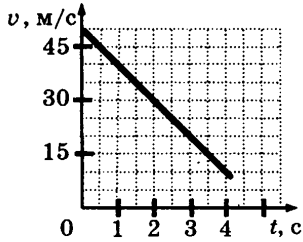
При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Вариант 4

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. На графике приведена зависимость скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Определите модуль ускорения тела.



1) 10 м/с^2 3) 15 м/с^2
2) 5 м/с^2 4) 12,5 м/с^2

А2. Ящик затаскивают вверх по наклонной плоскости с постоянной скоростью. Система отсчёта, связанная с наклонной плоскостью, является инерциальной. В этом случае сумма всех сил, действующих на ящик,

1) равна нулю
2) направлена в сторону движения ящика
3) направлена перпендикулярно наклонной плоскости
4) направлена в сторону, противоположную движению ящика

А3. Камень массой 100 г брошен под углом 45° к горизонту с начальной скоростью $\upsilon = 10$ м/с. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

1) 0 3) 1,0 Н
2) 1,7 Н 4) 2,0 Н

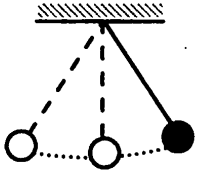
А4. На тело, движущееся прямолинейно в одном направлении в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная сила, равная 2 Н. За какое время изменение импульса тела составит 4 кг · м/с?

1) 2 с 3) 6 с
2) 8 с 4) 12 с

А5. Шарик массой 150 г начинает падать с высоты 20 м из состояния покоя. Какова его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

1) 54 Дж
2) 24 Дж
3) 30 Дж
4) 42 Дж

А6. Математический маятник с периодом колебаний T отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет минимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



1) $\frac{1}{2}T$
2) T
3) $\frac{1}{8}T$
4) $\frac{1}{4}T$

А7. Броуновское движение частиц пыльцы в воде объясняется

1) хаотичностью химических реакций на поверхности частиц
2) непрерывностью и хаотичностью теплового движения молекул воды
3) существованием сил притяжения и отталкивания между атомами в молекулах
4) наличием питательных веществ в воде

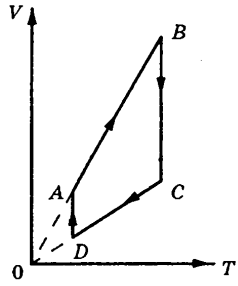
А8. Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Как надо изменить абсолютную температуру газа, чтобы уменьшить его объём в 4 раза?

1) повысить в 16 раз
2) повысить в 4 раза
3) понизить в 16 раз
4) понизить в 4 раза

А9. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

1) уменьшилась в 2 раза
2) не изменилась
3) увеличилась в 2 раза
4) увеличилась в 4 раза

А10. На рисунке приведён график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом. Количество вещества газа в ходе процесса не менялось. На каком из участков внутренняя энергия газа уменьшалась?

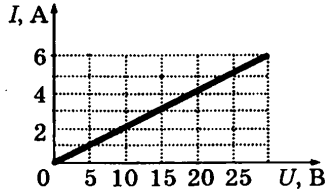


1) DA
2) CD
3) BC
4) AB

А11. Пылинка, имевшая отрицательный заряд $-2e$, потеряла один электрон. Каким стал заряд пылинки?

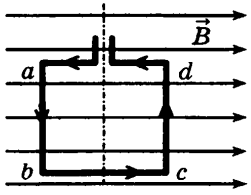
1) $+3e$
2) $-e$
3) $-3e$
4) $+e$

А12. На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



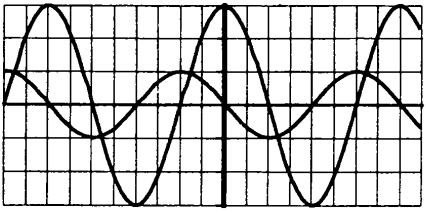
1) 5 Ом
2) 4 Ом
3) 0,25 Ом
4) 20 Ом

А13. Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции (см. рисунок). Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону bc рамки со стороны внешнего магнитного поля $\vec{B}$?



1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас ⊗
2) вдоль направления линий магнитной индукции →
3) сила равна нулю
4) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам ⊙

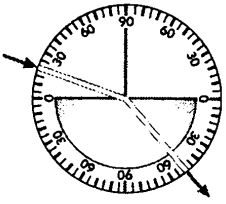
А14. На рисунке приведены осциллограммы напряжений на двух различных элементах электрической цепи переменного тока.



Колебания этих напряжений имеют

1) одинаковые периоды, но различные амплитуды
2) различные периоды, но одинаковые амплитуды
3) различные периоды и различные амплитуды
4) одинаковые периоды и одинаковые амплитуды

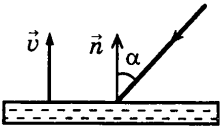
А15. На рисунке представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведённой таблицей, определите показатель преломления вещества.



угол α	20°	40°	50°	70°
sin α	0,34	0,64	0,78	0,94

1) 1,47 3) 2,29
2) 1,88 4) 1,22

А16. На зеркало, движущееся в вакууме относительно инерциальной системы отсчёта (ИСО) со скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок), падает луч синего света. Какова скорость света в этой ИСО после отражения от зеркала, если угол падения равен 60°? Скорость света от неподвижного источника в вакууме равна c.



1) $\sqrt{\left(\frac{c}{2}+2v\right)^2+\frac{3}{4}c^2}$
2) c
3) $c+2v$
4) $c-2v$

А17. Как нужно изменить частоту световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 1,5 раза?

1) уменьшить в 1,5 раза
2) увеличить в 1,5 раза
3) уменьшить в 2,25 раза
4) увеличить в 2,25 раза

А18. Каков заряд ядра $^{11}_{5}B$ (в единицах элементарного заряда)?

1) 5 2) 11 3) 16 4) 6

А19. Какая частица X образуется в реакции

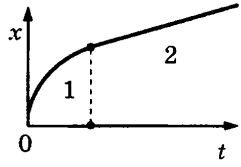
$$^{7}_{3}Li + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{10}_{5}B + X?$$

1) электрон
2) нейтрон
3) α-частица
4) протон

А20. Чтобы рассчитать в равновесном состоянии плотность ρ разреженного газа с известной молярной массой μ, достаточно знать значение универсальной газовой постоянной и измерить

1) давление газа p и его объём V
2) массу газа m и его температуру T
3) температуру газа T и его объём V
4) давление газа p и его температуру T

А21. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика можно утверждать, что



1) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 — увеличивается
2) на участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 — уменьшается
3) на участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна
4) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 — остаётся неизменным

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (B1—B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия, его давление и объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия

B2. Монохроматический свет с энергией фотонов $E_ф$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{зап}$. Как изменятся длина волны λ падающего света, модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ и длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_ф$ увеличится?

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.

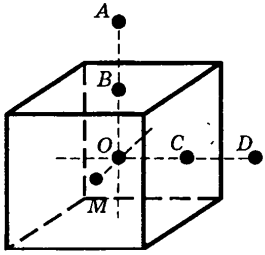
Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{зап}$	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{кр}$

В3. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν, длина световой волны в воде — λ, показатель преломления воды относительно воздуха — n. 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) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) скорость света в воде	2) $\frac{\lambda}{\nu}$
	3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
	4) $\frac{\lambda}{\nu} \cdot n$

А	Б

В4. На неподвижном проводящем уединённом кубике находится заряд Q. Точка O — центр кубика, точки B и C — центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A равен E_A. Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке D и в точке M?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ
А) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке D	1) 0
Б) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке M	2) E_A
	3) $4E_A$
	4) $16E_A$

А	Б

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Автомобиль с выключенным двигателем проехал 50 м вниз по дороге, проложенной под углом 30° к горизонту. При этом его скорость достигла 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

1) 30 м/с 2) 24 м/с 3) 10 м/с 4) 20 м/с

А23. В баллоне объёмом 1,66 м^3 находится 2 кг молекулярного кислорода при давлении 10^5 Па. Какова температура кислорода?

1) 160 К 2) 640 К 3) 831 К 4) 320 К

А24. В области пространства, где находится частица с массой 10^{-6} г и зарядом $5 \cdot 10^{-13}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряжённостью $2 \cdot 10^5$ В/м. За какое время частица переместится на расстояние 4,5 см по горизонтали, если её начальная скорость равна нулю?

1) 0,95 с 2) 0,42 с 3) 0,03 с 4) 0,095 с

А25. В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии E_{max} фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны λ.

λ	λ_0	?
E_{max}	E_0	$7E_0$

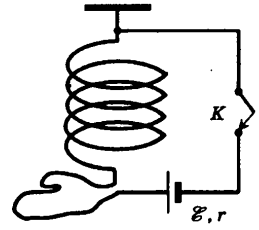
Работа выхода $A_{вых}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода равна $2E_0$. Чему равно пропущенное в таблице значение λ?

1) $\frac{1}{3}\lambda_0$ 2) $\frac{1}{5}\lambda_0$ 3) $\frac{1}{6}\lambda_0$ 4) $\frac{1}{7}\lambda_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

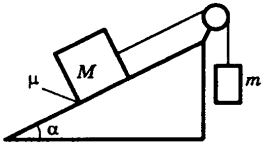
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Мягкая пружина из нескольких крупных витков провода подвешена к потолку. Верхний конец пружины подключается к источнику тока через ключ К, а нижний — с помощью достаточно длинного мягкого провода (см. рисунок). Как изменится длина пружины через достаточно большое время после замыкании ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Эффектами, связанными с нагреванием провода, пренебречь.



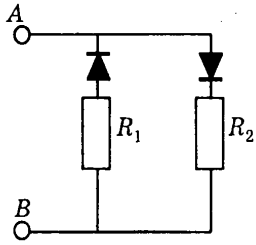
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30°$, коэффициент трения $\mu = 0{,}3$). Чему равно максимальное значение массы m, при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя?



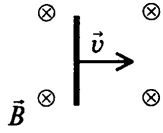
С3. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0$ °С. Если сообщить ему количество теплоты Q, то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20$ °С. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

С4. В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A — положительного, а к точке B — отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая в цепи мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая в цепи мощность равна 14,4 Вт.

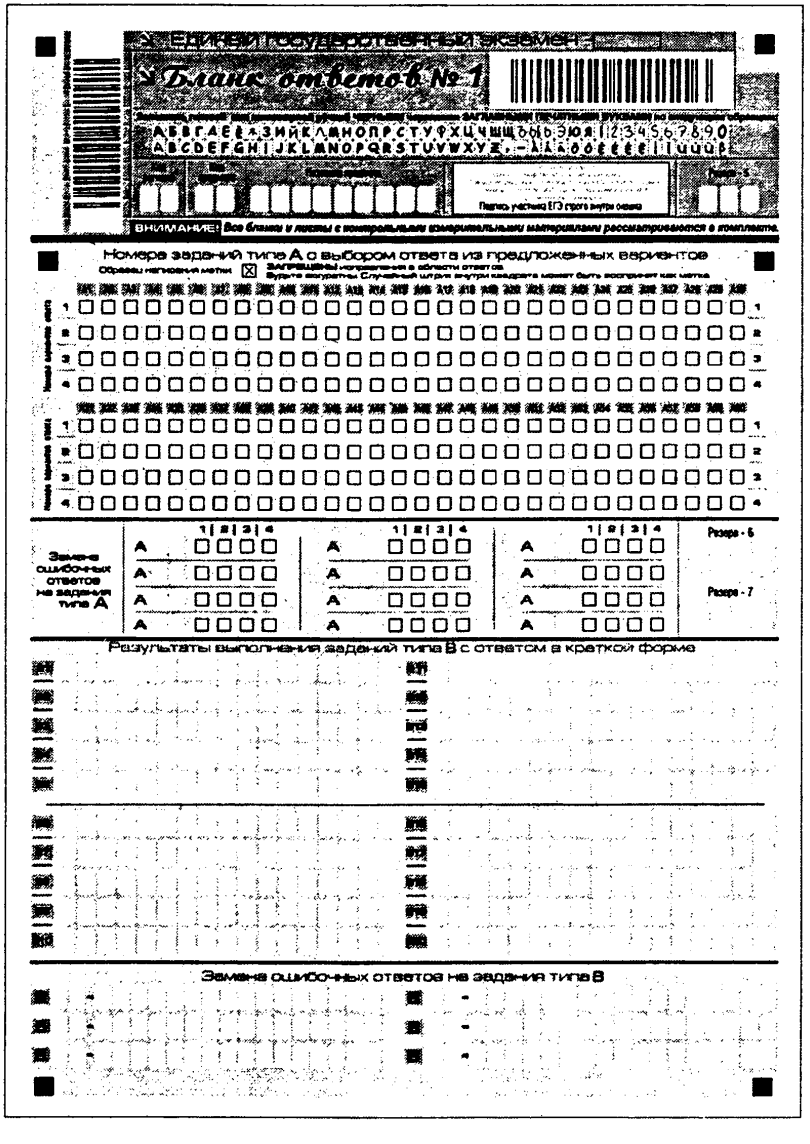


Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.

С5. Проводник длиной 1 м движется равноускоренно в однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). Начальная скорость движения проводника 4 м/с. Значение ЭДС индукции в этом проводнике в конце перемещения на расстояние 1 м равно 3 В. Чему равно ускорение, с которым движется проводник в магнитном поле?



С6. Покоящийся атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13{,}6$ эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны $\lambda = 80$ нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.



ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Бланк ответов № 1

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Замена ошибочных ответов на задания типа А

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Код региона | Код предмета | Название предмета

Резерв - 1

Дополнительный бланк ответов № 2

Лист № 1

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" на БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задания переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! *Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.*

При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Вариант 5

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. Четыре тела двигались по оси Ox. В таблице представлена зависимость их координат от времени.

t, с	0	1	2	3	4	5
x_1, м	0	2	4	6	8	10
x_2, м	0	0	0	0	0	0
x_3, м	0	1	4	9	16	25
x_4, м	0	2	0	−2	0	2

У какого из тел скорость могла быть постоянна и отлична от нуля?

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

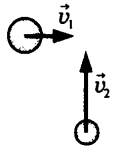
А2. Шарик движется по окружности радиусом r со скоростью v. Как изменится его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив модуль скорости шарика прежним?

1) увеличится в 3 раза
2) уменьшится в 3 раза
3) увеличится в 9 раз
4) уменьшится в 9 раз

А3. У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 120 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии трёх лунных радиусов от её центра?

1) 0 Н
2) 39 Н
3) 21 Н
4) 13 Н

А4. Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



1) → 2) ↘ 3) ↗ 4) ↑

А5. Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 5 м/с, а у подножия горки она равнялась 15 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

1) 7,5 м 2) 10 м 3) 15 м 4) 20 м

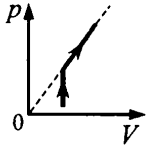
А6. Мужской голос баритон занимает частотный интервал от $\nu_1 = 100$ Гц до $\nu_2 = 400$ Гц. Отношение длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, соответствующих границам этого интервала, равно

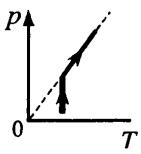
1) 0,5 2) $\sqrt{2}$ 3) 0,25 4) 4

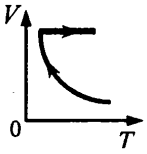
А7. В результате охлаждения идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 3 раза. Абсолютная температура газа при этом

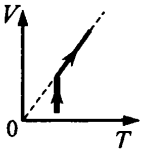
1) увеличилась в 3 раза
2) уменьшилась в $\sqrt{3}$ раз
3) увеличилась в $\sqrt{3}$ раз
4) уменьшилась в 3 раза

А8. Один моль разреженного газа сначала изотермически сжимали, а затем изохорно нагревали. На каком из рисунков изображён график этих процессов?

1)


2)


3)


4)


А9. Вода может испаряться

1) только при кипении
2) только при нагревании
3) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является ненасыщенным
4) при любой температуре, если пар в воздухе над поверхностью воды является насыщенным

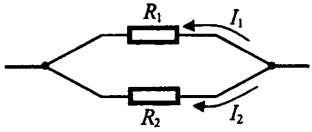
А10. Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. Внутренняя энергия газа

1) увеличилась на 16 Дж
2) уменьшилась на 16 Дж
3) увеличилась на 4 Дж
4) уменьшилась на 4 Дж

А11. Два неподвижных точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами, равными по модулю 9 мкН. Каким станет модуль сил взаимодействия между зарядами, если, не меняя расстояние между ними, увеличить модуль каждого из них в 3 раза?

