

**САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ
ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ
ЗАДАНИЙ**

ЕГЭ



2012

ФИЗИКА



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ

РАЗРАБОТЧИК КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
для ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ

ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ ЕГЭ

2012 ФИЗИКА



**АСТ • Астрель
Москва**

УДК 373:53
ББК 22.3я721
С17

Автор-составитель
В.А. Грибов

С17 Самое полное издание типовых вариантов заданий
ЕГЭ : 2012 : Физика / авт.-сост. В.А. Грибов. — М.:
АСТ: Астрель, 2012. — 190, [2] с.: ил. — (Федераль-
ный институт педагогических измерений).

ISBN 978-5-17-075457-1 (ООО «Издательство АСТ»)

ISBN 978-5-271-37171-4 (ООО «Издательство Астрель»)

УДК 373:53
ББК 22.3я721

Подписано в печать 26.07.2011. Формат 84x108¹/₃₂.
Усл. печ. л. 10,08. Тираж 40 000 экз. Заказ № 11822.

ISBN 978-5-17-075457-1 (ООО «Издательство АСТ»)

ISBN 978-5-271-37171-4 (ООО «Издательство Астрель»)

© ФИПИ, 2011

© ООО «Издательство Астрель», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ЕГЭ

Информация для участников единого государственного экзамена	5
Описание бланка регистрации и бланков ответов участников единого государственного экзамена	16
Правила заполнения бланка регистрации и бланков ответов	18
Образцы экзаменационных бланков	32

ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ

Инструкция по выполнению работы	36
Вариант 1	39
Часть 1	39
Часть 2	44
Часть 3	46
Бланки ответов	50
Вариант 2	52
Часть 1	52
Часть 2	57
Часть 3	59
Бланки ответов	63
Вариант 3	65
Часть 1	65
Часть 2	70
Часть 3	72
Бланки ответов	76
Вариант 4	78
Часть 1	78
Часть 2	83
Часть 3	85
Бланки ответов	89

Вариант 5	91
Часть 1	91
Часть 2	96
Часть 3	98
Бланки ответов	102
Вариант 6	104
Часть 1	104
Часть 2	108
Часть 3	110
Вариант 7	114
Часть 1	114
Часть 2	118
Часть 3	120
Вариант 8	124
Часть 1	124
Часть 2	128
Часть 3	130
Вариант 9	133
Часть 1	133
Часть 2	138
Часть 3	140
Вариант 10	144
Часть 1	144
Часть 2	149
Часть 3	151
Решения заданий варианта 1, часть 1	154
Решения заданий варианта 1, часть 2	158
Решения заданий варианта 1, часть 3А	160
Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом	161
Ответы	188

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 2012 г. можно найти на этом же портале непосредственно перед проведением ЕГЭ 2012 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 Рособнадзора 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 представители¹) 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 № ххххх), штрихкода на тексте варианта КИМ штрихкоду на конверте индивидуального комплекта (внизу слева КИМ № ххххх). 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 апелляцию:

— 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/м². 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/м². 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/м². 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/м². 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.

3. Заполнение бланка регистрации

[illegible]

Рис. 1. Бланк регистрации

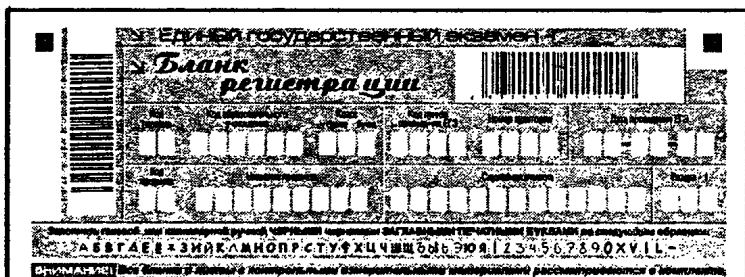


Рис. 2. Верхняя часть бланка регистрации

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

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

[illegible]

**Рис. 3. Сведения об участнике
единого государственного экзамена**

**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.

По окончании 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.

По окончании ЕГЭ сдать этот конверт

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).

The form is titled "Заполняется ответственным организатором в аудитории" (Filled out by the responsible organizer in the auditorium). It contains two checkboxes: "Удален с экзамена в связи с нарушением порядка проведения ЕГЭ" (Removed from the exam due to violation of the exam conduct order) and "Не закончил экзамен по уважительной причине" (Did not finish the exam for a valid reason). There is also a large empty rectangular box for a signature or stamp.

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. 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).

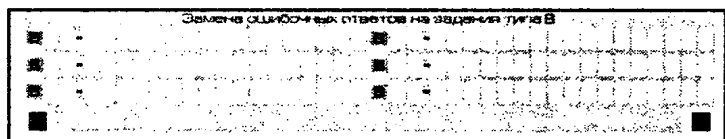


Рис. 10. Область замены ошибочных ответов на задания типа В

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.

Бланк ответов № 2

Фамилия, имя, отчество: _____

Номер准考证: _____

Школа: _____

ИНН: _____

ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОГО ИСХОДНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

При недостатке места для ответа используйте обратную 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.

б. 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

ПРИМЕРЫ

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

При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

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

[illegible]

- ❖ 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 несоответствия указанных цифровых значений следует обратиться к организатору в аудиторию и получить другой ИК.

Сторона проведения
гражданского государственного экзамена (подпись) _____
Сторона приема экзамена (подпись) _____
Подпись участника ЕГЭ с его личной печатью

Удален с экзамена в связи с
нарушением порядка проведения ЕГЭ

Не закончил экзамен по
уважительной причине

Бланк ответов № 1

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными и проверочными материалами регистрируются в ведомости.

Blank area for answers.

При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1—A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1—B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: A22—A25 с выбором одного верного ответа и C1—C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$
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 °C
----------	-----------	-------------	------

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 1¹

ЧАСТЬ 1

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

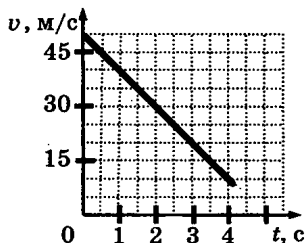
А1. На графике приведена зависимость скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Определите модуль ускорения тела.

1) 10 м/с^2

3) 15 м/с^2

2) 5 м/с^2

4) $12,5 \text{ м/с}^2$



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 $v = 10 \text{ м/с}$. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

1) 0

2) $1,7 \text{ Н}$

3) $1,0 \text{ Н}$

4) $2,0 \text{ Н}$

¹ Полный перечень вопросов, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2012 года, приведен в кодификаторе элементов содержания по физике для составления контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена 2012 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 2012 года. Физика» внимательно изучить спецификацию и кодификатор.

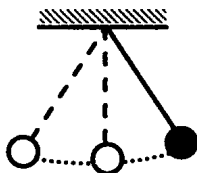
А4. На тело, движущееся прямолинейно в одном направлении в инерциальной системе отсчёта, действует постоянная сила, равная 2 Н. За какое время изменение импульса тела составит 4 кг · м/с?

- 1) 2 с 2) 8 с 3) 6 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 3) 30 Дж
2) 24 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 пылицы 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 объем в 4 раза?

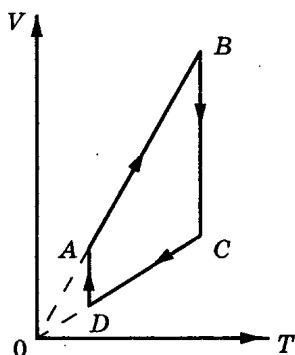
- 1) повысить в 16 раз
- 2) повысить в 4 раза
- 3) понизить в 16 раз
- 4) понизить в 4 раза

A9. 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

A10. 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?

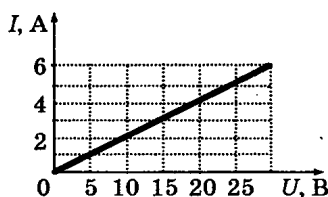
- 1) DA
- 2) CD
- 3) BC
- 4) AB



A11. Пылинка, имевшая отрицательный заряд $-2e$, потеряла один электрон. Каким стал заряд пылинки?