1) 1 мкН
2) 3 мкН
3) 27 мкН
4) 81 мкН

А12. Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах $I_1 = 0{,}8$ А, $I_2 = 0{,}2$ А. Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение

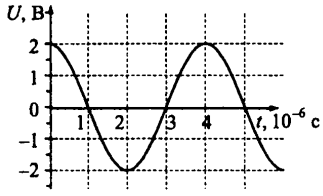


1) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$
2) $R_1 = 4R_2$
3) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$
4) $R_1 = 2R_2$

А13. С использованием основного закона электромагнитной индукции ($\mathscr{E}_{инд} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$) можно объяснить

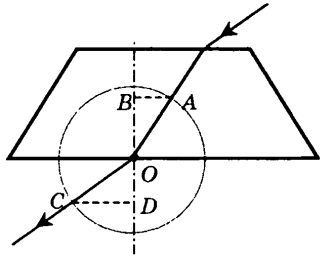
1) взаимодействие двух параллельных проводов, по которым идёт ток
2) отклонение магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника с током параллельно ему
3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней
4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

А14. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от $2 \cdot 10^{-6}$ с до $3 \cdot 10^{-6}$ с?



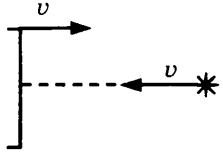
1) энергия магнитного поля катушки уменьшается от максимального значения до 0
2) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора
3) энергия электрического поля конденсатора увеличивается от 0 до максимального значения
4) энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки

А15. На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Если точка O — центр окружности, то показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков



1) $\frac{CD}{AB}$
2) $\frac{AB}{CD}$
3) $\frac{OB}{OD}$
4) $\frac{OD}{OB}$

А16. В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c. Если источник света и зеркало движутся навстречу друг другу со скоростями, равными по модулю v (см. рисунок), то скорость отражённого света в инерциальной системе отсчёта, связанной с источником, равна

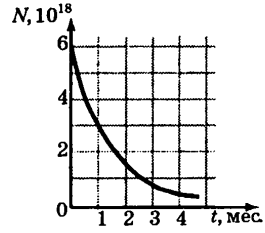


1) $c - 2v$
2) c
3) $c + 2v$
4) $c\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

А17. Атом бора $^{8}_{5}B$ содержит

1) 8 протонов, 5 нейтронов и 13 электронов
2) 8 протонов, 13 нейтронов и 8 электронов
3) 5 протонов, 3 нейтрона и 5 электронов
4) 5 протонов, 8 нейтронов и 13 электронов

А18. Дан график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Период полураспада этого изотопа —



1) 1 месяц
2) 2 месяца
3) 3 месяца
4) 4 месяца

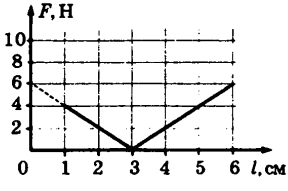
А19. Радиоактивный полоний $^{216}_{84}Po$, испытав один α-распад и два электронных β-распада, превратился в изотоп

1) свинца $^{212}_{82}Pb$
2) полония $^{212}_{84}Po$
3) висмута $^{212}_{83}Bi$
4) таллия $^{208}_{81}Tl$

А20. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

1) 21 °C
2) 22 °C
3) 275 К
4) 295 К

А21. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам опыта?

А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 7 см.

Б. Жёсткость пружины равна 200 Н/м.

1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (B1—B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. В сосуде под поршнем находится фиксированное количество идеального газа. Если при нагревании газа его давление остаётся постоянным, то как изменятся величины: объём газа, его плотность и внутренняя энергия?

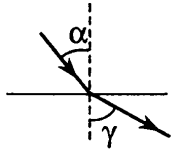
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Объём газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

B2. Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

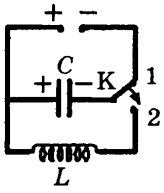


1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

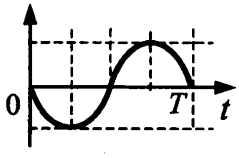
Частота	Скорость	Длина волны

В3. Конденсатор колебательного контура подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после переведения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

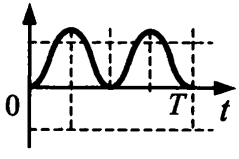


ГРАФИКИ

А)



Б)

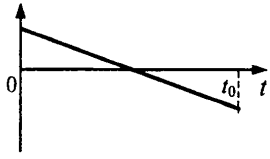


ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд левой обкладки конденсатора
2) энергия электрического поля конденсатора
3) сила тока в катушке
4) энергия магнитного поля катушки

А	Б

В4. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью $\vec{v}$ (см. рисунок). 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
А) 	1) координата y шарика 2) проекция скорости шарика v_y 3) проекция ускорения шарика a_y 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик
Б) 	

А	Б

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, совершает поворот по дуге окружности. Каков минимальный радиус этой окружности при коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу 0,4 и скорости автомобиля 10 м/с?

1) 25 м 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

А23. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 20 °С находится $1{,}12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

t, °С	16	17	18	19	20	21	22	23
ρ, 10^{-2}, кг/м^3	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06

1) 100% 2) 75% 3) 65% 4) 55%

А24. Две частицы, имеющие отношения зарядов $\frac{q_2}{q_1} = 2$ и масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$, движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц $\frac{W_2}{W_1}$ в один и тот же момент времени после начала движения.

1) 1 2) 2 3) 8 4) 4

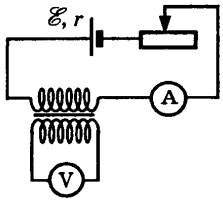
А25. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать ее светом частоты $3 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны уменьшили в 4 раза, увеличив в 2 раза интенсивность светового пучка. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

1) осталось приблизительно таким же
2) уменьшилось в 2 раза
3) оказалось равным нулю
4) уменьшилось в 4 раза

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

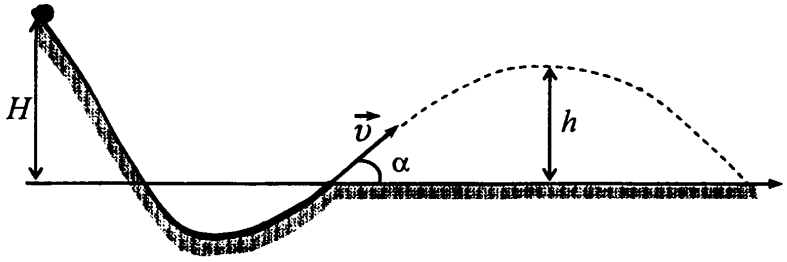
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с $\mathscr{E}$.



Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под таким углом к горизонту, что дальность его полёта максимальна. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полёта h на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



С3. Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0 °С. (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

С4. Полый шарик массой $m = 0{,}4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45°$. Чему равен модуль напряжённости электрического поля E?

C5. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,2 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

C6. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1{,}9$ В. Определите длину волны λ.

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1

Заполнять только черной или синей ручкой чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - Ä Å Ą Ö Ø Ę Ę Ę Ę Ì Ì Ù Ù Ù Ù

Код региона | Код предмета | Название предмета | Резерв - 6

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания меток ☒ ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов. Будьте аккуратны. Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка.

Номер варианта (КИМ)

Замена ошибочных ответов на задания типа А

Резерв - 6

Резерв - 7

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Код региона | Код предмета | Номер варианта

Дополнительный бланк ответов № 2

Бланк № | 0

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку строк.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, С1.
Условия задачи переписывать не нужно.

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.

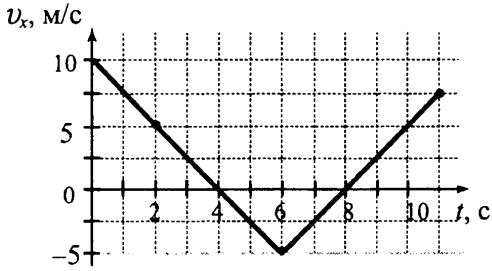
При недостатке места для ответа используйте оборотную сторону бланка

Вариант 6

ЧАСТЬ 1

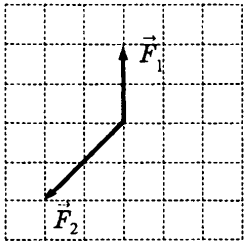
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

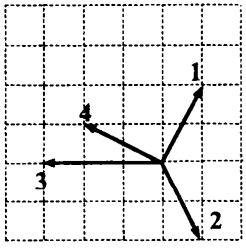
А1. Тело движется по оси x. По графику зависимости проекции скорости тела v_x от времени t установите, какой путь прошло тело за время от $t_1 = 0$ до $t_2 = 4$ с.



1) 10 м
2) 15 м
3) 45 м
4) 20 м

А2. На тело в инерциальной системе отсчёта действуют две силы. Какой из векторов, изображённых на правом рисунке, правильно указывает направление ускорения тела в этой системе отсчёта?



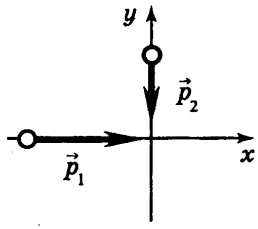


1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

А3. Пружина с жёсткостью $k = 10^4$ Н/м под действием силы 1000 Н растянется на

1) 1 м
2) 1 см
3) 10 см
4) 1 мм

А4. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 3$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



1) 1 кг·м/с
2) 4 кг·м/с
3) 5 кг·м/с
4) 7 кг·м/с

А5. Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности диаметром $D = 20$ м с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3{,}0$ кДж. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли?

1) 150 Н
2) 48 Н
3) 24 Н
4) 0

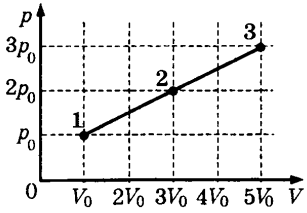
А6. Звуковой сигнал, отразившись от препятствия, вернулся обратно к источнику через 5 с после его испускания. Каково расстояние от источника до препятствия, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

1) 850 м
2) 425 м
3) 3400 м
4) 1700 м

А7. В комнате в одном сосуде находится водород, а в другом — азот. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

1) температуры
2) объёма
3) массы
4) концентрации частиц

А8. На рисунке показан график процесса, проведённого над 1 молем идеального газа. Найдите отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$.

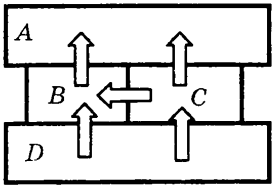


1) 6
2) 5
3) 3
4) 15

А9. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Относительная влажность воздуха стала

1) 120%
2) 100%
3) 60%
4) 30%

А10. Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Температуры брусков в данный момент 100 °С, 80 °С, 60 °С, 40 °С. Температуру 60 °С имеет брусок

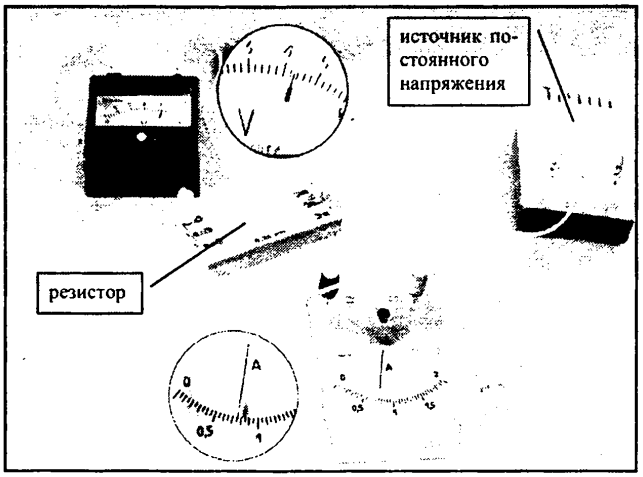


1) *A*
2) *B*
3) *C*
4) *D*

А11. Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Модуль сил электростатического взаимодействия между ними

1) не изменился
2) уменьшился в 3 раза
3) увеличился в 3 раза
4) уменьшился в 27 раз

А12. На рисунке приведена фотография электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на резисторе. Для того чтобы через резистор протекал ток силой 1 А, напряжение на нём должно быть равно



1) 0,2 В
2) 3,4 В
3) 5,7 В
4) 7,6 В

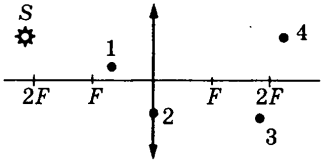
А13. Прямолинейный проводник длиной L с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

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

А14. В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, ёмкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

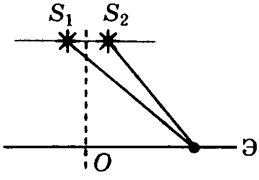
1) L_1 и C_1 2) L_2 и C_2 3) L_2 и C_1 4) L_1 и C_2

А15. Изображением точки S, которое даёт тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F (см. рисунок), является точка



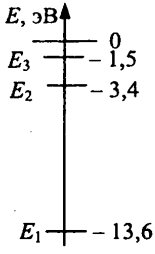
1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

А16. Два точечных источника света S_1 и S_2 находятся близко друг от друга и создают на удалённом экране Э устойчивую интерференционную картину (см. рисунок). Это возможно, если S_1 и S_2 — малые отверстия в непрозрачном экране, освещённые



1) каждое своим солнечным зайчиком от зеркал в руках человека
2) одно — лампочкой накаливания, а второе — горящей свечой
3) одно — синим светом, а другое — красным светом
4) светом от одного и того же точечного источника

А17. На рисунке представлены несколько самых нижних уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии E_1, поглотить фотон с энергией 3,4 эВ?



1) да, при этом атом переходит в состояние E_2
2) да, при этом атом переходит в состояние E_3
3) да, при этом атом ионизуется, распадаясь на протон и электрон
4) нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в возбуждённое состояние

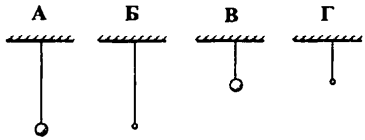
А18. Ядро атома содержит 16 нейтронов и 15 протонов, вокруг него обращаются 15 электронов. Эта система частиц —

1) ион фосфора $^{31}_{15}P$
2) ион серы $^{31}_{16}S$
3) атом серы $^{31}_{16}S$
4) атом фосфора $^{31}_{15}P$

А19. Из какого ядра после одного α-распада и одного β-распада образуется ядро $^{211}_{83}Bi$?

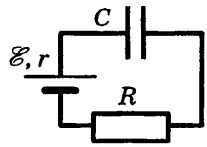
1) $^{216}_{84}Po$ 2) $^{219}_{86}Rh$ 3) $^{211}_{80}Hg$ 4) $^{215}_{84}Po$

А20. Грузы маятников — медные шарики. Какую пару маятников (см. рисунок) надо выбрать, чтобы экспериментально выяснить, зависит ли период малых колебаний математического маятника от длины нити?



1) А и Б
2) А и В
3) А и Г
4) Б и В

А21. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 10$ кОм (см. рисунок). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0{,}1$ В.



t, с	0	1	2	3	4	5	6	7
U, В	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Оцените силу тока в цепи в момент $t = 2$ с. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

1) 220 мкА
2) 80 мкА
3) 30 мкА
4) 10 мкА

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшилось. Как изменились в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

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.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

В2. При настройке контура радиопередатчика его индуктивность увеличили. Как при этом изменились следующие три величины: период колебаний тока в контуре, частота излучаемых волн, длина волны излучения?

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.

Период колебаний тока в контуре	Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

В3. Установите соответствие между физическими явлениями и приборами для их изучения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОРЫ ДЛЯ ИХ ИЗУЧЕНИЯ
А) постоянный ток	1) микроскоп
Б) броуновское движение	2) амперметр
	3) камера Вильсона
	4) манометр

А	Б

В4. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	ФОРМУЛЫ
А) Изобарный процесс при $N = const$	1) $\frac{p}{T} = const$
Б) Изотермический процесс при $N = const$	2) $\frac{V}{T} = const$
	3) $pV = const$
	4) $Q = 0$

А	Б

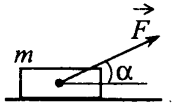
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Массивный брусок движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок). Модуль этой силы $F = 12$ Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0{,}2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{тр} = 2{,}8$ Н. Чему равна масса бруска?

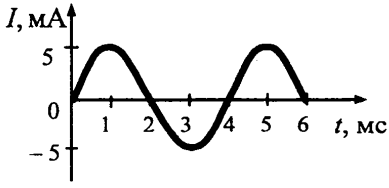


1) 1,4 кг 2) 2,0 кг 3) 2,4 кг 4) 2,6 кг

А23. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 40 кДж. Какую работу совершает за цикл рабочее тело двигателя?