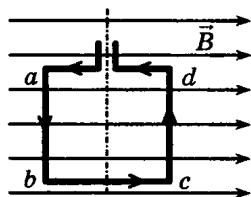
- 1) $+3e$
- 2) $-e$
- 3) $-3e$
- 4) $+e$

A12. На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



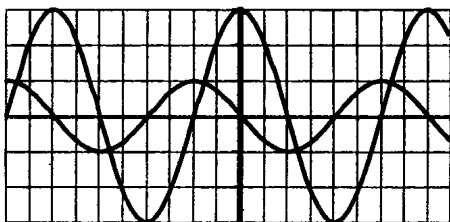
- 1) 5 Ом
- 2) 4 Ом
- 3) 0,25 Ом
- 4) 20 Ом

A13. 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 $\otimes$
- 2) вдоль направления линий магнитной индукции $\rightarrow$
- 3) сила равна нулю
- 4) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам $\odot$

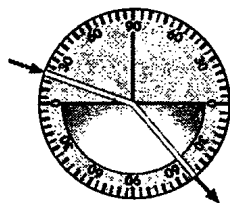
A14. На рисунке приведены осциллограммы напряжений на двух различных элементах электрической цепи переменного тока.



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

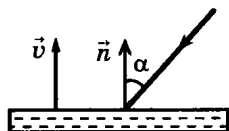
A15. На рисунке представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведённой таблицей, определите показатель преломления вещества.



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

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

A16. 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) $\sqrt{\left(\frac{c}{2} + 2v\right)^2 + \frac{3}{4}c^2}$ 3) $c + 2v$
 2) c 4) $c - 2v$

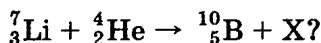
A17. Как нужно изменить частоту световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 1,5 раза?

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

A18. Каков заряд ядра $^{11}_5\text{B}$ (в единицах элементарного заряда)?

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

A19. Какая частица X образуется в реакции

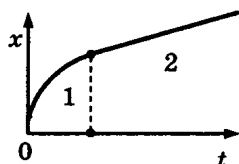


- 1) электрон
 2) нейтрон
 3) α -частица
 4) протон

A20. 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

A21. 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 уменьшается, а на участке 2 — увеличивается
- 2) на участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается
- 3) на участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна
- 4) на участке 1 модуль скорости 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

В2. Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света, модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ 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 $U_{\text{зап}}$	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$

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

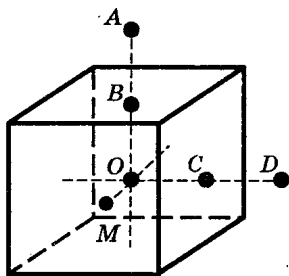
- А) скорость света в воздухе
Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \cdot \nu$
- 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.

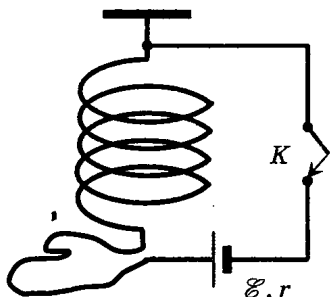
ЧАСТЬ 3

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 «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

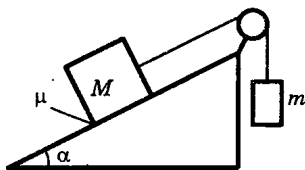
Полное решение задач С1—С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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



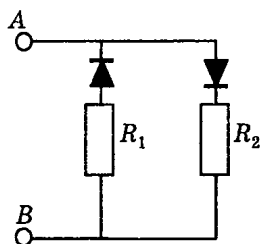
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

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 $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя?



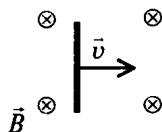
С3. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями 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 мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 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.

Бланк ответов №2

Вниманию! Все бланки и листы с контрольными и испытательными материалами распространяются в комплекте.

Blank area for answers, featuring a grid pattern.

При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

Вариант 2

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Тело начинает падать из состояния покоя и перед ударом о землю имеет скорость 40 м/с. Каково время падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 30 с
- 2) 0,25 с
- 3) 4 с
- 4) 400 с

A2. В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой m ускорение $\vec{a}$. Если на тело массой $2m$ будет действовать вдвое меньшая сила, то ускорение тела будет равно

- 1) $\vec{a}$
- 2) $\frac{\vec{a}}{8}$
- 3) $4\vec{a}$
- 4) $\frac{\vec{a}}{4}$

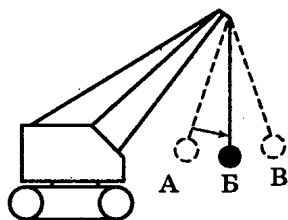
A3. Два маленьких шарика с одинаковой массой m находятся на большом расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между ними $2r$?

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

A4. Грузовик и легковой автомобиль движутся со скоростями $v_1 = 54$ км/ч и $v_2 = 108$ км/ч. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

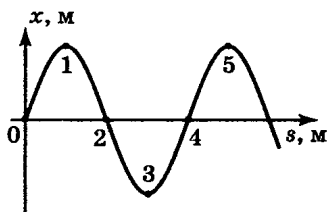
- 1) 2,5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 1,5

А5. Для разрушения преграды часто используют массивный шар, раскачиваемый на стреле подъёмного крана (см. рисунок). Какие преобразования энергии происходят при перемещении шара из положения А в положение Б?



- 1) кинетическая энергия шара преобразуется в его потенциальную энергию
- 2) потенциальная энергия шара полностью преобразуется в его внутреннюю энергию
- 3) внутренняя энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию
- 4) потенциальная энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию

А6. На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 3 равна



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

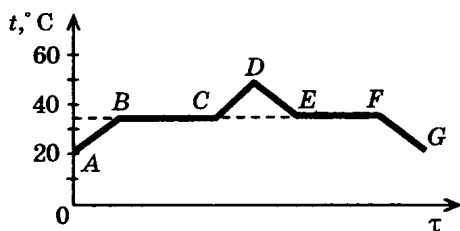
А7. Явление диффузии в жидкостях объясняется тем, что молекулы жидкостей

- 1) отталкиваются друг от друга
- 2) колеблются около своих положений равновесия
- 3) притягиваются друг к другу
- 4) могут хаотично перемещаться по объёму

А8. При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. При этом абсолютная температура газа

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1) не изменилась | 3) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз |
| 2) уменьшилась в 2 раза | 4) уменьшилась в 4 раза |

А9. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделённым от атмосферы лёгким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать, начиная от комнатной температуры. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Какой участок графика соответствует конденсации паров эфира?



- 1) DE 2) CDE 3) EF 4) FG

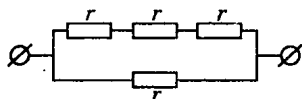
А10. Внутренняя энергия идеального газа в герметично закрытом сосуде уменьшается при

- 1) адиабатном сжатии
- 2) изохорном охлаждении
- 3) изобарном расширении
- 4) изотермическом сжатии

А11. Силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю F . Как изменится модуль сил взаимодействия между этими телами, если заряд каждого тела уменьшить в 2 раза?

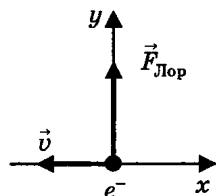
- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

А12. Каково сопротивление изображённого на рисунке участка цепи, если сопротивление каждого резистора r ?



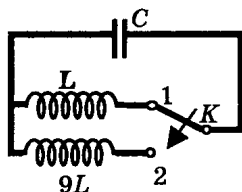
- 1) $\frac{3r}{2}$ 2) $\frac{3r}{4}$ 3) $4r$ 4) $\frac{4r}{3}$

A13. В некоторый момент времени скорость $\vec{v}$ электрона e^- , движущегося в магнитном поле, направлена вдоль оси x (см. рисунок). Как направлен вектор магнитной индукции $\vec{B}$, если в этот момент сила Лоренца, действующая на электрон, направлена вдоль оси y ?



- 1) из плоскости чертежа от нас $\otimes$
- 2) в отрицательном направлении оси x
- 3) в положительном направлении оси x
- 4) из плоскости чертежа к нам $\odot$

A14. Как изменится период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2?



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

A15. Абсолютный показатель преломления среды — это отношение

- 1) скорости света в вакууме к скорости света в среде
- 2) углов падения и преломления луча
- 3) скорости света в среде к скорости света в вакууме
- 4) углов преломления и падения луча

A16. Какое из приведённых ниже утверждений справедливо с точки зрения специальной теории относительности?

Физические явления описываются одинаковыми законами

- А. во всех инерциальных системах отсчёта.
- Б. в любых неинерциальных системах отсчёта.

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

A17. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 700$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 350$ нм. Отношение импульсов $\frac{p_1}{p_2}$ фотонов, излучаемых лазерами, равно

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

A18. Ядро какого элемента образуется после двух последовательных α -распадов из ядра ${}^{252}_{102}\text{No}$?

- 1) ${}^{248}_{98}\text{Cf}$ 3) ${}^{248}_{96}\text{Cm}$
2) ${}^{248}_{100}\text{Fm}$ 4) ${}^{244}_{98}\text{Cf}$

A19. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра ${}^{17}_9\text{F}$?

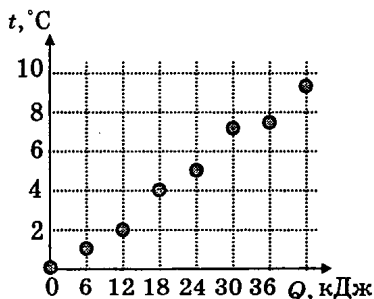
	p — число протонов	n — число нейтронов
1	9	8
2	9	17
3	17	9
4	17	26

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

A20. Математический маятник совершает свободные гармонические колебания. Какую величину можно определить, если известны длина l и период колебаний T маятника?

- 1) амплитуду A колебаний маятника
2) ускорение свободного падения g
3) максимальную кинетическую энергию W_k маятника
4) массу m груза маятника

A21. С использованием нагревателя известной мощности исследовалась зависимость температуры 1 кг вещества от количества теплоты, полученного от нагревателя. Результаты измерений указаны на рисунке точками. Чему примерно равна удельная теплоёмкость данного вещества?



1) 6,0 кДж/(кг · К)

3) 4,5 кДж/(кг · К)

2) 1,0 кДж/(кг · К)

4) 2,5 кДж/(кг · 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. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания на гладком горизонтальном столе. Затем пружину маятника заменяют на пружину большей жёсткости, а амплитуду колебаний оставляют неизменной. Как изменятся при этом три величины: период колебаний, максимальная потенциальная энергия маятника, его максимальная кинетическая энергия?

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	Максимальная потенциальная энергия маятника	Максимальная кинетическая энергия маятника

В2. Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины: емкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними?

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.

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ПРИБОР ДЛЯ ЕЁ ИЗМЕРЕНИЯ
----------------------------	------------------------------------

- А) сила
Б) относительная влажность воздуха

- 1) калориметр
- 2) манометр
- 3) психрометр
- 4) динамометр

А	Б

В4. Шайба съезжает без трения из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Чему равны масса шайбы и модуль её импульса у подножия горки?

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) масса шайбы

$$1) E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$$

Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

$$2) \frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$$

$$3) \sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$$

$$4) \frac{E_k}{gH}$$

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 «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22. Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова примерно максимальная скорость грузика?

$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x, \text{ см}$	4	2	0	2	4	2	0	2

1) 0,62 м/с

3) 0,31 м/с

2) 0,47 м/с

4) 1,24 м/с

A23. Железному и алюминиевому цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к одинаковым изменениям температуры цилиндров. Воспользовавшись таблицами, приведёнными в начале варианта, определите примерное отношение масс этих цилиндров $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$.

- | | |
|--------|--------|
| 1) 2,0 | 3) 1,4 |
| 2) 0,7 | 4) 0,5 |

A24. Две частицы, отношение зарядов которых $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц $\frac{m_2}{m_1}$, если их кинетические энергии одинаковы, а отношение радиусов траекторий $\frac{R_2}{R_1} = 2$.

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1) 1 | 2) 2 | 3) 8 | 4) 4 |
|------|------|------|------|

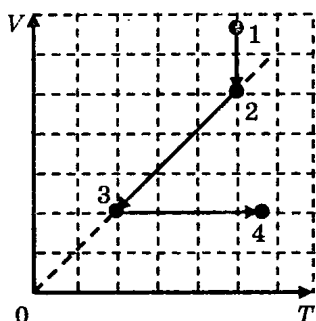
A25. Найдите работу выхода электронов из освещённой пластины, если запирающее напряжение U , при котором прекращается фототок, составляет 3 В, а длина волны света, падающего на фотокатод, равна $3 \cdot 10^{-7}$ м.

- 1) $1,2 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,8 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $5 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $11 \cdot 10^{-19}$ Дж

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

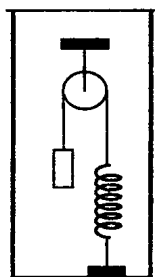
Полное решение задач C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1. На VT -диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа p на каждом из трёх участков 1—2, 2—3, 3—4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и 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.

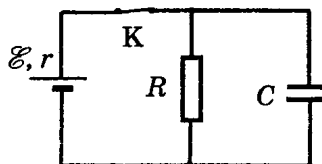
С2. В сосуде (см. рисунок) находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него лёгкой нитью, к концам которой привязаны тело объёмом V и пружина жёсткостью k . Нижний конец пружины прикреплён ко дну сосуда. Как изменится сила натяжения нити, действующая на пружину, если эту систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ?



(Считать, что трение в оси блока отсутствует.)

С3. Необходимо расплавить лёд массой $0,2$ кг, имеющий температуру 0°C . Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента 400 Вт, тепловые потери составляют 30% , а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

С4. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 25$ Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. После размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки r .



С5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 24$ см даёт на экране чёткое изображение предмета с четырёхкратным увеличением. Экран пододвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на $b = 48$ см. Затем при неизменном положении линзы и экрана передвинули предмет так, чтобы изображение на экране снова стало чётким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

С6. В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Вариант 3

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Четыре тела двигались по оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{м}$	0	2	0	-2	0	2

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

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

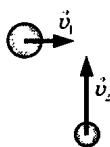
A2. Шарик движется по окружности радиусом r со скоростью v . Как изменится его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 3 раза, оставив модуль скорости шарика прежним?

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

A3. 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 трех лунных радиусов от ее центра?

- 1) 0 Н 3) 21 Н
2) 39 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) $\rightarrow$ 2) $\searrow$ 3) $\nearrow$ 4) $\uparrow$

А5. Мальчик толкнул 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

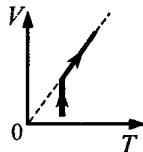
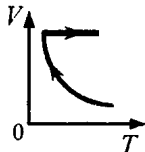
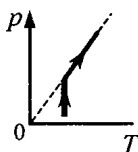
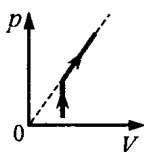
- 1) 0,5 2) $\sqrt{2}$ 3) 0,25 4) 4

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)



A9. 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

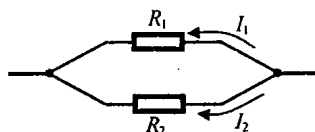
A10. Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. Внутренняя энергия газа

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

A11. 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

A12. 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

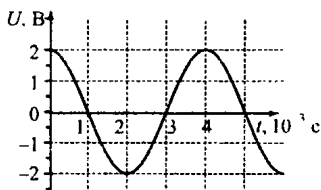


- 1) $R_1 = \frac{1}{4} R_2$
- 2) $R_1 = 4R_2$
- 3) $R_1 = \frac{1}{2} R_2$
- 4) $R_1 = 2R_2$

A13. С использованием основного закона электромагнитной индукции ($\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$) можно объяснить

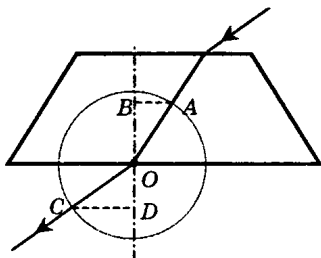
- 1) взаимодействие двух параллельных проводов, по которым идет ток
- 2) отклонение магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника с током параллельно ему
- 3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней
- 4) возникновение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

A14. Напряжение на клеммах конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от $2 \cdot 10^{-3}$ с до $3 \cdot 10^{-3}$ с?