1) 16 кДж
2) 1,6 кДж
3) 3,5 кДж
4) 35,2 кДж

А24. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно



1) $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ Дж
2) $5 \cdot 10^{-6}$ Дж
3) $5 \cdot 10^{-4}$ Дж
4) 10^{-3} Дж

А25. В таблице представлены результаты измерений максимальной энергии фотоэлектронов при двух разных значениях длины волны падающего монохроматического света ($\lambda_{кр}$ — длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Длина волны падающего света λ	$0{,}5\lambda_{кр}$	$0{,}25\lambda_{кр}$
Максимальная энергия фотоэлектронов $E_{макс}$	–	E_0

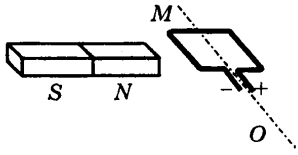
Чему равно пропущенное в таблице значение $E_{макс}$?

1) E_0
2) $\frac{1}{2}E_0$
3) $\frac{1}{3}E_0$
4) $\frac{1}{4}E_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке.



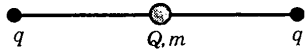
Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.

Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Шайба массой m начинает скольжение по жёлобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по жёлобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из жёлоба под углом $\alpha = 15°$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите массу шайбы m. Сопротивлением воздуха пренебречь.

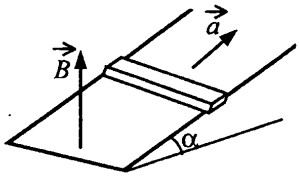
С3. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L. Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см^2. В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1{,}65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L. Считать, что сосуд находится в вакууме.

С4. По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m. На концах направляющей закреплены положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T.



Чему будет равен период колебаний бусинки, если её заряд увеличить в 2 раза?

С5. Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток I. Угол наклона плоскости $\alpha = 30°$. Отношение массы стержня к его длине $\frac{m}{L} = 0{,}1$ кг/м. Модуль индукции магнитного поля $B = 0{,}2$ Тл. Ускорение стержня $a = 1{,}9$ м/с^2. Чему равна сила тока в стержне?



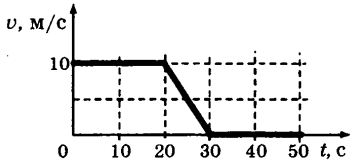
С6. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из фотокатода, помещённого в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты и силу тяжести не учитывать.

Вариант 7

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t. Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.

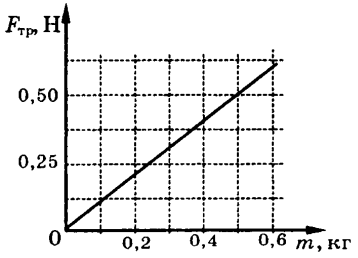


1) 200 м
2) 100 м
3) 150 м
4) 250 м

А2. Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона поезда, движущегося относительно Земли, покатился назад против хода поезда. Это произошло в результате того, что скорость поезда относительно Земли

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась
4) изменилась по направлению

А3. При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ стального бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Согласно графику, в этом исследовании коэффициент трения приблизительно равен



1) 0,10
2) 0,02
3) 1,00
4) 0,20

А4. Два маленьких шарика находятся на большом расстоянии l друг от друга. На каком расстоянии друг от друга находятся шарики с вдвое большими массами, если величина сил их гравитационного притяжения друг к другу такая же?

1) $4l$ 2) $\frac{1}{4}l$ 3) $2l$ 4) $\frac{1}{2}l$

А5. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту, причём масса легкового автомобиля $m_1 = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды $\frac{E_2}{E_1} = 2{,}5$?

1) 2500 кг 2) 4500 кг 3) 5000 кг 4) 6250 кг

А6. Частота колебаний струны равна 500 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны равна

1) 68 м 3) 170 м
2) 340 м 4) 0,68 м

А7. При понижении температуры газа в запаянном сосуде давление газа уменьшается. Это уменьшение давления объясняется тем, что

1) уменьшается объём сосуда за счёт остывания его стенок
2) уменьшается энергия теплового движения молекул газа
3) уменьшаются размеры молекул газа при его охлаждении
4) уменьшается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

А8. В цилиндрическом сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится идеальный газ, давление которого $5 \cdot 10^5$ Па и температура 300 К. Как надо изменить объём газа, не меняя его температуры, чтобы давление уменьшилось до $2{,}5 \cdot 10^5$ Па?

1) увеличить в 2 раза 3) уменьшить в 2 раза
2) увеличить в 4 раза 4) уменьшить в 4 раза

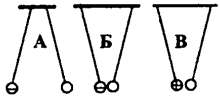
А9. В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

1) при её переходе из жидкого состояния в твёрдое
2) при увеличении скорости сосуда с водой
3) при увеличении количества воды в сосуде
4) при сжатии воды в сосуде

А10. Газ в тепловом двигателе получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 36 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

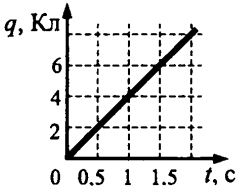
1) уменьшилась на 264 Дж
2) уменьшилась на 336 Дж
3) увеличилась на 264 Дж
4) увеличилась на 336 Дж

А11. На рисунке изображены три пары одинаковых лёгких шариков, заряды которых равны по модулю. Шарики подвешены на шёлковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком(-их) случае(-ях) заряд другого шарика положителен?



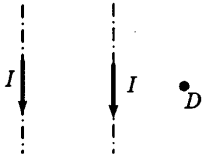
1) только А 2) Б и В 3) только Б 4) А и В

А12. По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Сила тока в проводнике равна



1) 1 А 3) 4 А
2) 1,5 А 4) 6 А

А13. По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок), направление которых указано стрелками. Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке D?



1) вверх ↑ 2) к нам ⊙ 3) от нас ⊗ 4) вниз ↓

А14. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 5$ мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каков будет заряд конденсатора через $t = 2{,}5$ мкс?

1) 0
2) $2 \cdot 10^{-6}$ Кл
3) $4 \cdot 10^{-6}$ Кл
4) $8 \cdot 10^{-6}$ Кл

А15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20°. Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

1) 40° 2) 50° 3) 70° 4) 110°

А16. Параллельный пучок монохроматического света падает на препятствие с узкой щелью. На экране за препятствием, кроме центральной светлой полосы, наблюдается чередование светлых и тёмных полос. Данное явление связано с

1) поляризацией света
2) дифракцией света
3) дисперсией света
4) преломлением света

А17. Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 4 раза?

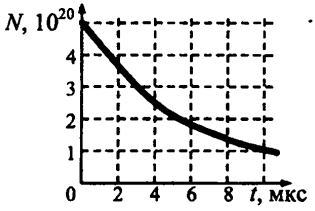
1) увеличить в 4 раза
2) увеличить в 2 раза
3) уменьшить в 2 раза
4) уменьшить в 4 раза

А18. Между источником радиоактивного излучения и детектором помещён слой картона толщиной 2 мм. Какое излучение может пройти через него?

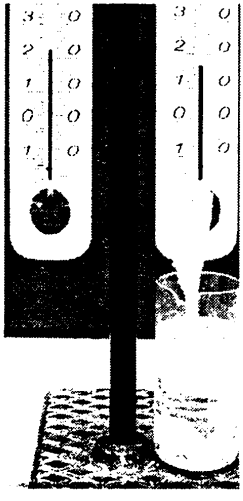
1) только α 2) α и γ 3) α и β 4) β и γ

А19. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}Po$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

1) 8 мкс 3) 6 мкс
2) 2 мкс 4) 4 мкс



А20. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.



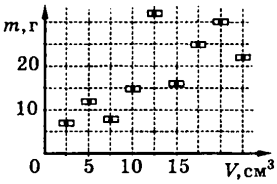
Психрометрическая таблица

t сух. терм	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43

Каковы будут показания правого термометра при той же температуре воздуха и относительной влажности 68%?

1) 26 °C 2) 22 °C 3) 18 °C 4) 16 °C

А21. Ученик предположил, что масса сплошных тел из одного и того же вещества прямо пропорциональна их объёму. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объёма брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости $\{V, m\}$, как показано на рисунке. Погрешности измерения объёма и массы равны соответственно 1 см^3 и 1 г. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



1) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы.
2) Условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе.
3) Погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу.
4) Эксперимент не подтвердил гипотезу.

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (B1—B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. В первой серии опытов исследовались малые колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковы.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменились период колебаний, их частота и максимальная кинетическая энергия груза?

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.

Период колебаний	Частота колебаний	Максимальная кинетическая энергия груза

B2. Как изменяются при α-распаде следующие характеристики атомного ядра: массовое число ядра, заряд ядра, число протонов в ядре?

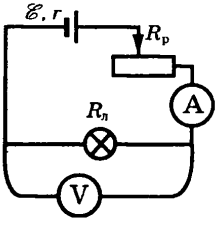
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

Массовое число ядра	Заряд ядра	Число протонов в ядре

B3. Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.



Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

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

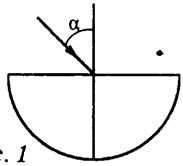
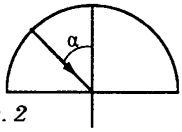
ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ	ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ
А) показания амперметра	1) $\dfrac{\mathscr{E} R_л}{R_л + R_р + r}$
Б) показания вольтметра	2) $\mathscr{E} r - \mathscr{E}(R_л + R_р)$
	3) $\mathscr{E}(r + R_л + R_р)$
	4) $\dfrac{\mathscr{E}}{R_л + R_р + r}$

А	Б

В4. Исследовались возможные способы наблюдения полного внутреннего отражения. В первом из них узкий пучок света шёл из воздуха в стекло (рис. 1), во втором — из стекла в воздух (рис. 2). Показатель преломления стекла в обоих случаях равен n.

При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?

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

СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ	УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ
А)  *Рис. 1*	1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения
	2) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$
	3) наблюдается при $\alpha < \alpha_0$, где $\sin\alpha_0 = \frac{1}{n}$
	4) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin\alpha_0 = n$
Б)  *Рис. 2*	

А	Б

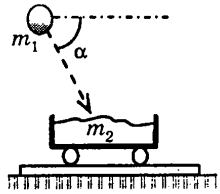
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

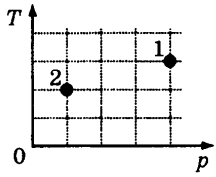
При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Камень массой $m_1 = 4$ кг падает под углом 60° к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рисунок). Импульс тележки с песком и камнем после падения камня равен



1) 40,0 кг·м/с
2) 34,6 кг·м/с
3) 28,3 кг·м/с
4) 20,0 кг·м/с

А23. В сосуде находится идеальный газ. Количество вещества газа постоянно. Как изменится объём газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



1) $V_2 = 2V_1$
2) $V_2 = \frac{4}{3}V_1$
3) $V_2 = \frac{3}{8}V_1$
4) $V_2 = \frac{8}{3}V_1$

А24. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая — в поле с индукцией $\vec{B}_1$, вторая — в поле с индукцией $\vec{B}_2$. Найдите отношение радиусов траекторий частиц $\frac{R_2}{R_1}$, если их скорости одинаковы, а отношение модулей индукции $\frac{B_2}{B_1} = 4$.

1) 1
2) 2
3) 8
4) 4

А25. Один из способов измерения постоянной Планка основан на определении максимальной кинетической энергии фотоэлектронов с помощью измерения задерживающего напряжения. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов.

Задерживающее напряжение U, В	0,40	0,90
Частота света ν, 10^{14} Гц	5,50	6,90

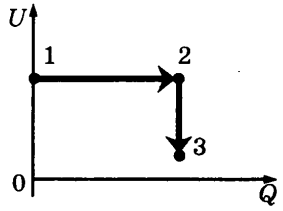
Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

1) $6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
2) $5{,}7 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
3) $6{,}3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
4) $6{,}0 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

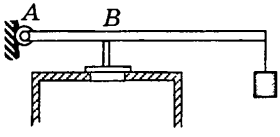
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q. Опишите изменение объёма газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



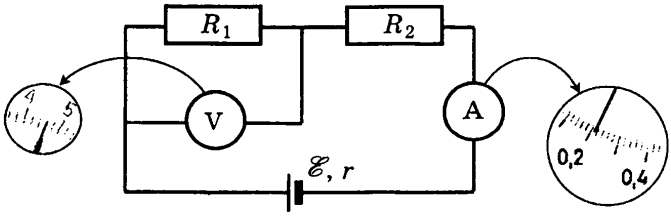
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелёт между городами 6 часов. Если во время полёта дует боковой ветер перпендикулярно линии полёта, то самолёт затрачивает на перелёт на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.



С3. В цилиндр объёмом 0,5 м^3 насосом закачивается воздух со скоростью 0,002 кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4}$ м^2, расстояние AB равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Определите длину стержня, если его считать невесомым.

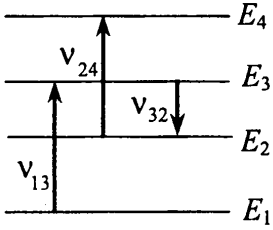
С4. При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Сопротивления R_1 и R_2 равны 20 Ом и 150 Ом соответственно. Сопротивление вольтметра равно 10 кОм, а амперметра — 0,4 Ом. ЭДС источника равна 36 В, а его внутреннее сопротивление — 1 Ом.



На рисунке показаны шкалы приборов с показаниями, которые получил ученик. Исправны ли приборы или же какой-то из них даёт неверные показания?

С5. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2{,}0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

С6. На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между ними. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня E_1 на уровень E_4, если $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц?



Вариант 8

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. Период равномерного движения материальной точки по окружности равен T, радиус окружности R. Точка пройдёт по окружности путь, равный πR, за время

1) $2T$ 2) $\frac{T}{2}$ 3) $\frac{T}{2\pi}$ 4) $\frac{T}{\pi}$

А2. Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M. Сравните силу действия магнита на плиту $\vec{F}_1$ с силой действия плиты на магнит $\vec{F}_2$.

1) $F_1 = F_2$
2) $F_1 > F_2$
3) $F_1 < F_2$
4) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$

А3. При движении по горизонтальной поверхности на тело массой 40 кг действует сила трения скольжения 10 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 5 раз, если коэффициент трения не изменится?

1) 1 Н 3) 4 Н
2) 2 Н 4) 5 Н

А4. Перед столкновением два мяча движутся взаимно перпендикулярно, первый — с импульсом $p_1 = 3$ кг·м/с, а второй — с импульсом $p_2 = 4$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы мячей сразу после столкновения? Время столкновения считать малым, а столкновение — абсолютно упругим.

1) 0
2) 1 кг·м/с
3) 5 кг·м/с
4) 7 кг·м/с

А5. Первая пружина имеет жёсткость 20 Н/м, вторая — 40 Н/м. Обе пружины растянуты на 1 см. Отношение потенциальных энергий пружин $\frac{E_2}{E_1}$ равно

1) 1
2) 2
3) $\sqrt{2}$
4) 4

А6. Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 30 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отражённым звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,18 с. Какова скорость звука, определённая учеником?

1) 167 м/с
2) 333 м/с
3) 380 м/с
4) 540 м/с

А7. Концентрацию молекул одноатомного идеального газа уменьшили в 5 раз. Одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. В результате этого давление газа в сосуде

1) снизилось в 5 раз
2) возросло в 2 раза
3) снизилось в $\frac{5}{2}$ раза
4) снизилось в $\frac{5}{4}$ раза

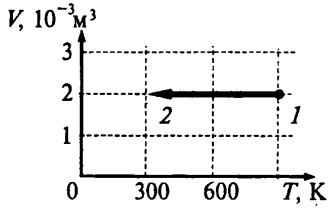
А8. В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

1) изобарный
2) изохорный
3) изотермический
4) адиабатный

А9. Температура медного образца массой 100 г повысилась с 20 до 60 °С. Какое количество теплоты получил образец?

1) 760 Дж
2) 1520 Дж
3) 3040 Дж
4) 2280 Дж

А10. На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж, в результате чего его внутренняя энергия уменьшилась на

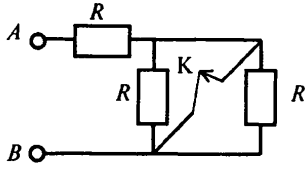


1) 1,2 кДж
2) 1,8 кДж
3) 2,4 кДж
4) 3 кДж

А11. Плоский воздушный конденсатор имеет ёмкость *C*. Как изменится его ёмкость, если расстояние между его пластинами уменьшить в 3 раза?

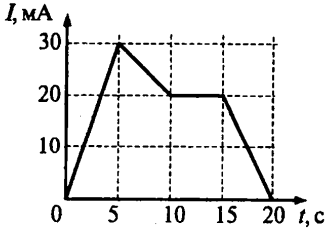
1) увеличится в 3 раза
2) уменьшится в 3 раза
3) увеличится в 9 раз
4) уменьшится в 9 раз

А12. Как изменится сопротивление участка цепи *AB*, изображённого на рисунке, если ключ К разомкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 4 Ом.



1) уменьшится на 4 Ом
2) уменьшится на 2 Ом
3) увеличится на 2 Ом
4) увеличится на 4 Ом

А13. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.



1) 2 мкВ
2) 3 мкВ
3) 5 мкВ
4) 0

А14. Плоская электромагнитная волна с длиной волны $\lambda = 8$ м распространяется вдоль оси y декартовой системы координат. Чему равен модуль разности фаз электромагнитных колебаний в начале координат и в точке M с координатами $x = 2$ м, $y = 4$ м, $z = 4$ м?

1) 0 2) $\frac{\pi}{4}$ 3) $\frac{\pi}{2}$ 4) π

А15. При освещении дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из тёмных и светлых вертикальных полос.

В первом опыте расстояние между светлыми полосами оказалось больше, чем во втором, а во втором больше, чем в третьем.

В каком из ответов правильно указана последовательность цветов монохроматического света, которым освещалась решётка?

1) 1 — красный
2 — зелёный
3 — синий

2) 1 — красный
2 — синий
3 — зелёный

3) 1 — зелёный
2 — синий
3 — красный

4) 1 — синий
2 — зелёный
3 — красный

А16. Для описания любых физических процессов

А. Все неинерциальные системы отсчёта равноправны.

Б. Все инерциальные системы отсчёта равноправны.

Какое из этих утверждений справедливо согласно специальной теории относительности?

1) только А
2) только Б
3) и А, и Б
4) ни А, ни Б

А17. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 300$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 700$ нм. Отношение импульсов $\frac{p_1}{p_2}$ фотонов, излучаемых лазерами, равно

1) $\frac{7}{3}$ 2) $\frac{3}{7}$ 3) $\sqrt{\frac{7}{3}}$ 4) $\sqrt{\frac{3}{7}}$

А18. В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром ${}^{X}_{Y}Z$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^{2}_{1}H + {}^{X}_{Y}Z \rightarrow {}^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n$. Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

1) X = 11, Y = 5
2) X = 10, Y = 5
3) X = 9, Y = 4
4) X = 10, Y = 4

А19. В образце, содержащем изотоп нептуния ${}^{237}_{93}Np$, происходят реакции превращения его в уран ${}^{237}_{93}Np \rightarrow$ $\rightarrow {}^{233}_{91}Pa \rightarrow {}^{233}_{92}U$.

При этом регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:

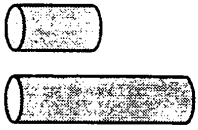
1) только α-частицы
2) только β-частицы
3) и α-, и β-частицы одновременно
4) только γ-частицы

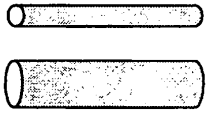
А20. Чтобы определить массу гвоздя, на рычажные весы несколько раз кладут по $N = 50$ таких гвоздей. Взвешивание показывает, что их общая масса $M = (300 \pm 5)$ г. Чему равна масса одного гвоздя?

1) (6 ± 5) г
2) $(6{,}0 \pm 0{,}1)$ г
3) (6 ± 1) г
4) $(6{,}00 \pm 0{,}01)$ г

А21. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её диаметра?

1)


2)


3)


4)


5-12515

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (B1—B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1. В цилиндре под поршнем находятся вода и насыщенный водяной пар. Поршень медленно изотермически вдвигают в цилиндр. Как меняются при этом давление водяного пара, его масса и масса воды в цилиндре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Давление водяного пара в цилиндре	Масса водяного пара в цилиндре	Масса воды в цилиндре

B2. Атом переходит из возбуждённого состояния в основное, излучая при этом фотон. Как изменится энергия этого фотона, его частота и длина волны, если во втором случае атом переходит в основное состояние из возбуждённого состояния с более высокой энергией, чем в первом случае?

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.

Энергия излучаемого фотона	Частота излучаемого фотона	Длина волны излучаемого фотона

В3. Какими основными закономерностями описываются отражение и преломление света?

Установите соответствие между физическими явлениями и основными закономерностями, которые их описывают.

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

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ	ОСНОВНАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ
А) Отражение света	1) $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$
Б) Преломление света	2) $\alpha > \alpha_{пр}$
	3) $\alpha = \beta$
	4) $\alpha + \beta = \pi$

А	Б

В4. Маленький массивный шарик, привязанный на лёгкой нерастяжимой длинной нити к потолку, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали равно 60°. Как направлены ускорение шарика и его скорость в момент прохождения положения равновесия? Сопротивлением воздуха пренебречь.

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

ВЕКТОР	ЕГО НАПРАВЛЕНИЕ
А) Ускорение шарика	1) вертикально вверх
Б) Скорость шарика	2) вертикально вниз
	3) горизонтально
	4) вверх под углом 30° к горизонту

А	Б

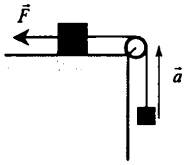
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

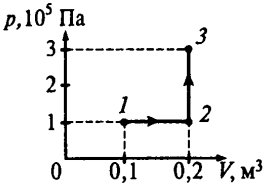
При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Груз, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила $\vec{F}$, равная по модулю 9 Н (см. рисунок). Второй груз движется с ускорением 2 м/с^2, направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?



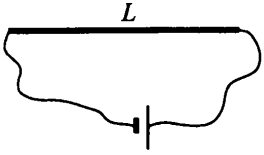
1) 1,0 кг 2) 1,5 кг 3) 2,5 кг 4) 3,0 кг

А23. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?



1) 10 кДж
2) 20 кДж
3) 30 кДж
4) 40 кДж

А24. В электрическую цепь включена медная проволока длиной L = 20 см. При напряжённости электрического поля 50 В/м сила тока в проволоке равна 2 А. К концам проволоки приложено напряжение



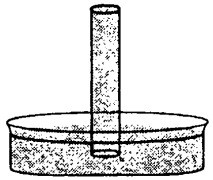
1) 10 В 2) 20 В 3) 40 В 4) 50 В

А25. Работа выхода электрона из металла $A_{вых} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найдите максимальную длину волны λ излучения, которым могут выбиваться электроны.

1) 660 нм 2) 66 нм 3) 6,6 нм 4) 6600 нм

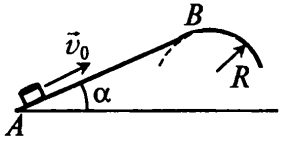
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.



С1. Широкую стеклянную трубку длиной около полуметра, запаянную с одного конца, целиком заполнили водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в тазик с водой (см. рисунок). При комнатной температуре трубка остаётся целиком заполненной водой. Воду в тазике медленно нагревают. Где установится уровень воды в трубке, когда вода в тазике начнёт закипать? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

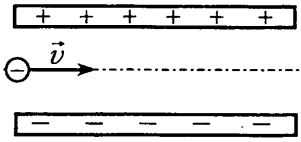
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.



С2. Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки A (см. рисунок). В точке B наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом R. Если в точке A скорость шайбы превосходит $v_0 = 4$ м/с, то в точке B шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1$ м, угол $\alpha = 30°$. Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой $\mu = 0{,}2$. Найдите внешний радиус трубы R.

С3. В калориметре находился 1 кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру 20 °С, в калориметре установилось тепловое равновесие при −2 °С? Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

С4. Пылинка, имеющая массу 10^{-8} г и заряд $(-1{,}8)\cdot 10^{-14}$ Кл, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой пылинка влетает в конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 5000 В. Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



С5. Плоская горизонтальная фигура площадью 0,1 м^2, ограниченная проводящим контуром с сопротивлением 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от $B_{1z} = -0{,}15$ Тл до некоторого конечного значения B_{2z}, по контуру протекает заряд 0,008 Кл. Найдите B_{2z}.

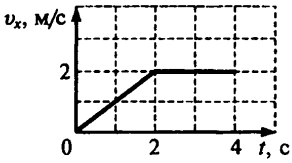
С6. Препарат, активность которого равна $1{,}7\cdot 10^{12}$ частиц в секунду, помещён в калориметр, заполненный водой при 293 К. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 10 г воды, если известно, что данный препарат испускает α-частицы энергией 5,3 МэВ, причём энергия всех α-частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоёмкостью препарата и калориметра, а также теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Вариант 9

ЧАСТЬ 1

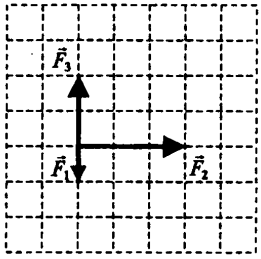
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. Тело движется по оси Ox. На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



1) 6 м
2) 8 м
3) 4 м
4) 5 м

А2. На тело, находящееся на горизонтальной плоскости, действуют три горизонтальные силы (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей этих сил, если $F_1 = 1$ Н?



1) $\sqrt{10}$ Н
2) 6 Н
3) 4 Н
4) $\sqrt{13}$ Н

А3. Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

1) 3,5 Н
2) 4 Н
3) 4,5 Н
4) 5 Н

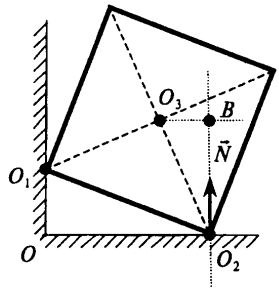
А4. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на 6 кг · м/с. Каков модуль силы?

1) 0,5 Н
2) 2 Н
3) 9 Н
4) 18 Н

А5. Период колебаний пружинного маятника 1 с. Каким будет период его колебаний, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

1) 4 с 2) 8 с 3) 2 с 4) 6 с

А6. Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости $\vec{N}$ относительно оси, проходящей через точку O_3, перпендикулярно плоскости рисунка, равно

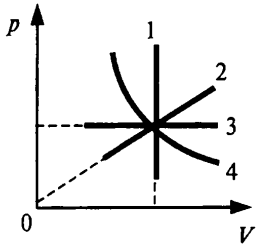


1) 0 3) O_2B
2) O_2O_3 4) O_3B

А7. Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

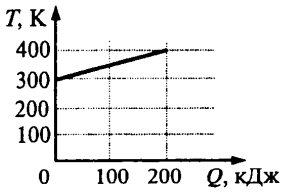
1) 100 К 3) 273 К
2) 173 К 4) 373 К

А8. На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?



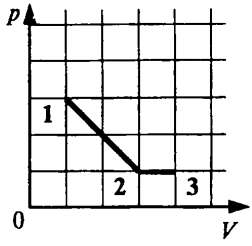
1) адиабату
2) изотерму
3) изобару
4) изохору

А9. На рисунке приведена зависимость температуры твёрдого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



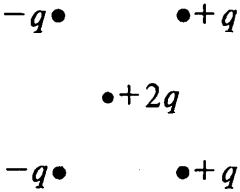
1) 25 Дж/(кг·К)
2) 625 Дж/(кг·К)
3) 1000 Дж/(кг·К)
4) 2500 Дж/(кг·К)

А10. На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV-диаграммы?



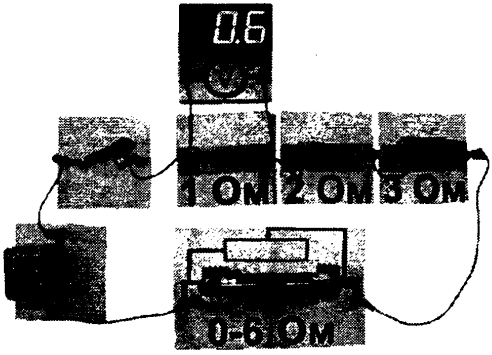
1) 6 2) 2 3) 3 4) 4

А11. Как направлена кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещённый в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$?



1) → 3) ↑
2) ← 4) ↓

А12. На фотографии — электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах.



Чему будут равны показания вольтметра, если его подключить параллельно резистору 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

1) 0,3 В
2) 0,6 В
3) 1,2 В
4) 1,8 В

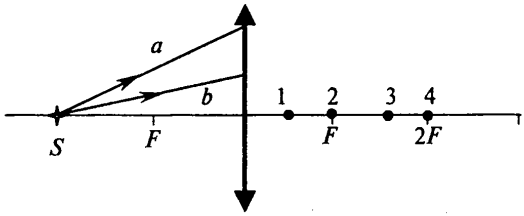
А13. На рисунке изображён длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке C?

1) в плоскости чертежа вверх ↑
2) в плоскости чертежа вниз ↓
3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа ⊗
4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа ⊙

А14. В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, ёмкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура ν будет наибольшей?

1) L_1 и C_1
2) L_1 и C_2
3) L_2 и C_2
4) L_2 и C_1

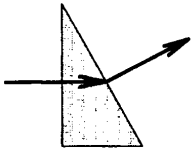
А15. От точечного источника света S, находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от неё, распространяются два луча a и b, как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

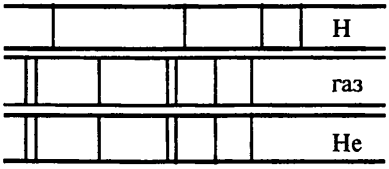
1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

А16. Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча света, падающего из воздуха перпендикулярно поверхности стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рисунок). При построении он



1) ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
2) правильно изобразил ход луча на обеих границах раздела сред
3) ошибся при изображении хода луча на обеих границах раздела сред
4) ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух

А17. На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



1) только водорода
2) водорода и гелия
3) только гелия
4) водорода, гелия и ещё какого-то вещества

А18. Период полураспада радиоактивного изотопа кальция $^{45}_{20}Ca$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов $^{45}_{20}Ca$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

1) $2 \cdot 10^{24}$
2) $1 \cdot 10^{24}$
3) $1 \cdot 10^{6}$
4) 0

А19. Какая частица X участвует в реакции

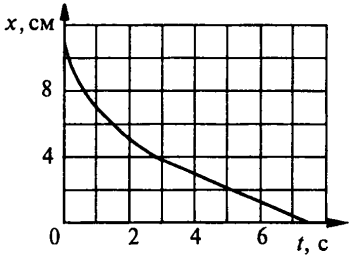
$$^{19}_{9}F + X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{16}_{8}O?$$

1) протон
2) нейтрон
3) электрон
4) α-частица

А20. Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

А21. Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Согласно графику,



1) шарик всё время двигался с постоянным ускорением
2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся период и частота его колебаний, период изменения его потенциальной энергии?

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.

Период колебаний	Частота колебаний	Период изменения потенциальной энергии

В2. Плоский воздушный конденсатор подключён к источнику тока. После того как конденсатор зарядился, расстояние между его пластинами уменьшили, не отключая его от источника тока. Что произошло в результате этого с электроёмкостью конденсатора, его энергией и напряжённостью поля между его обкладками?

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.

Электроёмкость конденсатора	Энергия конденсатора	Напряжённость поля между обкладками

В3. Укажите, какой процесс, проводимый над идеальным газом, отвечает приведённым условиям (V — занимаемый газом объём, T — абсолютная температура газа, ν — количество вещества газа, p — давление газа).

Установите соответствие между условиями проведения процессов и их названиями.

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

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА	ЕГО НАЗВАНИЕ
А) $\frac{V}{T}$ = const, ν = const	1) изохорный
Б) $\frac{p}{T}$ = const, ν = const	2) изобарный
	3) изотермический
	4) адиабатный

А	Б

В4. Фотон с энергией E движется в вакууме. Пусть h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона?

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Частота фотона	1) $\frac{hc}{E}$
Б) Импульс фотона	2) $\frac{E}{c^2}$
	3) $\frac{E}{c}$
	4) $\frac{E}{h}$

А	Б

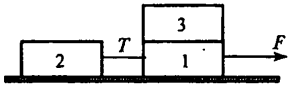
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

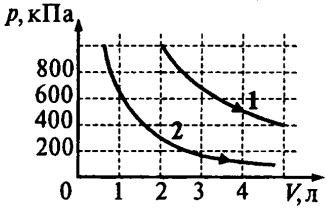
При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. Одинаковые бруски, связанные нитью, движутся под действием внешней силы F по гладкой горизонтальной поверхности (см. рисунок). Как изменится сила натяжения нити T, если третий брусок переложить с первого на второй?