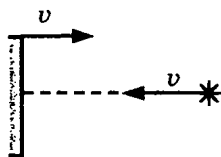
- 1) энергия магнитного поля катушки уменьшается от максимального значения до 0
- 2) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора увеличивается от 0 до максимального значения
- 4) энергия электрического поля конденсатора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

A15. 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) $\frac{CD}{AB}$ | 3) $\frac{OB}{OD}$ |
| 2) $\frac{AB}{CD}$ | 4) $\frac{OD}{OB}$ |

A16. В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . Если источник света и зеркало движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v (см. рисунок), то скорость отражённого света в инерциальной системе отсчёта, связанной с источником, равна



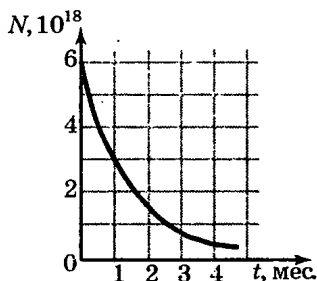
- | | |
|-------------|-----------------------------------|
| 1) $c - 2v$ | 3) $c + 2v$ |
| 2) c | 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ |

A17. Атом бора ${}^8_5\text{B}$ 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

A18. 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

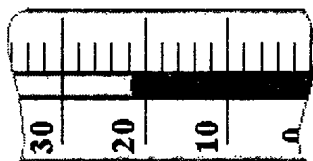


A19. Радиоактивный полоний ${}^{216}_{84}\text{Po}$, испытав один α -распад и два электронных β -распада, превратился в изотоп

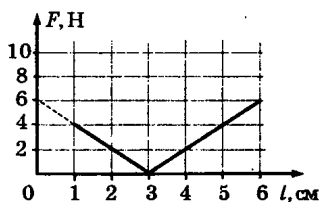
- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) свинца ${}^{212}_{82}\text{Pb}$ | 3) висмута ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ |
| 2) полония ${}^{212}_{84}\text{Po}$ | 4) таллия ${}^{208}_{81}\text{Tl}$ |

A20. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1) 21°C | 3) 275 K |
| 2) 22°C | 4) 295 K |



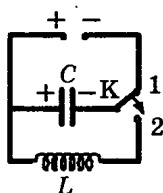
A21. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



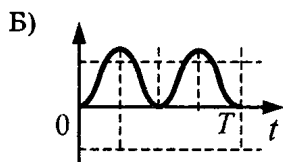
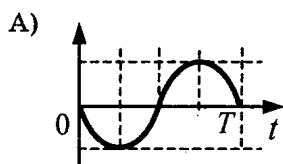
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость	Длина волны

В3. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2. 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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

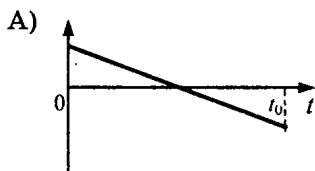
А	Б

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.

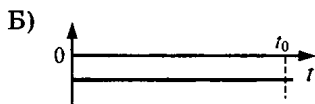


ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) координата y шарика
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик



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 «х» 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

A23. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ находится $1,12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^{\circ}\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23
$\rho, 10^{-2}, \text{кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06

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

A24. 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 3) 8
2) 2 4) 4

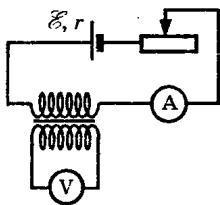
A25. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,5\text{ эВ}$ и стали освещать ее светом частоты $3 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны уменьшили в 4 раза, увеличив в 2 раза интенсивность светового пучка. В результате этого число фотоэлектронов, 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.

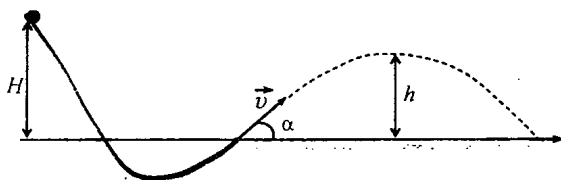
Полное решение задач C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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



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 пренебечь.

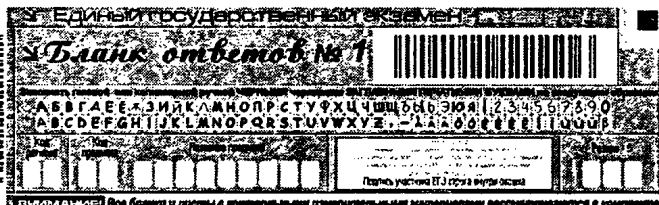


С3. Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении 10^5 Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объем 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 $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряжённости электрического поля E ?

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.

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 .



Q0836J 4874084412104 ☒ ЗАПОВЕДЬ, КОМПЕТЕНТЕН В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Будьте осторожны. Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка.

[illegible]

		1 2 3 4		1 2 3 4		1 2 3 4		Проект - 5
Задание Оцените-вы ответы на задание типа А	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
		1 2 3 4		1 2 3 4		1 2 3 4		Проект - 7
Задание Оцените-вы ответы на задание типа А	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐
	A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐		A	☐ ☐ ☐ ☐

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

[illegible]

姓名: _____ 性别: _____ 年龄: _____ 职业: _____ 住址: _____

Завантажено з архіву www.digitallibrary.org

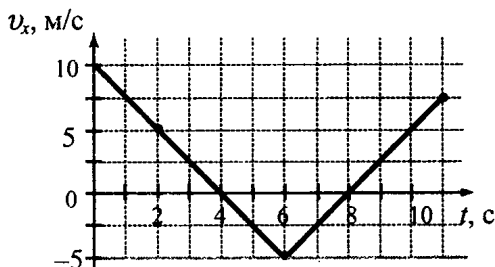
[illegible]

Вариант 4

ЧАСТЬ 1

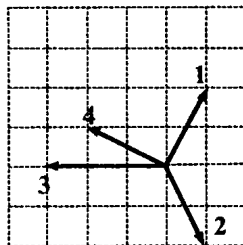
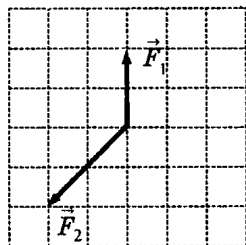
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. 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

A2. 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?

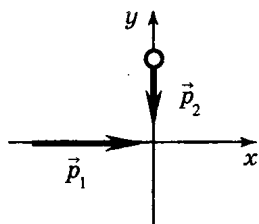


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

A3. 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

A4. Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, а второго тела $p_2 = 3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) $1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 2) $4 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 3) $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ 4) $7 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

A5. Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности диаметром $D = 20 \text{ м}$ с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3,0 \text{ кДж}$. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли?

- 1) 150 Н 2) 48 Н 3) 24 Н 4) 0

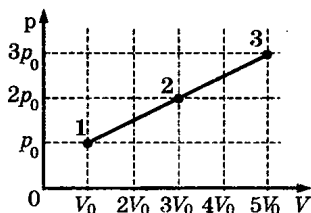
A6. Звуковой сигнал, отразившись от препятствия, вернулся обратно к источнику через 5 с после его испускания. Каково расстояние от источника до препятствия, если скорость звука в воздухе 340 м/с ?

- 1) 850 м 2) 425 м 3) 3400 м 4) 1700 м

A7. 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 3) массы
2) объёма 4) концентрации частиц

A8. На рисунке показан график процесса, проведенного над 1 моль идеального газа. Найдите отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$.