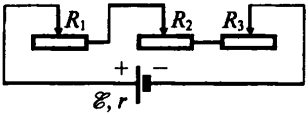
1) увеличится в 2 раза
2) увеличится в 3 раза
3) уменьшится в 1,5 раза
4) уменьшится в 2 раза

А23. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. Судя по графикам,



1) оба процесса идут при одной и той же температуре
2) в процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2
3) процесс 1 идет при более высокой температуре
4) процесс 2 идет при более высокой температуре

А24. В цепи постоянного тока, показанной на рисунке, необходимо изменить сопротивление второго реостата R_2 с таким расчетом, чтобы мощность, выделяющаяся на нём, увеличилась вдвое. Мощность на первом реостате R_1 должна остаться при этом неизменной. Как этого добиться, изменив сопротивление второго R_2 и третьего R_3 реостатов? Начальные значения сопротивлений реостатов $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 3$ Ом и $R_3 = 6$ Ом.



1) $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 6$ Ом
2) $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 3$ Ом
3) $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 5$ Ом
4) $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 7$ Ом

А25. Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза больше работы выхода. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов?

1) 30 эВ
2) 15 эВ
3) 10 эВ
4) 5 эВ

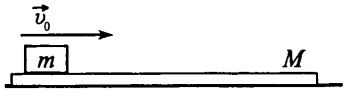
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

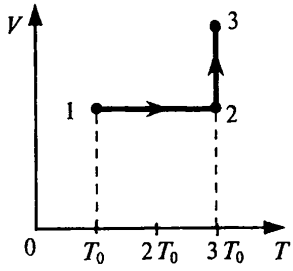
С1. Цветок в горшке стоит на подоконнике. Цветок полили водой и накрыли стеклянной банкой. Когда показалось солнце, на внутренней поверхности банки появилась роса. Почему? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

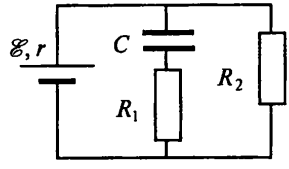
С2. На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0{,}5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0{,}2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?



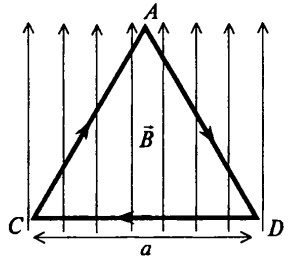
C3. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T (T_0 = 100 К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведённой к газу теплоты Q_{123}.



C4. Напряжённость электрического поля в плоском конденсаторе (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника r = 10 Ом, ЭДС $\mathscr{E}$ = 30 В, сопротивления резисторов R_1 = 20 Ом, R_2 = 40 Ом. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



C5. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит проводящая жёсткая рамка из однородной тонкой проволоки, согнутой в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (см. рисунок). Рамка, по которой течёт ток I (направление показано на рисунке), находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ перпендикулярен стороне CD. Каким должен быть модуль индукции магнитного поля, чтобы рамка начала поворачиваться вокруг стороны CD, если масса рамки m?



C6. В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно λ_1 = 350 нм и λ_2 = 540 нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2}$ = 2 раза. Какова работа выхода с поверхности металла?

Вариант 10

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (А1—А21) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t.

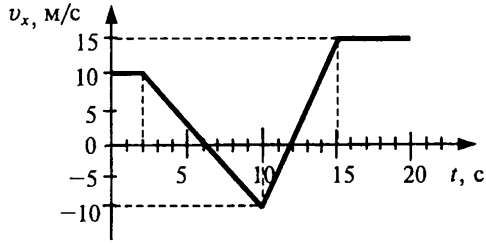
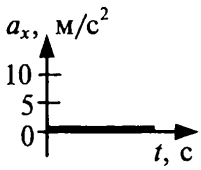
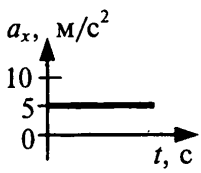
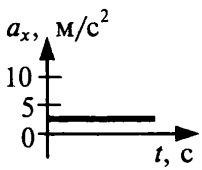
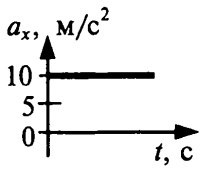


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с совпадает с графиком

1)


3)


2)


4)


А2. Земля притягивает к себе подброшенный мяч с силой 5 Н. С какой силой этот мяч притягивает к себе Землю?

1) 50 Н
2) 5 Н
3) 0,5 Н
4) 0,05 Н

А3. Деревянный брусок массой m, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1, под действием горизонтальной силы. Какова величина этой силы, если коэффициент трения бруска об опору равен μ?

1) $3\mu mg$ 3) $\mu\frac{mg}{2}$

2) μmg 4) $\mu\frac{mg}{6}$

А4. Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы величиной 2 Н за 3 с импульс тела увеличился и стал равен 15 кг · м/с. Первоначальный импульс тела равен

1) 9 кг · м/с 3) 12 кг · м/с
2) 10 кг · м/с 4) 13 кг · м/с

А5. Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх. В начальный момент его энергия равна 200 Дж. На какую максимальную высоту поднимется камень? Сопротивлением воздуха пренебречь.

1) 10 м 2) 200 м 3) 20 м 4) 2 м

А6. Колебательное движение тела задано уравнением: $x = a\sin\left(bt + \frac{\pi}{2}\right)$, где $a = 5$ см, $b = 3\text{с}^{-1}$. Чему равна амплитуда колебаний?

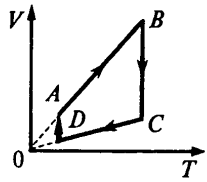
1) 3 см 3) $\frac{\pi}{2}$ см

2) 5 см 4) $\frac{5\pi}{2}$ см

А7. Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

1) Во время плавления температура кристалла изменяется.
2) В расположении атомов кристалла отсутствует порядок.
3) Атомы кристалла расположены упорядоченно.
4) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла.

А8. На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изобарному нагреванию соответствует участок



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

А9. При каком процессе остаётся неизменной внутренняя энергия 1 моль идеального газа?

1) при изобарном расширении
2) при изохорном нагревании
3) при адиабатном сжатии
4) при изотермическом сжатии

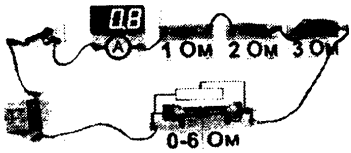
А10. В процессе эксперимента газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

1) 3 кДж
2) 10 кДж
3) 13 кДж
4) 16 кДж

А11. Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 2 раза, а один из зарядов уменьшили в 4 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

1) не изменилась
2) уменьшилась в 4 раза
3) увеличилась в 4 раза
4) уменьшилась в 16 раз

А12. На фотографии — электрическая цепь. Показания включённого в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

1) 0,8 В 2) 1,6 В 3) 2,4 В 4) 4,8 В

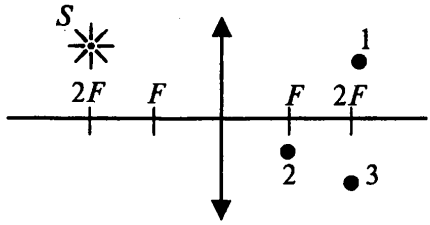
А13. Прямолинейный проводник длиной L с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

1) не изменится
2) уменьшится в 4 раза
3) увеличится в 2 раза
4) уменьшится в 2 раза

А14. Согласно теории Максвелла, заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

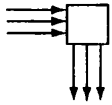
1) только при равномерном движении по прямой в инерциальной системе отсчёта (ИСО)
2) только при гармонических колебаниях в ИСО
3) только при равномерном движении по окружности в ИСО
4) при любом движении с ускорением в ИСО

А15. Где находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое тонкой собирающей линзой?



1) в точке 1
2) в точке 2
3) в точке 3
4) на бесконечно большом расстоянии от линзы

А16. Пройдя некоторую оптическую систему, параллельный пучок света поворачивается на 90° (см. рисунок). Оптическая система представляет собой



1) собирающую линзу
2) рассеивающую линзу
3) плоское зеркало
4) матовую пластинку

А17. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	**Li** 3 Литий $7_{92,6}$ $6_{7,4}$	**Be** 4 Бериллий 9_{100}	5 **B** Бор 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 Натрий 23_{100}	**Mg** 12 Магний 24_{79} 26_{11} 25_{10}	13 **Al** Алюминий 27_{100}
4	IV	**K** 19 Калий 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 Кальций 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 Скандий 45_{100}
	V	29 **Cu** Медь 63_{69} 65_{31}	30 **Zn** Цинк 64_{49} 66_{28} 68_{19}	31 **Ga** Галлий 69_{60} 71_{40}

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа бора соответственно равно

1) 6 протонов, 5 нейтронов
2) 10 протонов, 5 нейтронов
3) 6 протонов, 11 нейтронов
4) 5 протонов, 6 нейтронов

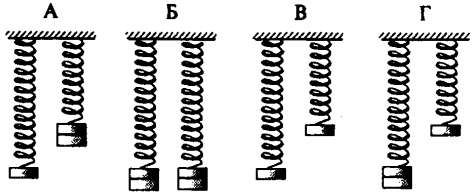
А18. β-излучение представляет собой поток

1) ядер гелия
2) протонов
3) фотонов
4) электронов

А19. Ядро изотопа тория $^{224}_{90}Th$ претерпевает три последовательных α-распада. В результате получится ядро

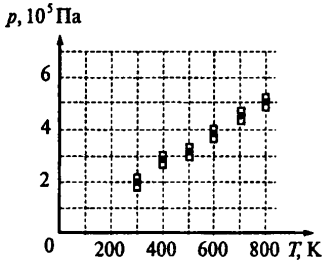
1) полония $^{212}_{84}Po$
2) кюрия $^{246}_{86}Cm$
3) платины $^{196}_{78}Pt$
4) урана $^{236}_{92}U$

А20. Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



1) только А
2) только Б
3) только В
4) только Г

А21. На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, давления $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$ Па. Газ занимает сосуд объёмом 5 л. Чему равно число молей газа?



1) 0,2
2) 0,4
3) 1,0
4) 2,0

ЧАСТЬ 2

Ответом к заданиям этой части (В1—В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1. Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

Скорость бруска	Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

B2. Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объём, давление и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Объём газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

B3. Как меняются массовое число и зарядовое число ядра при β^--распаде?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ
А) Массовое число ядра	1) уменьшается на 1
Б) Зарядовое число ядра	2) уменьшается на 2
	3) увеличивается на 1
	4) не изменяется

А	Б

B4. Резистор с сопротивлением R подключён к источнику тока с внутренним сопротивлением r. Сила тока в цепи равна I. Чему равны ЭДС источника и напряжение на его выводах?

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) ЭДС источника	1) Ir
Б) Напряжение на выводах источника	2) IR
	3) $I(R + r)$
	4) $\frac{IR^2}{r}$

А	Б

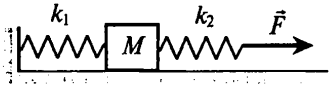
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (А22—А25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

А22. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 3 см. Модуль силы F равен

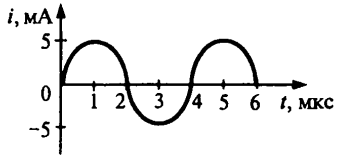


1) 6 Н 2) 9 Н 3) 12 Н 4) 18 Н

А23. Из стеклянного сосуда стали выпускать сжатый воздух, одновременно охлаждая сосуд. При этом температура воздуха упала вдвое, а его давление уменьшилось в 3 раза. Масса воздуха в сосуде уменьшилась в

1) 2 раза 2) 3 раза 3) 6 раз 4) 1,5 раза

А24. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно



1) $2{,}5\cdot10^{-6}$ Дж 2) $5\cdot10^{-6}$ Дж 3) $5\cdot10^{-4}$ Дж 4) 10^{-3} Дж

А25. В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии E_{max} фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны λ.

λ	λ_0	$\frac{1}{2}\lambda_0$
E_{max}	E_0	$4E_0$

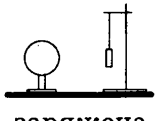
Чему равна работа выхода $A_{вых}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

1) $\frac{1}{2}E_0$ 2) E_0 3) $2E_0$ 4) $3E_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

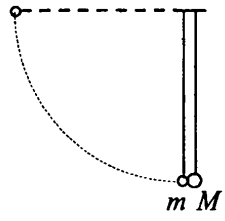
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. Лёгкая трубочка из тонкой алюминиевой фольги подвешена к штативу на тонкой шёлковой нити. Что произойдёт с трубочкой, когда вблизи неё окажется отрицательно заряженный шар? Трубочка не заряжена, длина нити не позволяет трубочке коснуться шара. Ответ обоснуйте, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

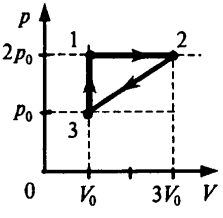


Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Два шарика, массы которых отличаются в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Лёгкий шарик отклоняют на угол 90° и отпускают из состояния покоя. Каким будет отношение кинетических энергий тяжёлого и лёгкого шариков тотчас после их абсолютно упругого центрального удара?



С3. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_н = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл? Масса газа в ходе процесса не меняется.



С4. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathscr{E} = 6$ В, его внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Чему равна максимальная мощность тока, выделяемая на реостате?

С5. Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{Cu} = 1{,}72 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

С6. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \ldots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Решения заданий варианта 1, часть 1

А1.

Обозначим скорость первого автомобиля относительно Земли через $\vec{v}_1$, скорость второго автомобиля относительно Земли через $\vec{v}_2$, а скорость первого автомобиля относительно второго через $\vec{v}_{12}$. По закону сложения скоростей получаем: $\vec{v}_1 = \vec{v}_{12} + \vec{v}_2$. Направим ось x по направлению скоростей $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. Запишем закон сложения скоростей в проекциях на эту ось: $v_1 = (v_{12})_x + v_2$. Отсюда $(v_{12})_x = v_1 - v_2 = 50$ км/ч; $v_{12} = 50$ км/ч.

Ответ: 2.

А2.

Если воздушный шар неподвижен относительно Земли, то за $t = 4$ с мешок пролетит по вертикали расстояние $h = \frac{gt^2}{2} = 80$ м. Если воздушный шар движется, то его вертикальная скорость составляет не более чем единицы м/с. Вызванное этим дополнительное смещение мешка по вертикали значительно меньше h.

Ответ: 2.

А3.

Условие задачи приводит к соотношениям

$$\begin{cases} k_1x_1 = k_2x_2, \\ x_1 = 2x_2. \end{cases} \quad \text{Отсюда } k_2 = 2k_1.$$

Ответ: 4.

А4.

Направление импульса системы одинаковых шаров $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m\vec{v}_1 + + m\vec{v}_2 = m(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$ совпадает с направлением суммы их скоростей, которое, судя по рисунку и числовым данным, горизонтально.

Ответ: 1.

А5.

В момент $t = 2$ с скорость тела равна $v_x = 10$ м/с $-$ $- 2$ м/с$^2 \cdot 2$ с $= 6$ м/с, его кинетическая энергия $\frac{mv^2}{2} =$ $= \frac{2 \text{ кг} \cdot (6 \text{ м/с})^2}{2} = 36$ Дж.

Ответ: 1.

А6.

Связка брусков погружена в воду на половину своей высоты. Значит, плотность вещества бруска $\rho = 0{,}5\ \rho_{воды}$. Добавив ещё один такой же брусок, получим, что новая связка брусков той же плотности будет плавать в воде, погрузившись в неё тоже на половину своей высоты, т.е. на $3h/2$. Таким образом, глубина погружения связки брусков увеличится на $h/2$.

Ответ: 2.

А7.

Из перечисленных агрегатных состояний вещества только в газообразном состоянии среднее расстояние между соседними молекулами много больше размеров самих молекул. Поэтому молекулы, практически не взаимодействуя друг с другом, быстро занимают весь объём сосуда.

Ответ: 3.

А8.

Записывая уравнение Клапейрона–Менделеева в виде $p = nkT$, получаем: из $T_2 = 1{,}5\ T_1$ и $p_2 = 3p_1$ следует, что концентрация $n_2 = 2n_1$.

Ответ: 1.

А9.

Судя по тексту условия и графику, на участке 2 водяной пар находится в равновесии с оставшимися несколькими каплями воды, т.е. является насыщенным. Поскольку вода испаряется постепенно, а об изменении температуры снаружи колбы ничего не говорится, процесс испарения можно считать практически изотермическим. Концентрация пара на участке 1 ниже, чем на участке 2 при той же температуре, значит, на участке 1 пар – ненасыщенный.

Ответ: 4.

А10.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа равна $U = \frac{3}{2}\nu RT$. По условию задачи $\nu = \text{const}$. Поэтому при переходе из состояния 1 в состояние 2 внутренняя энергия газа вместе с абсолютной температурой уменьшается в 3 раза.

Ответ: 1.

А11.