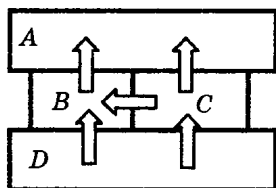


- 1) 6 3) 3
2) 5 4) 15

A9. 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%

A10. 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°C , 80°C , 60°C , 40°C . Температуру 60°C имеет брусок

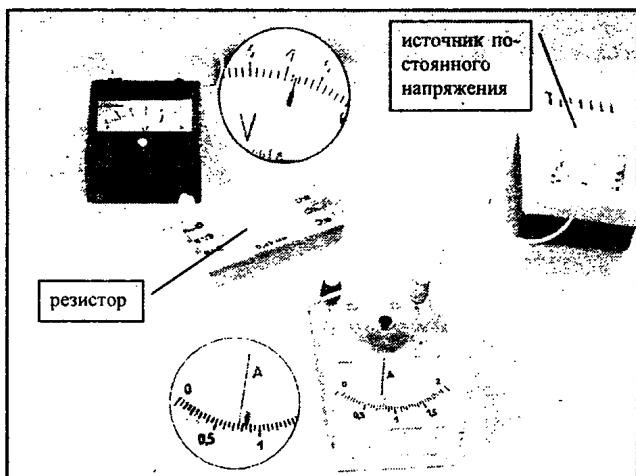


- 1) A 2) B 3) C 4) D

A11. 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

A12. 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

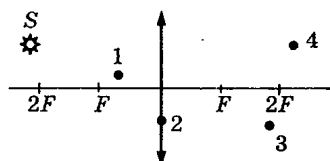
A13. Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

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

A14. 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?

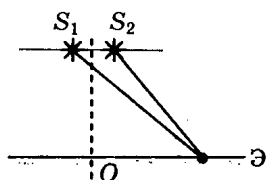
- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_2 и C_1
- 4) L_1 и C_2

A15. Изображением точки S , которое даёт тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F (см. рисунок), является точка



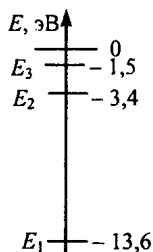
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A16. 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

A17. 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 возбужденное состояние

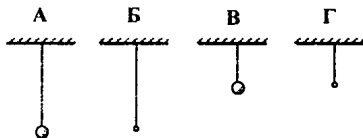
A18. Ядро атома содержит 16 нейтронов и 15 протонов, вокруг него обращаются 15 электронов. Эта система частиц —

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

A19. Из какого ядра после одного α -распада и одного β -распада образуется ядро $^{211}_{83}\text{Bi}$?

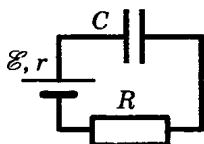
- | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1) $^{216}_{84}\text{Po}$ | 2) $^{219}_{86}\text{Rh}$ | 3) $^{211}_{80}\text{Hg}$ | 4) $^{215}_{84}\text{Po}$ |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|

A20. 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

A21. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 10 \text{ кОм}$ (см. рисунок). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора представлены в таблице. Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1 \text{ В}$.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{ В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Оцените силу тока в цепи в момент $t = 2 \text{ с}$. 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 (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 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
Б) броуновское движение

- 1) микроскоп
- 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

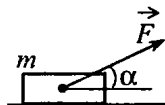
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22. Массивный брусок движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ 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?

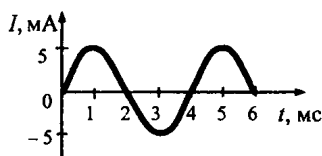


- 1) 1,4 кг 2) 2,0 кг 3) 2,4 кг 4) 2,6 кг

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 3) 3,5 кДж
2) 1,6 кДж 4) 35,2 кДж

A24. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединённых конденсатора и катушки, индуктивность которой равна $0,2 \text{ Гн}$.



Максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно

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

A25. В таблице представлены результаты измерений максимальной энергии фотоэлектронов при двух разных значениях длины волны падающего монохроматического света ($\lambda_{\text{кр}}$ — длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта).

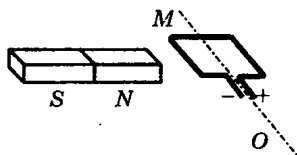
Длина волны падающего света λ	$0,5\lambda_{\text{кр}}$	$0,25\lambda_{\text{кр}}$
Максимальная энергия фотоэлектронов $E_{\text{макс}}$	—	E_0

- 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 C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

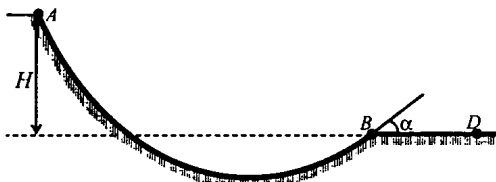
C1. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке.



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.

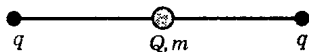
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

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 $\alpha = 15^\circ$ 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.



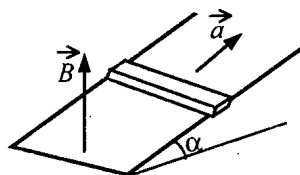
С3. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество 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 $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3$ 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 $\alpha = 30^\circ$. 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/с². 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.

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 2

Код региона: Код предмета: Дата сдачи:

Дополнительный код:

Коды ответов:

Регистрационный номер:

Порешайте задания первой части экзамена. Решения записывайте на БЛАНК РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на вопросы второй части экзамена, записывайте ответы на вопросы в бланке.

Не забудьте указать номер варианта для ответов на вопросы второй части.

Указания по заполнению бланка ответов на вопросы.

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

Blank area for writing answers.

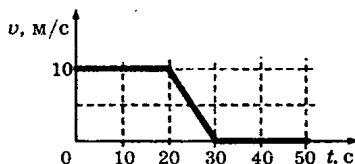
При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

Вариант 5

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. 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.

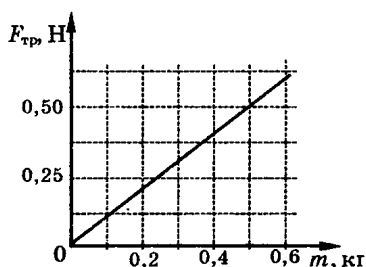


- 1) 200 м 2) 100 м 3) 150 м 4) 250 м

A2. 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

A3. При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ 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 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 2) 340 м 3) 170 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 счет 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

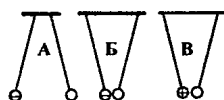
А9. В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 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

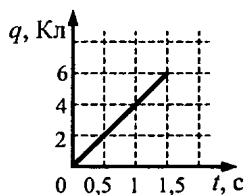
А11. На рисунке изображены три пары одинаковых лёгких шариков, заряды которых равны по модулю. Шарики подвешены на шёлковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары



указан на рисунке. В каком(-их) случае(-ях) заряд другого шарика положителен?

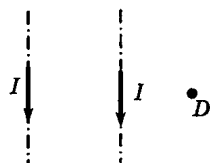
- 1) только А
- 2) Б и В
- 3) только Б
- 4) А и В

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
- 2) 1,5 А
- 3) 4 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 $\uparrow$
- 2) к нам $\odot$
- 3) от нас $\otimes$
- 4) вниз $\downarrow$

A14. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом $T = 5$ мс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен $4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Каков будет заряд конденсатора через $t = 2,5$ мс?

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

A15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20° . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 1) 40° | 2) 50° | 3) 70° | 4) 110° |
|---------------|---------------|---------------|----------------|

A16. Параллельный пучок монохроматического света падает на препятствие с узкой щелью. На экране за препятствием, кроме центральной светлой полосы, наблюдается чередование светлых и темных полос. Данное явление связано с

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

A17. Как нужно изменить длину световой волны, чтобы энергия фотона в световом пучке увеличилась в 4 раза?

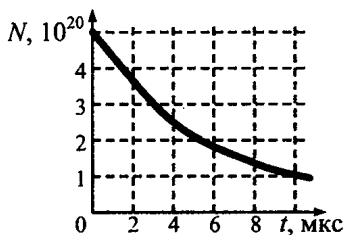
- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) увеличить в 4 раза | 3) уменьшить в 2 раза |
| 2) увеличить в 2 раза | 4) уменьшить в 4 раза |

A18. Между источником радиоактивного излучения и детектором помещен слой картона толщиной 2 мм. Какое излучение может пройти через него?

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

A19. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

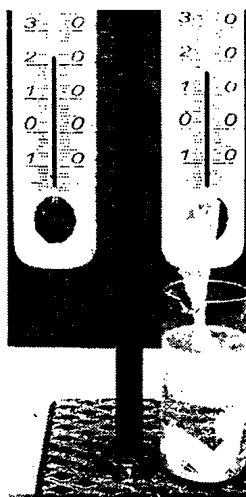
- | | |
|----------|----------|
| 1) 8 мкс | 3) 6 мкс |
| 2) 2 мкс | 4) 4 мкс |



A20. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

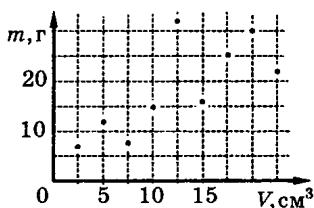
$t_{\text{сух. терм}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров									
$^{\circ}\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	
20	100	91	83	74	66	59	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 $^{\circ}\text{C}$ 2) 22 $^{\circ}\text{C}$ 3) 18 $^{\circ}\text{C}$ 4) 16 $^{\circ}\text{C}$

A21. Ученик предположил, что масса сплошных тел из одного и того же вещества прямо пропорциональна их объему. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объема брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости $\{V, m\}$, как показано на рисунке. Погрешности измерения объема и массы равны соответственно 1 cm^3 и 1 г. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) С учетом 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 (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 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 одинаковые.

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

В2. 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:

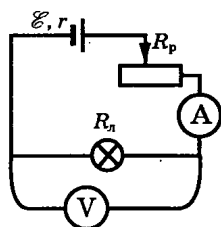
- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

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

Массовое число ядра	Заряд ядра	Число протонов в ядре

В3. 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) $\frac{\mathcal{E} R_n}{R_n + R_p + r}$

Б) показания вольтметра

2) $\mathcal{E} r - \mathcal{E} (R_n + R_p)$

3) $\mathcal{E} (r + R_n + R_p)$

4) $\frac{\mathcal{E}}{R_n + R_p + r}$

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 .

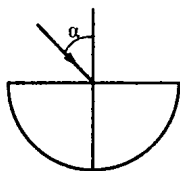
При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?

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

СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ

УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

А)



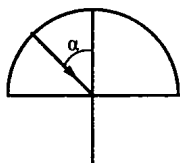
1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения

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)



А	Б

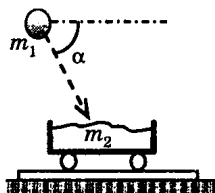
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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 «х» 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



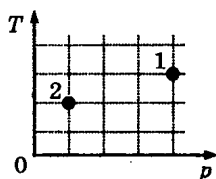
1) $40,0$ кг·м/с

2) $34,6$ кг·м/с

3) $28,3$ кг·м/с

4) $20,0$ кг·м/с

A23. В сосуде находится идеальный газ. Количество вещества газа постоянно. Как изменится объем газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



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

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

A24. 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

A25. 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	0,4	0,9
Частота света ν , 10^{14} Гц	5,5	6,9

Постоянная Планка по результатам этого эксперимента равна

1) $6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

2) $5,7 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

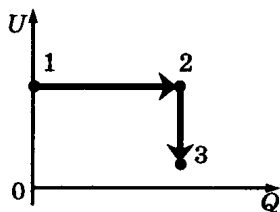
3) $6,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

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.

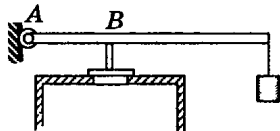


Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

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.

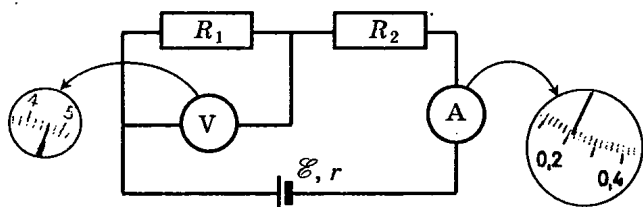
С3. В цилиндр объёмом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном.

Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давле-



ние воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние AB равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.

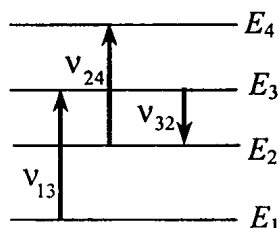
С4. При проведении лабораторной работы ученик собрал электрическую цепь по схеме на рисунке. Сопротивления R_1 и R_2 равны 20 Ом и 150 Ом соответственно. Сопротивление вольтметра равно 10 кОм , а амперметра — $0,4 \text{ Ом}$. ЭДС источника равна 36 В , а его внутреннее сопротивление — 1 Ом .



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 $I_m = 5 \text{ мА}$, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0 \text{ В}$. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно $1,2 \text{ В}$. 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 $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
Бланк ответов № 2

Вариант: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12

Дисциплина: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12

Время: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☐ 12

Инструкция: Внимательно прочтите текст задания и выберите правильный ответ. Ответы записывайте в бланк ответов. Ответы записывайте только в бланк ответов и только в том порядке, в котором они даны. Ответы записывайте только в бланк ответов и только в том порядке, в котором они даны. Ответы записывайте только в бланк ответов и только в том порядке, в котором они даны.

ВНИМАНИЕ! Все бланки и листы с контрольными ответными материалами рассматриваются в комплексе.

Blank area for writing answers.

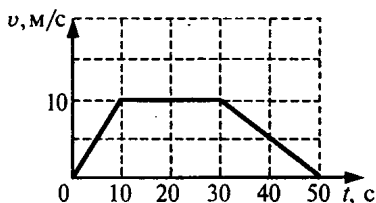
При недостатке места для ответа используйте обратную сторону бланка

Вариант 6

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 50 с.



- | | |
|----------|----------|
| 1) 0 м | 3) 300 м |
| 2) 200 м | 4) 350 м |

A2. Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) Скорость поезда увеличилась.
- 2) Скорость поезда уменьшилась.
- 3) Поезд повернул вправо.
- 4) Поезд повернул влево.

A3. Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

- | | | | |
|------|----------|----------|----------|
| 1) 0 | 2) 0,5 Н | 3) 1,0 Н | 4) 2,0 Н |
|------|----------|----------|----------|

A4. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса легкового автомобиля $m_1 = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| 1) 3000 кг | 2) 4500 кг | 3) 1500 кг | 4) 1000 кг |
|------------|------------|------------|------------|

A5. Какую мощность развивает двигатель подъемного механизма крана, если он равномерно поднимает плиту массой 600 кг на высоту 4 м за 3 с?

- | | |
|--------------|------------|
| 1) 72 000 Вт | 3) 7200 Вт |
| 2) 8000 Вт | 4) 800 Вт |

А6. Какова частота звуковых колебаний в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

- 1) 1000 Гц 2) 250 Гц 3) 100 Гц 4) 25 Гц

А7. Значение температуры по шкале Цельсия, соответствующее абсолютной температуре 10 К, равно

- 1) -283°C 2) -263°C 3) 263°C 4) 283°C

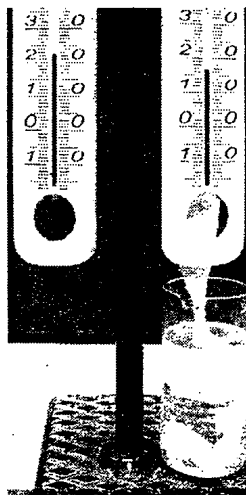
А8. При температуре 400 К и давлении $1,66 \cdot 10^5$ Па плотность газа равна $1,6$ кг/м³. Какова молярная масса этого газа?