Считаем, что равновесное распределение заряда на проводнике лабораторных размеров уже установилось, а внешних электромагнитных полей нет, поскольку о них в условии ничего не сказано. В этом случае задача относится к обсуждению электрического поля неподвижных зарядов, т.е. электростатического поля. Известно, что электростатическое поле внутри проводника равно нулю, поэтому поверхность проводника эквипотенциальна, в частности, $\varphi_A = \varphi_B$.

Ответ: 3.

А12.

Для участка цепи из последовательно соединённых резисторов R_1 и R_2 справедливы соотношения: $\begin{cases} U_{AB} = I(R_1 + R_2), \\ U_{R_2} = IR_2. \end{cases}$ Учитывая, что $R_1 = R_2$, получаем $U_{R_2} = \frac{1}{2}U_{AB} = 6$ В.

Ответ: 4.

А13.

Согласно полярности включения в цепь источника тока, ток в витке течёт по часовой стрелке: от нас в верхней части витка и к нам в его нижней части. Пользуясь правилом правого буравчика (рукоятка вращается по току, буравчик движется поступательно по направлению вектора магнитной индукции), находим, что в центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен влево перпендикулярно плоскости витка.

Ответ: 2.

А14.

В соответствии с начальным условием $q(0) = 0$, заряд обкладки конденсатора может зависеть от времени двояко: $q(t) = \pm q_{\max}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$. Поэтому при $t = 1{,}5$ мкс $q(t) = \pm q_{\max}\sin\frac{\pi}{2} = \pm q_{\max}$; $|q(t)| = q_{\max} = 4\cdot10^{-6}$ Кл.

Ответ: 4.

А15.

Согласно закону преломления ($n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$), $\alpha > \beta$ при $n_1 < n_2$. Анализируя рисунок, получаем, что $n_2 > n_1$ и $n_2 > n_3$.

Ответ: 1.

А16.

В данной задаче геометрическая разность хода между лучом, отразившимся от передней поверхности плёнки, и лучом, отразившимся от задней поверхности плёнки, пройдя её толщу туда и обратно, равна $2d$, где d – толщина плёнки. Оптическая разность хода равна при этом $2dn$. Условие наблюдения k-го интерференционного максимума в отражённом свете с длиной волны λ: $k\lambda = 2dn + \Delta$, где Δ равняется 0 или $\lambda/2$, в зависимости от соотношения показателей преломления на границах раздела сред. Тогда при малом уменьшении значения n и том же значении k (так и будет в случае тонкой плёнки) интерференционный максимум будет наблюдаться при меньшем значении λ. Поэтому окраска плёнки сместится к синей области спектра.

Ответ: 3.

А17.

Согласно законам фотоэффекта, сила фототока насыщения при неизменной частоте падающего света прямо пропорциональна его интенсивности.

Ответ: 3.

А18.

Законы сохранения электрического заряда и массового числа приводят к системе уравнений:

$$\begin{cases} 92 = 2 - 2 + Z, \\ 238 = 4 + A, \end{cases} \text{ откуда } Z = 92, A = 234.$$

Ответ: 2.

А19.

За 50 часов исходное большое число ядер уменьшается в 2 раза только на графике 1.

Ответ: 1.

А20.

$$T = \frac{t}{N} = (1{,}20 \pm 0{,}01) \text{ с}.$$

Ответ: 3.

А21.

Отметим три обстоятельства:

1) удельная теплоёмкость воды в заданном диапазоне температур считается постоянной;

2) масса воды постоянна;

3) экспериментальные точки, с учётом погрешностей, ложатся на прямую.

Это позволяет утверждать, что полезная мощность нагревателя чайника постоянна и определяется из равенства $P\tau = cm\Delta t$. Судя по графику,

$\tau \approx 120$ с, $\Delta t \approx 50$ °С. Отсюда $P = \frac{cm\Delta t}{\tau} = \frac{4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 0{,}8 \cdot 50}{120} = 1400$ Вт.

Ответ: 3.

Решения заданий варианта 1, часть 2

В1.

При движении груза вверх к положению равновесия

1) растяжение пружины сокращается, её потенциальная энергия уменьшается;

2) скорость груза растёт, его кинетическая энергия увеличивается;

3) высота, на которой находится груз, растёт, его потенциальная энергия в поле тяжести увеличивается.

Ответ: 211.

В2.

В результате описанных в условии действий количество вещества первого газа стало 0,5 моль, а второго 2,5 моль. Общее количество вещества двух газов стало 3 моль (а первоначально было 2 моль). Поскольку объём сосуда и температура газов постоянны, с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева получаем, что

1) парциальное давление первого газа в сосуде уменьшилось;

2) парциальное давление второго газа в сосуде увеличилось;

3) давление смеси газов в сосуде увеличилось.

Ответ: 211.

B3.

Для движения из состояния покоя с постоянным ускорением известны следующие результаты:

$l = \frac{at^2}{2}$, $v = \sqrt{2al}$.

В условиях задачи получаем

$l = 1{,}3\ (\text{м/с}^2) \cdot t^2$, $v = 2{,}3\frac{\sqrt{\text{м}}}{\text{с}} \cdot \sqrt{l}$.

Ответ: 13.

B4.

Длина световой волны в воде $\lambda_{\text{в воде}} = \lambda/n$;

Частота световой волны в воде (как и в воздухе) $\nu = \frac{1}{T} = \frac{c}{cT} = \frac{c}{\lambda}$.

Ответ: 42.

Решения заданий варианта 1, часть 3А

A22.

При равновесии рычага сумма моментов приложенных к нему сил, рассчитанная относительно оси вращения рычага, равна нулю:

$FL - Mgb - mg\frac{L}{2} = 0$, откуда $m = 2\frac{FL - Mgb}{gL} = 2\left(\frac{F}{g} - \frac{Mb}{L}\right) = 30$ кг.

Ответ: 4.

A23.

В первом случае затраченное количество теплоты $Q_1 = m(\lambda + c\Delta t)$. Чтобы весь исходный лёд растаял, требуется количество теплоты $q = m\lambda$. Отношение $\frac{q}{Q_1} = \frac{\lambda}{\lambda + c\Delta t} = \frac{3{,}3 \cdot 10^5}{3{,}3 \cdot 10^5 + 4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 12} \approx 0{,}87 > \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{60}{80} = 0{,}75$.

Поэтому во втором случае лёд растает не весь, температура внутри калориметра останется равной 0 °С.

Ответ: 3.

А24.

Из условия задачи следует, что $\begin{cases} \dfrac{kQq}{AC^2} = 2{,}5\cdot10^{-8}\ \text{Н}, \\ \dfrac{kQq}{AB^2} = 9{,}0\cdot10^{-9}\ \text{Н}. \end{cases}$

Поделив второе уравнение на первое, получим $\left(\frac{AC}{AB}\right)^2 = \frac{9}{25}$. Поскольку треугольник ABC прямоугольный, $\left(\frac{AC}{AB}\right)^2 + \left(\frac{BC}{AB}\right)^2 = 1$, откуда $\left(\frac{BC}{AB}\right)^2 = \frac{16}{25}$. В таком случае $\frac{AC}{BC} = \frac{3}{4} = 0{,}75$.

Ответ: 4.

А25.

В обоих случаях запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

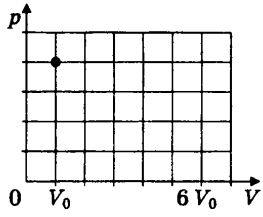
$$\begin{cases} 2h\nu_{\text{кр}} = h\nu_{\text{кр}} + E_0, \\ 3h\nu_{\text{кр}} = h\nu_{\text{кр}} + E. \end{cases}$$

Из первого уравнения следует, что $E_0 = h\nu_{\text{кр}}$. Тогда из второго уравнения получаем $E = 2E_0$.

Ответ: 2.

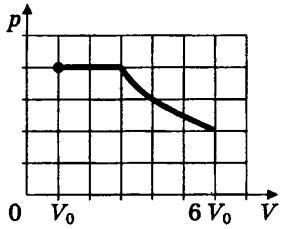
Решение заданий части С с развёрнутым ответом

ВАРИАНТ 1

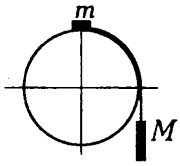


С1. В цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV-диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём V под поршнем изотермически увеличивают от V_0 до $6V_0$. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объёма V на отрезке от V_0 до $6V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

Образец возможного решения

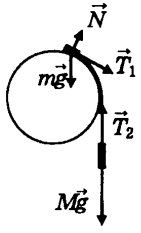


1. На участке от V_0 до $3V_0$ давление под поршнем постоянно (давление насыщенного пара на изотерме). На участке от $3V_0$ до $6V_0$ давление под поршнем подчиняется закону Бойля—Мариотта.
На участке от V_0 до $3V_0$ график $p(V)$ — горизонтальный отрезок прямой, на участке от $3V_0$ до $6V_0$ — фрагмент гиперболы (для экспертов: отсутствие названий не снижает оценку, названия помогают оценке графика, сделанного от руки).
2. В начальном состоянии над водой находится насыщенный водяной пар, так как за длительное время в системе установилось термодинамическое равновесие.
3. Пока в цилиндре остаётся вода, при медленном изотермическом расширении пар остаётся насыщенным. Поэтому график $p(V)$ будет графиком константы, т. е. отрезком горизонтальной прямой. Количество воды в цилиндре при этом убывает. При комнатной температуре концентрация молекул воды в насыщенном паре ничтожна по сравнению с концентрацией молекул воды в жидком агрегатном состоянии. Масса воды в два раза больше массы пара. Поэтому, во-первых, в начальном состоянии насыщенный пар занимает объём, практически равный V_0. Во-вторых, чтобы вся вода испарилась, нужно объём под поршнем увеличить ещё на $2V_0$. Таким образом, горизонтальный отрезок описывает зависимость $p(V)$ на участке от V_0 до $3V_0$.
4. При $V > 3V_0$ под поршнем уже нет жидкости, все молекулы воды образуют уже ненасыщенный водяной пар, который можно на изотерме описывать законом Бойля—Мариотта: $pV = \text{const}$, т. е. $p \sim 1/V$. Графиком этой зависимости служит гипербола. Таким образом, на участке от $3V_0$ до $6V_0$ зависимость $p(V)$ изображается фрагментом гиперболы.



C2. Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити первоначально покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы, т.к. груз m удерживают в точке A на вершине сферы (см. рисунок). После того как груз m отпускают из состояния покоя, он проходит по сфере дугу 30° и затем отрывается от поверхности сферы. Найдите массу M, если m = 100 г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.

Образец возможного решения



1. Будем считать систему отсчёта, связанную с Землёй, инерциальной.

2. На рисунке показан момент, когда груз m ещё скользит по сфере. Из числа сил, действующих на грузы, силы тяжести $m\vec{g}$ и $M\vec{g}$ потенциальны, а силы натяжения нити $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$, а также сила реакции опоры $\vec{N}$ — непотенциальны. Поскольку нить лёгкая и трения нет, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. Сила $\vec{T}_1$ направлена по скорости $\vec{v}_1$ груза m, а сила $\vec{T}_2$ — противоположно скорости $\vec{v}_2$ груза M. Модули скоростей грузов в один и тот же момент времени одинаковы, поскольку нить нерастяжима. По этим причинам суммарная работа сил $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ при переходе в данное состояние из начального равна нулю. Работа силы $\vec{N}$ также равна нулю, так как из-за отсутствия трения $\vec{N} \perp \vec{v}_1$.

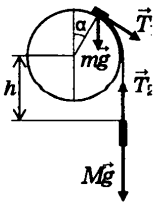
3. Таким образом, сумма работ всех непотенциальных сил, действующих на грузы m и M, равна нулю. Поэтому в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, механическая энергия системы этих грузов сохраняется.

4. Найдём модуль скорости груза m в точке его отрыва от поверхности сферы. Для этого приравняем друг другу значения механической энергии системы грузов в начальном состоянии и в состоянии, когда груз m находится в точке отрыва (потенциальную энергию грузов в поле тяжести отсчитываем от уровня центра сферы, в начальном состоянии груз M находится ниже центра сферы на величину h_0):

$$mgR - Mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgR\cos\alpha + \frac{Mv^2}{2} + Mg(-h),$$

где R — радиус сферы, $h - h_0 = R\frac{\pi}{6}$.

Отсюда $v = \sqrt{\dfrac{2gR\left[m(1-\cos\alpha) + M\frac{\pi}{6}\right]}{m+M}}$.



5. Груз m в точке отрыва ещё движется по окружности радиусом R, но уже не давит на сферу. Поэтому его центростремительное ускорение вызвано только силой тяжести, так как сила $\vec{T}_1$ направлена по касательной к сфере (см. рисунок):

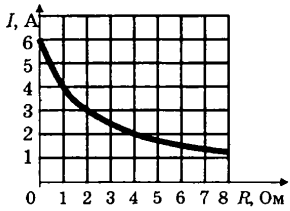
$$m\frac{v^2}{R} = mg\cos\alpha.$$

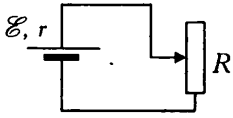
Образец возможного решения
Подставляя сюда значение v, получим $$\frac{2}{m+M}\left[m(1-\cos\alpha)+M\frac{\pi}{6}\right]=\cos\alpha.$$ Отсюда $M=\dfrac{m(3\cos\alpha-2)}{\dfrac{\pi}{3}-\cos\alpha}=100\text{ г}\cdot\dfrac{3\cdot\dfrac{\sqrt{3}}{2}-2}{\dfrac{\pi}{3}-\dfrac{\sqrt{3}}{2}}\approx 330\text{ г}.$ Ответ: $M\approx 330$ г.

С3. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p=10^5$ Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты $|Q|=75$ Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние $x=10$ см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня? Количество вещества газа постоянно.

Образец возможного решения
1. При медленном охлаждении газа его можно всё время считать равновесным, поэтому можно пользоваться термодинамической моделью одноатомного идеального газа — выражением для его внутренней энергии $U=\frac{3}{2}\nu RT$ и уравнением Клапейрона—Менделеева $pV=\nu RT$.   Отсюда $U=\frac{3}{2}pV$.   2. Поршень движется медленно, сил трения между поршнем и стенками сосуда нет, поэтому давление газа равно давлению окружающего воздуха (процесс изобарен).   3. Первое начало термодинамики для описания изобарного сжатия газа: $A_{\text{внешн}}=\Delta U+|Q|$,   где $A_{\text{внешн}}=pSx$ — работа внешних сил, $\Delta U=\frac{3}{2}p\Delta V=-\frac{3}{2}pSx$ — изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа при его изобарном сжатии, $|Q|$ — количество теплоты, отведённое от газа при его охлаждении.   Отсюда $pSx=-\frac{3}{2}pSx+|Q|$, $|Q|=\frac{5}{2}pSx$, $S=\frac{2}{5}\cdot\frac{\lvert Q\rvert}{px}$.   Ответ: $S=30$ см^2.

С4. Реостат R подключён к источнику тока с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Зависимость силы тока в цепи от сопротивления реостата представлена на графике. Найдите сопротивление реостата, при котором мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, равна 8 Вт.





Образец возможного решения

1. Внутреннее сопротивление r источника находим, определив по графику $I(R)$ значения I_1 и I_2 силы тока при двух разных произвольных значениях R_1 и R_2 сопротивления реостата. Записывая закон Ома для полной замкнутой цепи, получаем систему уравнений для вычисления $\mathscr{E}$ и r:

$$\begin{cases} \mathscr{E} = I_1(r + R_1), \\ \mathscr{E} = I_2(r + R_2). \end{cases}$$

2. При решении полученной системы уравнений выбор двух значений сопротивления реостата произволен. Используем эту возможность в свою пользу.
Пусть $R_1 = 0$, тогда $I_1 = \mathscr{E}/r = 6$ А — сила тока короткого замыкания. Найдём значение R_2, при котором $I_2 = (1/2)I_1$. Раз сила тока уменьшилась вдвое, это значит, что сопротивление цепи вдвое возросло по сравнению со случаем короткого замыкания, т. е. стало равно $2r$. С другой стороны, сопротивление цепи равно $r + R_2$. Из равенства $2r = r + R_2$ следует, что $r = R_2$. Судя по графику, $R_2 = 2$ Ом. Таким образом, внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом.
3. Мощность тока, выделяемая на внутреннем сопротивлении источника, $P_r = I^2r$. Отсюда $I = \sqrt{\frac{P_r}{r}} = \sqrt{\frac{8\text{ Вт}}{2\text{ Ом}}} = 2$ А. Такая сила тока наблюдается в цепи, согласно графику, при $R = 4$ Ом.
Ответ: $R = 4$ Ом.