- 1) $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль 3) $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
2) $25 \cdot 10^{-3}$ кг/моль 4) $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

А9. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров									
$^\circ\text{C}$	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	



Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?

- 1) 22% 2) 61% 3) 17% 4) 40%

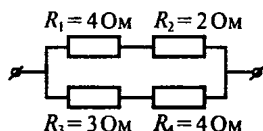
A10. Каково изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж?

- 1) 200 Дж 2) 300 Дж 3) 500 Дж 4) 800 Дж

A11. Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, а один из зарядов увеличили в 3 раза. Силы взаимодействия между ними

- 1) не изменились 3) увеличились в 3 раза
2) уменьшились в 3 раза 4) увеличились в 27 раз

A12. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты

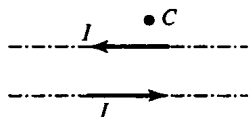


$\frac{Q_2}{Q_3}$, выделившихся на резисторах R_2

и R_3 за одно и то же время?

- 1) 0,44 2) 0,67 3) 0,9 4) 1,5

A13. По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке C ?

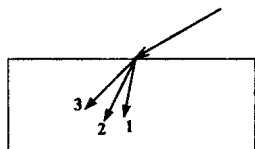


- 1) к нам $\odot$ 2) от нас $\otimes$ 3) вверх $\uparrow$ 4) вниз $\downarrow$

A14. Чтобы увеличить период электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре в 2 раза, достаточно ёмкость конденсатора в контуре

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

A15. Для видимого света угол преломления лучей на границе воздух-стекло падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке. Цифрам соответствуют цвета



- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 1 — красный | 3) 1 — красный |
| 2 — зелёный | 2 — синий |
| 3 — синий | 3 — зелёный |
| 2) 1 — синий | 4) 1 — синий |
| 2 — красный | 2 — зелёный |
| 3 — зелёный | 3 — красный |

A16. Два источника испускают электромагнитные волны частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц с одинаковыми начальными фазами. Максимум интерференции будет наблюдаться в точке пространства, для которой оптическая разность хода волн от источников равна

- 1) 0,9 мкм 2) 1,0 мкм 3) 0,3 мкм 4) 0,6 мкм

A17. Энергия фотона, поглощённого при фотоэффекте, равна E . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием этого фотона,

- 1) больше E
2) равна E
3) меньше E
4) может быть больше или меньше E при разных условиях

A18. Гамма-излучение — это

- 1) поток ядер гелия
2) поток протонов
3) поток электронов
4) электромагнитные волны

A19. Ядро изотопа тория ${}_{90}^{232}\text{Th}$ претерпевает α -распад, затем два электронных β -распада и еще один α -распад. После этих превращений получится ядро

- 1) франция ${}_{87}^{223}\text{Fr}$
2) радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$
3) полония ${}_{84}^{209}\text{Po}$
4) радия ${}_{88}^{224}\text{Ra}$

A20. Чтобы оценить, с какой скоростью упадёт на землю мяч с балкона 6-го этажа, используем для вычислений на калькуляторе формулу $v = \sqrt{2gh}$. По оценке «на глазок» балкон находится на высоте (15 ± 1) м над землёй. Калькулятор показывает на экране число 17,320508. Чему равна, с учетом погрешности оценки высоты балкона, скорость мяча при падении на землю?

- 1) 17,320508 м/с
2) $(17,320508 \pm 1,1547005)$ м/с
3) $(17,320508 \pm 0,6)$ м/с
4) $(17,3 \pm 0,6)$ м/с

A21. В результате теоретических расчётов ученик пришел к следующему выводу: при смешивании двух одинаковых по массе порций воды, температура которых соответственно равна 20°C и 60°C , температура смеси составит 40°C . Далее ученик провёл эксперимент: налил в две пробирки по 5 г холодной и подогретой воды, убедился, что температура обеих порций воды имеет нужные значения, и слил обе порции в третью пробирку. Пробирку с водой он несколько раз встряхнул, чтобы вода перемешалась, и измерил температуру воды жидкостным термометром с ценой деления 1°C . Она оказалась равной 34°C . Какой вывод можно сделать из эксперимента?

- 1) Для измерения температуры был взят термометр со слишком большой ценой деления, что не позволило проверить гипотезу.
- 2) Условия опыта не соответствуют теоретической модели, используемой при расчете.
- 3) Не надо было встряхивать пробирку.
- 4) С учетом погрешности измерения эксперимент подтвердил теоретические расчеты.

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. Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны λ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

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	Длина волны

В2. Как изменяется при α -распаде ядра его электрический заряд, число протонов и число нейтронов 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.

Электрический заряд ядра	Число протонов в ядре	Число нейтронов в ядре

В3. Шайба массой m съезжает без трения с горки высотой h из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . Чему равны модуль импульса шайбы и её кинетическая энергия у подножия горки?

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) Модуль импульса шайбы

1) $\sqrt{2gh}$

Б) Кинетическая энергия шайбы

2) $m \sqrt{2gh}$

3) mgh

4) mg

А	Б

В4. Укажите, какими формулами выражаются КПД цикла тепловой машины и работа за цикл через количество теплоты Q_H , полученное рабочим телом за цикл от нагревателя, и количество теплоты $|Q_X|$, переданное за цикл рабочим телом холодильнику.

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) КПД цикла тепловой машины

1) $Q_H - |Q_X|$

Б) Работа за цикл

2) $\frac{Q_H + |Q_X|}{2}$

3) $\frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H}$

4) $\frac{|Q_X|}{Q_H}$

А	Б

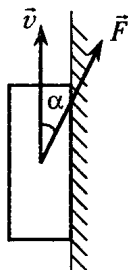
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22. Брусок массой m прижат к вертикальной стене силой $\vec{F}$, направленной под углом α к вертикали (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и стеной равен μ . При какой величине силы $\vec{F}$ брусок будет двигаться по стене вертикально вверх с постоянной скоростью?



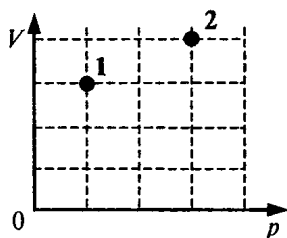
1) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

2) $\frac{mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

3) $\frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

4) $\frac{mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$

A23. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



1) $T_2 = 4T_1$

2) $T_2 = \frac{1}{4} T_1$

3) $T_2 = \frac{4}{3} T_1$

4) $T_2 = \frac{3}{4} T_1$

A24. Две частицы, отношение зарядов которых $\frac{q_2}{q_1} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение масс частиц $\frac{m_2}{m_1}$, если их кинетические энергии одинаковы, а

отношение радиусов траекторий $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}$.

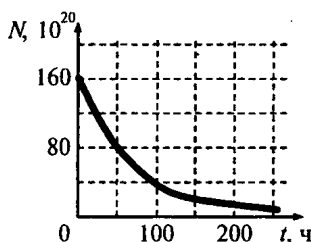
1) 1

2) 2

3) 8

4) 4

A25. Дан график зависимости числа N нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа эрбия?



1) 25 часов

2) 50 часов

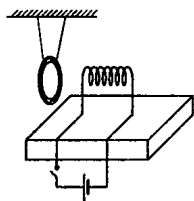
3) 100 часов

4) 200 часов

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.

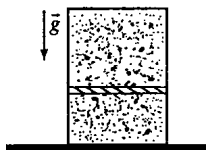
С1. Замкнутое медное кольцо подвешено на длинных нитях вблизи катушки индуктивности, закреплённой на столе и подключённой к источнику постоянного тока (см. рисунок). Первоначально электрическая цепь катушки разомкнута. Как будет двигаться кольцо при замыкании цепи? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.



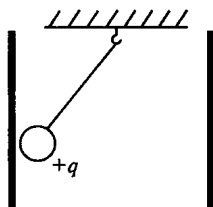
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вниз в мишень, находящуюся на расстоянии 2 м от него. Совершив работу 0,12 Дж, пуля застряла в мишени. Какова масса пули, если пружина была сжата перед выстрелом на 2 см, а её жесткость 100 Н/м?