С5. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока $I_m = 50$ мА. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора, измеренные с точностью до 0,1 В в последовательные моменты времени.

t, мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8
U, В	0,0	2,8	4,0	2,8	0,0	−2,8	−4,0	−2,8	0,0

Найдите значение электроёмкости конденсатора.

Образец возможного решения

1. Судя по приведённым в таблице данным, в контуре наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 8$ мкс и амплитудой разности потенциалов на обкладках конденсатора $U_m = 4$ В.

2. Согласно тем же данным, разность потенциалов на обкладках конденсатора изменяется по закону $U(t) = U_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$.

3. Поскольку заряд $q(t) = CU(t)$ на обкладках конденсатора совершает гармонические колебания, а сила тока связана с зарядом соотношением $I(t) = q'_t$, получаем $q'_t = \frac{2\pi}{T} CU_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) =$

$= I_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, что приводит к равенству $CU_m = \frac{T}{2\pi} I_m$.

4. Отсюда $C = \frac{TI_m}{2\pi U_m} \approx 0{,}016$ мкФ.

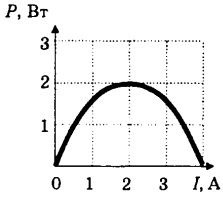
Ответ: $C \approx 0{,}016$ мкФ.

С6. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп $^{24}_{11}\mathrm{Na}$. Активность 1 см^3 этого раствора $a_0 = 2000$ распадов в секунду. Период полураспада изотопа $^{24}_{11}\mathrm{Na}$ равен $T = 15{,}3$ ч. Через $t = 3$ ч 50 мин активность 1 см^3 крови пациента стала $a = 0{,}28$ распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента $V = 6$ л? Переходом ядер изотопа $^{24}_{11}\mathrm{Na}$ из крови в другие ткани организма пренебречь.

Образец возможного решения
Активность всего объёма крови пациента по прошествии времени t равна $a(t) = a_0 2^{-\frac{t}{T}}$. Активность образца крови в момент времени t: $a = a(t)\frac{V_0}{V}$. Отсюда $V_0 = V\frac{a \cdot 2^{\frac{t}{T}}}{a_0}$. Ответ: $V_0 \approx 1$ см^3.

ВАРИАНТ 2

С1. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением $r = 0{,}5$ Ом и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением R. При изменении сопротивления нагрузки изменяется сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на нагрузке. На рисунке представлен график изменения мощности, выделяющейся на нагрузке, в зависимости от силы тока в цепи.



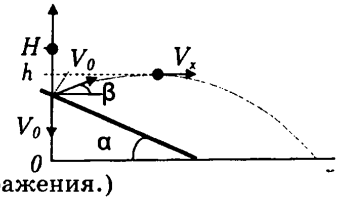
Используя известные физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от силы тока является параболой. Чему равна ЭДС батареи?

Образец возможного решения
Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, имеющем сопротивление R, определяется законом Джоуля–Ленца $P = UI$, где I – сила тока в цепи, а U — напряжение на резисторе. Сила тока определяется законом Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$, а напряжение на резисторе – законом Ома для участка цепи $U = IR$. На графике мощность в нагрузке зависит от силы тока I, поэтому сопротивление нагрузки $R = R(I) = \frac{\mathscr{E}}{I} - r$ и напряжение на резисторе $U(I) = IR = \mathscr{E} - Ir$ необходимо рассматривать как величины, зависящие от силы тока I и параметров батареи $\mathscr{E}$ и r, которые не меняются. Мощность в нагрузке $P(I) = U(I)I = I(\mathscr{E} - Ir)$ — квадратичная функция силы тока. График этой функции – парабола, проходящая через точки $I_1 = 0$, $I_2 = I_{max} = \frac{\mathscr{E}}{r}$. Следовательно, $\mathscr{E} = 2$ В.

С2. С высоты H над землёй из состояния покоя начинает свободно падать стальной шарик, который через время $t = 0{,}4$ с сталкивается с плитой, наклонённой под углом 30° к горизонту. После абсолютно упругого удара он движется по траектории, верхняя точка которой находится на высоте $h = 1{,}4$ м над землёй. Чему равна высота H? Сделайте схематический рисунок, поясняющий решение.

Образец возможного решения

1. Перед столкновением с плитой скорость шарика направлена вертикально вниз и равна $V_0 = gt$, а после упругого соударения с плитой её модуль не изменяется, а направление составляет угол $\beta = 90° - 2\alpha$ с горизонтом. (Угол падения шарика при упругом ударе равен углу отражения.)



2. При движении после соударения горизонтальная составляющая скорости не изменяется, так как шарик находится в свободном падении, а сила тяжести направлена вертикально, т. е. $v_x = V_0\cos\beta = \text{const}$.

3. Так как при упругом ударе энергия шарика сохраняется, его механическая энергия в течение всего времени движения остаётся постоянной. В начальный момент времени $E_0 = mgH$, а в момент наибольшего подъёма после соударения с плитой $E_1 = mgh + \frac{mv_x^2}{2}$. Сохранение энергии $E_1 = E_0$ приводит к уравнению $mgh + \frac{mv_x^2}{2} = mgH$.

4. Учитывая условие $v_x = V_0\cos\beta = gt\cos\beta = gt\sin 2\alpha$, получим отсюда высоту падения $H = h + \frac{gt^2\sin^2 2\alpha}{2}$.

5. Подставляя сюда значения величин, получаем ответ: $H = 2$ м.

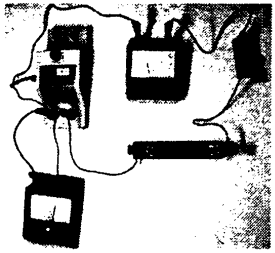
С3. Относительная влажность воздуха при $t = 36$ °С составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре $p_н = 5945$ Па. Какая масса пара содержится в 1 м^3 этого воздуха?

Образец возможного решения

Пар в воздухе подчиняется уравнению Клапейрона–Менделеева $pV = \frac{m}{M}RT$, где m — масса пара, p — парциальное давление, $T = t + 273$ – абсолютная температура воздуха, а $M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная масса пара.

Образец возможного решения
Учитывая, что относительная влажность $\varphi = \frac{p}{p_i}$, подставим в уравнение $p = \varphi p_i$ и вычислим массу пара: $m = \frac{pV}{RT} \cdot M = \frac{p_i V}{RT} M \cdot \varphi$ Подставляя сюда значения физических величин, найдём $m = \frac{5945 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}8}{8{,}31 \cdot 309} \approx 33{,}3 \cdot 10^{-3}$ (кг). Ответ: $m \approx 33{,}3$ г

С4. При изучении закона Ома для полной электрической цепи ученик исследовал зависимость напряжения на полюсах источника тока от силы тока во внешней цепи (см. рисунок).



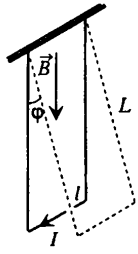
Внутреннее сопротивление источника не зависит от силы тока. Сопротивление вольтметра велико, сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

При силе тока в цепи 1 А вольтметр показывал напряжение 4,4 В, а при силе тока 2 А — напряжение 3,3 В.

Определите, какую силу тока покажет амперметр при показаниях вольтметра, равных 1,0 В.

Образец возможного решения
1. В соответствии с законами Ома для полной электрической цепи и её участка напряжение на полюсах источника линейно зависит от силы тока: $U = \mathscr{E} - I\,r$. 2. Запишем закон Ома для двух случаев измерений: $\begin{cases} U_1 = \mathscr{E} - I_1 r, \\ U_2 = \mathscr{E} - I_2 r. \end{cases}$ Подставим значения токов и напряжений и получим $\mathscr{E} = 5{,}5$ В; $r = 1{,}1$ Ом. Силу тока при напряжении $U_0 = 1{,}0$ В можно найти из уравнения $U_0 = \mathscr{E} - I_0\,r$. Отсюда $I_0 = \frac{\mathscr{E} - U_0}{r} = \frac{5{,}5 - 1{,}0}{1{,}1} \approx 4{,}1$ (А).

С5. Металлический стержень длиной $l = 0{,}1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0{,}1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



Образец возможного решения
При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера $F = IBl = 0{,}1$ Н, направленная горизонтально. В соответствии со вторым законом Ньютона эта сила вызывает горизонтальное ускорение стержня, которое в начальный момент равно $a = \frac{F}{m} = \frac{IBl}{m} = 10$ м/с^2. За время действия силы Ампера стержень переместится на малое расстояние. Горизонтальная составляющая суммы сил натяжения нитей $R \ll mg$ при этом практически не влияет на движение стержня в горизонтальном направлении, и это движение можно считать равноускоренным. Следовательно, скорость стержня в момент выключения тока можно вычислить по формуле $v = at = \frac{IBl}{m}t$. Ответ: $v = 1$ м/с.

С6. Фотокатод с работой выхода $4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 2 см. Какова частота ν падающего света?

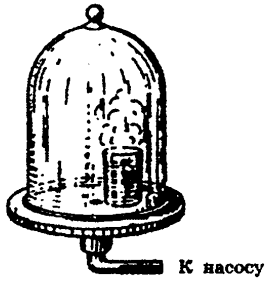
Образец возможного решения
Электрон в магнитном поле движется по окружности радиуса R со скоростью v и центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{R}$. Ускорение вызывается силой Лоренца $F = evB$ в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m\frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow v = \frac{eBR}{m}$.

Образец возможного решения
Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$. Подставляя в это уравнение скорость электрона, получим выражение для частоты света $\nu = \frac{A}{h} + \frac{(eBR)^2}{2mh}$. Ответ: $\nu \approx 1 \cdot 10^{15}$ Гц.

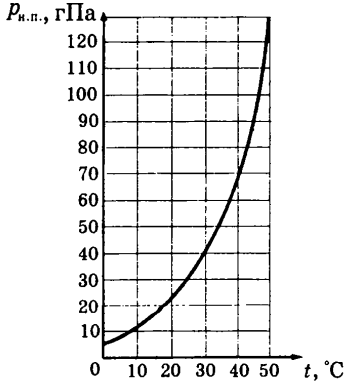
ВАРИАНТ 3

С1. В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. 1 *а*), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало.

Используя график зависимости давления насыщенного пара от температуры (рис. 1 *б*), укажите, какое давление воздуха нужно создать под колоколом насоса, чтобы вода закипела при 40 °С. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



а

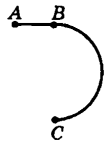


б

Рис. 1

Образец возможного решения
1. Кипением называется парообразование, которое происходит не только с поверхности жидкости, граничащей с воздухом, но и с поверхности пузырьков насыщенного пара, образующихся в толще жидкости, что резко увеличивает количество испарившейся жидкости. Всплывающие пузырьки вызывают интенсивное перемешивание жидкости. 2. Образование пузырьков пара в жидкости возможно только в том случае, когда давление этого пара p равно давлению снаружи пузырька на глубине h: $p = p_{атм} + \rho gh$. В сосуде $\rho gh \ll p_{атм}$, поэтому условие возникновения кипения $p = p_{атм}$. Следовательно, чтобы вода закипела при 40 °С, в соответствии с графиком давление воздуха под колоколом необходимо снизить до 70 гПа.

С2. Стартуя из точки A (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки B, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки C. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок BC, больше, чем на участок AB, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория BC — полуокружность.

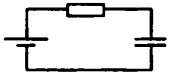


Образец возможного решения
Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле $a_1 = \frac{v}{t_1}$, где v — скорость в точке B, а t_1 – время движения по прямолинейному участку. Ускорение при движении по дуге окружности есть центростремительное ускорение и определяется по формуле $a_2 = \frac{v^2}{R}$, где R — радиус полуокружности. С учётом того, что $v = \frac{\pi R}{t_2}$, получим $a_2 = \frac{v\pi}{t_2}$. Приравнивая выражения для ускорений, получим $\frac{v}{t_1} = \frac{v\pi}{t_2}$, откуда для искомого отношения имеем $\frac{t_2}{t_1} = \pi$. Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

С3. Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре 1,8 кг сухих дров, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды 10 °С, удельная теплота сгорания сухих дров $\lambda = 8{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

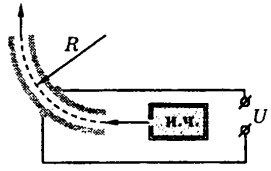
Образец возможного решения
Количество теплоты, выделяющееся при сжигании дров: $Q = \lambda m$. (1) На нагрев воды расходуется количество теплоты $Q_п = (1 - \eta)Q$, (2) где η – относительная доля количества теплоты Q, рассеянная в окружающую среду. Количество теплоты, необходимое для нагревания воды до кипения: $Q_п = cM(t_к - t_0)$. (3) Объединяя соотношения (1) – (3), получим $M = \dfrac{(1-\eta)\lambda m}{c(t_к - t_0)}$. Ответ: $M \approx 2$ кг.

С4. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл? Потерями на излучение пренебречь.



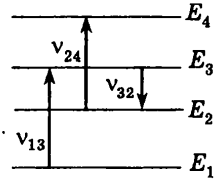
Образец возможного решения
Закон сохранения энергии: $W_н + A_{бат} + A = W_к + Q$, где $W_н$ и $W_к$ — энергия электрического поля конденсатора соответственно в начале и в конце процесса, $A_{бат}$ — работа источника тока, A — работа, совершённая против сил притяжения пластин, Q — количество теплоты, выделившееся на резисторе; $W_н = \frac{1}{2}C_1\mathscr{E}^2$, $W_к = \frac{1}{2}C_2\mathscr{E}^2$, $A_{бат} = \mathscr{E}\Delta q = \mathscr{E}(C_2\mathscr{E} - C_1\mathscr{E}) = \mathscr{E}^2\Delta C$, где ΔC — изменение ёмкости конденсатора. Из этих уравнений получаем $\frac{1}{2}\mathscr{E}^2\Delta C + A = Q$. По условию $\Delta q = \mathscr{E}\Delta C = -1$ мкКл. Следовательно, $A - Q = 50$ мкДж и $A = 60$ мкДж. Ответ: $A = 60$ мкДж.

С5. На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и. ч.) влетают, как показано на рисунке, ионы с зарядом e. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м. При каком значении кинетической энергии ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



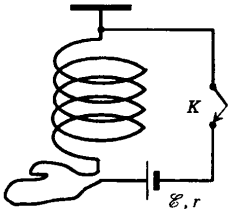
Образец возможного решения
Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ задаётся силой $F = eE$ действия электрического поля, так что $eE = m\frac{v^2}{R}$. (Здесь e, m и v — соответственно заряд, масса и скорость иона, E — напряжённость электрического поля.) Поскольку кинетическая энергия иона $E_к = \frac{mv^2}{2}$, получаем, что $eE = \frac{2E_к}{R}$. Отсюда $E_к = \frac{1}{2}ReE = \frac{1}{2}0{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^4 = 2 \cdot 10^{-15}$ (Дж). Ответ: $E_к = 2 \cdot 10^{-15}$ Дж.

С6. На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова <u>максимальная</u> длина волны фотонов, излучаемых атомом при <u>любых возможных переходах</u> между уровнями E_1, E_2, E_3 и E_4, если $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц?



Образец возможного решения
Максимальная длина волны соответствует минимальной частоте. Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней: $\nu_{21} = \dfrac{E_2 - E_1}{h}$. Имеем $\nu_{21} = \nu_{13} - \nu_{32} = 10^{14}(7 - 3) = 4 \cdot 10^{14}$ (Гц), $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{43} = \nu_{24} - \nu_{32} = 10^{14}(5 - 3) = 2 \cdot 10^{14}$ (Гц). Минимальной здесь является частота $\nu_{43} = 2 \cdot 10^{14}$ Гц. Ей соответствует длина волны $\lambda_{43} = \dfrac{c}{\nu_{43}}$. Ответ: $\lambda_{43} \approx 1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м.

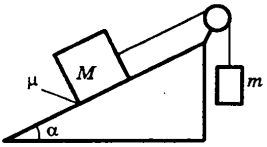
ВАРИАНТ 4



С1. Мягкая пружина из нескольких крупных витков провода подвешена к потолку. Верхний конец пружины подключается к источнику тока через ключ К, а нижний — с помощью достаточно длинного мягкого провода (см. рисунок). Как изменится длина пружины через достаточно большое время после замыкании ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Эффектами, связанными с нагреванием провода, пренебречь.

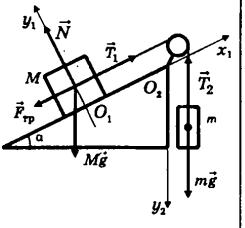
Образец возможного решения
1) Пружина сожмётся, её длина уменьшится. 2) До замыкания ключа пружина находится в состоянии равновесия, в котором упругие силы, действующие на каждый виток пружины со стороны соседних витков, уравновешивают силу тяжести, действующую на виток. 3) При замыкании ключа К по цепи пойдёт ток. В соседних витках пружины токи потекут сонаправленно. Проводники с сонаправленными токами притягиваются друг к другу. В результате после затухания вертикальных колебаний витков пружины будет достигнуто новое состояние равновесия (пружина станет короче), в котором упругие силы, действующие на каждый виток пружины со стороны соседних витков, будут уравновешивать силу тяжести и силу Ампера, действующие на виток.

С2. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30°$, коэффициент трения $\mu = 0{,}3$). Чему равно максимальное значение массы m, при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя?



Образец возможного решения

1. Если масса m достаточно велика, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M, направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рисунок).



2. Будем считать систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введённой системы координат:

$$\left.\begin{aligned} &O_1x_1 : T_1 - Mg\sin\alpha - F_{тр} = 0 \\ &O_1y_1 : N - Mg\cos\alpha = 0 \\ &O_2y_2 : mg - T_2 = 0 \end{aligned}\right\}$$

Учтем, что

$T_1 = T_2 = T$ (нить лёгкая, между блоком и нитью трения нет),

$F_{тр} \leqslant \mu N$ (сила трения покоя).

Тогда

$T = mg$,

$F_{тр} = mg - Mg\sin\alpha$,

$N = Mg\cos\alpha$,

и мы приходим к неравенству

$mg - Mg\sin\alpha \leqslant \mu Mg\cos\alpha$

с решением

$m \leqslant M(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$.

Таким образом,

$m_{max} = M(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \approx 0{,}76$ кг.

Ответ: $m_{max} \approx 0{,}76$ кг.

С3. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0$ °С. Если сообщить ему количество теплоты Q, то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20$ °С. Какая доля льда k растает, если сообщить ему

количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

Образец возможного решения

1. Пусть m — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, c — удельная теплоёмкость воды. Тогда

$$\begin{cases} Q = \lambda m + cm(t_2 - t_1), \\ \frac{Q}{2} = \lambda(km). \end{cases}$$

2. Выразив Q из второго уравнения и подставив этот результат в первое уравнение, получим:

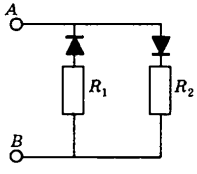
$$(2k - 1)\lambda = c(t_2 - t_1),$$

откуда

$$k = \frac{1}{2}\left[\frac{c}{\lambda}(t_2 - t_1) + 1\right] \approx 0{,}63.$$

Ответ: $k \approx 0{,}63$.

С4. В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке A — положительного, а к точке B — отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая в цепи мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая в цепи мощность равна 14,4 Вт.



Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.

Образец возможного решения

При подключении положительного полюса батареи к точке A потенциал точки A выше потенциала точки B ($\varphi_A > \varphi_B$), поэтому ток через резистор R_1 не течёт, а течёт через резистор R_2.

Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рисунке 1. Потребляемая мощность $P_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{R_2}$.

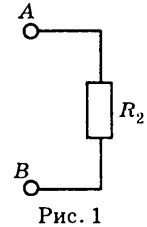
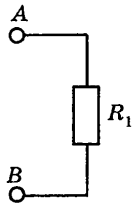
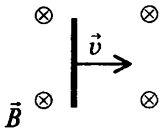


Рис. 1

Образец возможного решения
При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$, ток через резистор R_2 не течёт, но течёт через резистор R_1. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рисунке 2. При этом потребляемая мощность $P_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{R_1}$.  Рис. 2 Из этих уравнений получаем: $R_2 = \frac{\mathscr{E}^2}{P_1}$, $R_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{P_2}$. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом. Ответ: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом.

С5. Проводник длиной 1 м движется равноускоренно в однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). Начальная скорость движения проводника 4 м/с. Значение ЭДС индукции в этом проводнике в конце перемещения на расстояние 1 м равно 3 В. Чему равно ускорение, с которым движется проводник в магнитном поле?

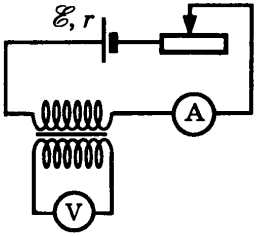


Образец возможного решения
Модуль ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле $\vec{B}$, в данном случае равен $\lvert\mathscr{E}\rvert = Blv$, где v — скорость движения проводника, l — его длина. В конце перемещения $\vec{d}$ в случае равноускоренного движения по прямой с ускорением $\vec{a}$ и начальной скоростью $\vec{v}_0$ скорость проводника равна $v = \sqrt{v_0^2 + 2ad}$. Отсюда следует равенство $\frac{\mathscr{E}^2}{B^2 l^2} = v_0^2 + 2ad$, из которого получаем величину ускорения проводника: $a = \frac{1}{2d}\left(\frac{\mathscr{E}^2}{B^2 l^2} - v_0^2\right) =$ $= 10$ м/с^2. Ответ: $a = 10$ м/с^2.

С6. Покоящийся атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13{,}6$ эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны $\lambda = 80$ нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.

Образец возможного решения
Из условия следует, что кинетическая энергия исходного атома и кинетическая энергия образовавшегося иона в балансе энергии не участвуют.
Энергия поглощённого фотона $E_ф = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Согласно закону сохранения энергии, $E_к = E_ф + E_1$, где $E_к = \frac{mv^2}{2}$ — кинетическая энергия электрона, вылетевшего из атома. Отсюда $\frac{mv^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} + E_1$ и $v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{hc}{\lambda} + E_1\right)}$, $v = \sqrt{\frac{2\left(\frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^{-8}} - 13{,}6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\right)}{9{,}1 \cdot 10^{-31}}} \approx 8{,}11 \cdot 10^5$ (м/с).
Ответ: $v \approx 811$ км/с.

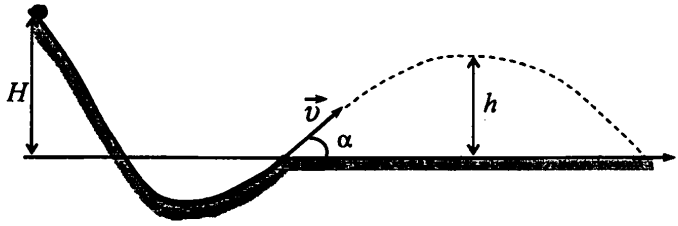
ВАРИАНТ 5



С1. На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с $\mathscr{E}$.

Образец возможного решения
1) Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки. Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем левом положении. (Когда движок придёт в крайнее левое положение и движение его прекратится, амперметр будет показывать постоянную силу тока в цепи, а напряжение, измеряемое вольтметром, окажется равным нулю.) 2) При перемещении ползунка влево сопротивление цепи уменьшается, а сила тока увеличивается в соответствии с законом Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$, где R — сопротивление внешней цепи. 3) Изменение тока, текущего по первичной обмотке трансформатора, вызывает изменение индукции магнитного поля, создаваемого этой обмоткой. Это приводит к изменению магнитного потока через вторичную обмотку трансформатора. 4) В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции $\mathscr{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ во вторичной обмотке, а, следовательно, напряжение U на её концах, регистрируемое вольтметром.

С2. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под таким углом к горизонту, что дальность его полёта максимальна. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полёта h на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



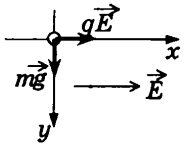
Образец возможного решения
Модель гонщика — материальная точка. Считаем полёт свободным падением с начальной скоростью $\vec{v}$, направленной под углом α к горизонту. Дальность полёта определяется из выражения $S = \frac{v^2}{g}\sin 2\alpha$. А высота полёта $h = \frac{v^2}{2g}\sin^2\alpha$. Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{2g} = H$. Максимальная дальность полета возможна при условии $\sin 2\alpha = 1$, т.е. при $\alpha = 45^\circ$. Отсюда $h = H\sin^2\alpha = \frac{H}{2}$. Ответ: высота полёта $h = \frac{H}{2}$.

С3. Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0 °С. (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

Образец возможного решения
Второй закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{He}g + m_{об}g$. Выразим силы через радиус r шара: $\rho_в gV = m_{об}g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}gV \Rightarrow \rho_в g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$, откуда радиус: $r = \frac{3b}{\rho_в - \rho_{He}}$, где $b = 1$ кг/м^2 — отношение массы оболочки к её площади. Плотности гелия и воздуха получаем из уравнения Клапейрона—Менделеева: $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}$, $\rho_в = \frac{M_в p}{RT}$. Таким образом, радиус шара: $r = \frac{3bRT}{p(M_в - M_{He})} \approx 2{,}7$ м. Масса оболочки шара $m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 92$ кг. Ответ: $m \approx 92$ кг.

С4. Полый шарик массой $m = 0{,}4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45°$. Чему равен модуль напряжённости электрического поля E?

Образец возможного решения



1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.
2) В инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона, $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, и вектор ускорения тела оказывается постоянным.
3) При движении из состояния покоя с постоянным ускорением тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45°$ с вертикалью, следовательно,

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1. \text{ Отсюда } E = \frac{mg}{q}.$$

Ответ: $E = 0{,}5 \cdot 10^6$ В/м = 500 кВ/м.

С5. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,2 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

Образец возможного решения

При колебаниях маятника максимальную скорость груза v можно определить из закона сохранения энергии:

$\frac{mv^2}{2} = mgh$, где максимальная высота подъёма груза h выражается через максимальный угол отклонения следующим образом: $h = l(1 - \cos\alpha) = 2l\sin^2\frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$.

Образец возможного решения
С учётом малости колебаний $\alpha \approx \frac{A}{l}$, где A — амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда $A = \upsilon\sqrt{\frac{l}{g}}$. Амплитуда A_1 колебаний смещения изображения груза на экране, расположенном на расстоянии b от плоскости тонкой линзы, пропорциональна амплитуде A колебаний груза, движущегося на расстоянии a от плоскости линзы: $A_1 = A\frac{b}{a}$. Расстояние a определяется по формуле тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, откуда $a = b\frac{F}{b-F}$, и $\frac{b}{a} = \frac{b}{F} - 1$. Следовательно, $A_1 = A\frac{b}{a} = \upsilon\sqrt{\frac{l}{g}}\frac{b}{a} = \upsilon\sqrt{\frac{l}{g}}\left(\frac{b}{F} - 1\right)$. Ответ: $A_1 = 0{,}15$ м.

С6. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1{,}9$ В. Определите длину волны λ.

Образец возможного решения
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m\upsilon^2}{2}$. (1) Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $\frac{hc}{\lambda_0} = A$. (2) Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{m\upsilon^2}{2} = eU$.(3) Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}$. Ответ: $\lambda \approx 200$ нм.

ОТВЕТЫ

Ответы к заданиям части А

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Вариант 1	2	2	4	1	1	2	3	1	4	1	3	4	2
Вариант 2	1	3	4	1	4	3	4	4	4	2	1	3	3
Вариант 3	1	2	3	4	3	2	3	3	4	1	4	3	1
Вариант 4	1	1	3	1	3	4	2	4	2	2	2	1	3
Вариант 5	1	2	4	3	2	4	4	2	3	4	4	1	3
Вариант 6	4	3	3	3	2	1	1	1	2	2	4	3	4
Вариант 7	4	1	1	3	1	4	2	1	2	3	3	3	2
Вариант 8	2	1	2	3	2	2	3	4	2	4	1	3	4
Вариант 9	1	1	3	2	3	4	4	4	3	4	2	3	3
Вариант 10	3	2	2	1	3	2	3	1	4	2	4	3	4

	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25
Вариант 1	4	1	3	3	2	1	3	3	4	3	4	2
Вариант 2	3	2	1	3	2	2	3	2	2	1	1	2
Вариант 3	1	2	4	1	3	3	3	1	2	4	4	1
Вариант 4	1	1	2	2	1	2	4	4	4	4	3	1
Вариант 5	4	1	2	3	1	2	4	2	1	3	1	3
Вариант 6	1	3	4	4	4	4	2	2	2	1	1	3
Вариант 7	3	1	2	4	4	4	3	2	4	4	1	2
Вариант 8	4	1	2	1	3	3	2	3	4	1	1	1
Вариант 9	1	4	4	3	2	1	2	4	1	3	2	3
Вариант 10	4	3	3	4	4	1	3	2	2	4	1	3

Ответы к заданиям части В

	В1	В2	В3	В4
Вариант 1	211	211	13	42
Вариант 2	332	211	21	12
Вариант 3	213	131	24	12
Вариант 4	112	213	31	21
Вариант 5	121	311	34	23
Вариант 6	121	121	21	23
Вариант 7	121	222	41	12
Вариант 8	321	112	31	13
Вариант 9	121	111	21	43
Вариант 10	123	123	43	32

Ответы к заданиям части С

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ С1

	С1
Вариант 1	На участке от V_0 до $3V_0$ график $p(V)$ — горизонтальный отрезок прямой, на участке от $3V_0$ до $6V_0$ — фрагмент гиперболы
Вариант 2	Мощность, выделяемая на нагрузке – квадратичная функция силы тока. ЭДС батареи $\mathscr{E} = 2$ В
Вариант 3	Чтобы вода закипела при 40 °С, давление воздуха под колоколом необходимо снизить до 70 гПа
Вариант 4	Пружина сожмётся, её длина уменьшится
Вариант 5	Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки
Вариант 6	Рамка повернётся по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу
Вариант 7	Переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма
Вариант 8	При температуре кипения уровень воды в трубке и в тазике один и тот же

Окончание табл.

	C1
Вариант 9	Тёплый насыщенный водяной пар внутри банки, соприкасаясь с более холодной стенкой банки, частично конденсируется — выпадает роса
Вариант 10	Трубочка притянется к шару, и нить подвеса станет наклонной

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ С2—С6

	C2	C3
Вариант 1	$M \approx 330$ г	$S = 30$ см^2
Вариант 2	$H = 2$ м	$m \approx 33$ г
Вариант 3	$\frac{t_2}{t_1} = \pi$	$M \approx 2$ кг
Вариант 4	$\approx 0{,}76$ кг	$\approx 0{,}63$
Вариант 5	$\frac{H}{2}$	≈ 92 кг
Вариант 6	0,1 кг	0,3 м
Вариант 7	20 м/с	$\approx 0{,}5$ м
Вариант 8	$\approx 0{,}3$ м	≈ -5 °С
Вариант 9	0,8 с	$\approx 0{,}5$
Вариант 10	3	≈ 700 Дж

	C4	C5	C6
Вариант 1	$R = 4$ Ом	$C \approx 0{,}016$ мкФ	$V_0 \approx 1$ см^3
Вариант 2	$I_0 \approx 4{,}1$ А	$v = 1$ м/с	$\nu = 1 \cdot 10^{15}$ Гц
Вариант 3	$A = 60$ мкДж	$E_к = 2 \cdot 10^{-15}$ Дж	$\lambda_{43} = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м
Вариант 4	$R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом	10 м/с^2	≈ 811 км/с
Вариант 5	500 кВ/м	0,15 м	≈ 200 нм
Вариант 6	$T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$	≈ 4 А	$\approx 3 \cdot 10^6$ м/с
Вариант 7	Вольтметр даёт неверные показания	4,0 мА	$\approx 4{,}3 \cdot 10^{-7}$ м
Вариант 8	30 м/с	0,25 Тл	≈ 39 мин
Вариант 9	1 мм	$B > \frac{2mg}{3aI}$	$\approx 1{,}9$ эВ
Вариант 10	4,5 Вт	$\approx 1{,}1$ Тл/с	$1{,}46 \cdot 10^6$ м/с

Тесты

ЕГЭ-2013

ФИЗИКА

САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ
ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ
ЗАДАНИЙ

Автор-составитель
Виталий Аркадьевич Грибов

Редакция «Образовательные проекты»

Ответственный редактор *М.В. Косолапова*
Технический редактор *А.Л. Шелудченко*
Корректор *И.Н. Мокина*
Оригинал-макет подготовлен ООО «БЕТА-Фрейм»

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;
953005 — литература учебная

Сертификат соответствия
№ РОСС RU.AE51.H16211 от 06.06.2012 г.

ООО «Издательство Астрель»
129085, г. Москва, пр-д Ольминского, д. 3а

Издается при техническом участии ООО «Издательство АСТ»

ОАО «Владимирская книжная типография»
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7.
Качество печати соответствует качеству предоставленных диапозитивов

По вопросам приобретения книг обращаться по адресу:
129085, Москва, Звёздный бульвар, дом 21, 7 этаж
Отдел реализации учебной литературы
ООО «Издательство Астрель»
Справки по телефонам: (495)615-53-10, (495)775-74-45 доб. 1-17-04