С3. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

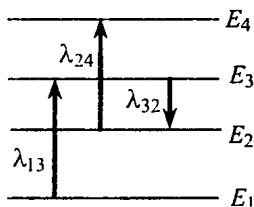


С4. Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм?



С5. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому, если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива 50 мм и диаметре входного отверстия 5 мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 5 м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

С6. На рисунке изображены несколько энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?



Вариант 7

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Период равномерного движения материальной точки по окружности равен T , радиус окружности R . Точка пройдет по окружности путь, равный πR , за время

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

A2. Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту F_1 с силой действия плиты на магнит F_2 .

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

A3. 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 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 5 Н

A4. Перед столкновением два мяча движутся взаимно перпендикулярно, первый — с импульсом $p_1 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второй — с импульсом $p_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль импульса системы мячей сразу после столкновения? Время столкновения считать малым, а столкновение — абсолютно упругим.

- 1) 0 3) $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
2) $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ 4) $7 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

A5. 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, определенная 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**

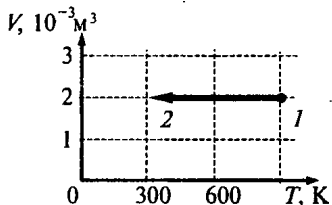
A8. В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

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

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

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

A10. 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

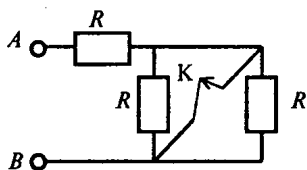


- 1) 1,2 кДж 2) 1,8 кДж 3) 2,4 кДж 4) 3 кДж

A11. Плоский воздушный конденсатор имеет ёмкость C . Как изменится его ёмкость, если расстояние между его пластинами уменьшить в 3 раза?

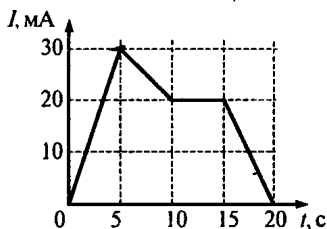
- 1) увеличится в 3 раза 3) увеличится в 9 раз
2) уменьшится в 3 раза 4) уменьшится в 9 раз

A12. Как изменится сопротивление участка цепи AB , изображённого на рисунке, если ключ K разомкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 4 Ом .



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

A13. 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 | 3) 5 мкВ |
| 2) 3 мкВ | 4) 0 |

A14. Плоская электромагнитная волна с длиной волны $\lambda = 8\text{ м}$ распространяется вдоль оси y декартовой системы координат. Чему равен модуль разности фаз электромагнитных колебаний в начале координат и в точке M с координатами $x = 2\text{ м}$, $y = 4\text{ м}$, $z = 4\text{ м}$?

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

A15. При освещении дифракционной решетки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из темных 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 решетка?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 1 — красный | 3) 1 — зеленый |
| 2 — зеленый | 2 — синий |
| 3 — синий | 3 — красный |
| 2) 1 — красный | 4) 1 — синий |
| 2 — синий | 2 — зеленый |
| 3 — зеленый | 3 — красный |

А. Все неинерциальные системы отсчёта равно-
авны.

Какое из этих утверждений справедливо согласно специальной теории относительности?

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

A17. 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) $\sqrt{\frac{3}{7}}$

A18. В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром ${}^X_Z\text{Z}$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^2_1\text{H} + {}^X_Z\text{Z} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$. Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

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

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

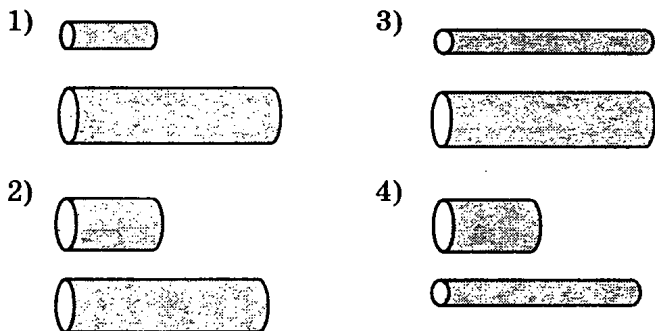
При этом регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:

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

A20. 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) $(6 \pm 5) \text{ г}$ | 3) $(6 \pm 1) \text{ г}$ |
| 2) $(6,0 \pm 0,1) \text{ г}$ | 4) $(6,00 \pm 0,01) \text{ г}$ |

A21. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?



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

В2. 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**

- А) Отражение света
- Б) Преломление света

**ОСНОВНАЯ
ЗАКОНОМЕРНОСТЬ**

- 1) $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$
- 2) $\alpha > \alpha_{\text{пр}}$
- 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

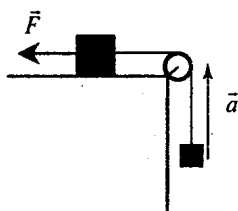
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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 «х» 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/с², направленным вверх.



Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?

1) $1,0$ кг

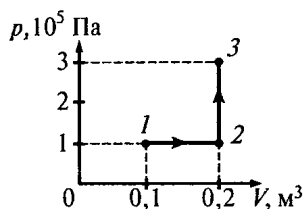
2) $1,5$ кг

3) $2,5$ кг

4) $3,0$ кг

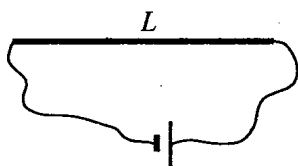
A23. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?

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



A24. 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



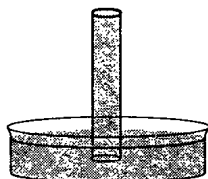
A25. Работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найдите максимальную длину волны λ излучения, которым могут выбиваться электроны.

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

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

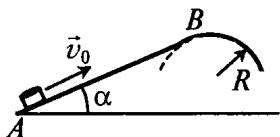
Полное решение задач C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1. 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 остается 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.



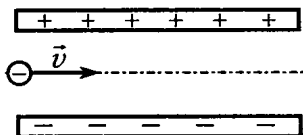
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

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 $\alpha = 30^\circ$. 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°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? 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 $0,1 \text{ м}^2$, 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 $B_{1z} = -0,15 \text{ Тл}$ до некоторого конечного значения B_{2z} , по контуру протекает заряд $0,008 \text{ Кл}$. 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 $5,3 \text{ МэВ}$, причём энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоёмкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Вариант 8

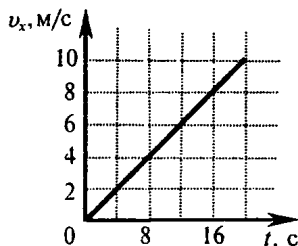
ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Мотоциклист и велосипедист одновременно начинают движение по прямой из состояния покоя. Ускорение мотоциклиста в три раза больше, чем велосипедиста. Во сколько раз скорость мотоциклиста больше скорости велосипедиста в один и тот же момент времени?

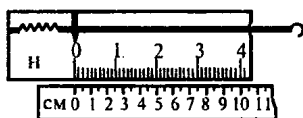
- 1) в 1,5 раза 3) в 3 раза
2) в $\sqrt{3}$ раза 4) в 9 раз

A2. Скорость автомобиля массой 1000 кг, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчёта считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна



- 1) 500 Н 3) 10 000 Н
2) 1000 Н 4) 20 000 Н

A3. На рисунке изображён лабораторный динамометр. Шкала проградуирована в ньютонах. Каким будет растяжение пружины динамометра, если к ней подвесить груз массой 200 г?



- 1) 5 см 2) 2,5 см 3) 3,5 см 4) 3,75 см

A4. Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

- 1) 0,1 м/с 3) 0,3 м/с
2) 0,15 м/с 4) 3 м/с

А5. Лебёдка равномерно поднимает груз массой 200 кг на высоту 3 м за 5 с. Какова мощность двигателя лебёдки?

- 1) 120 Вт 2) 3000 Вт 3) 333 Вт 4) 1200 Вт

А6. Как изменится период малых колебаний математического маятника, если длину его нити увеличить в 4 раза?

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

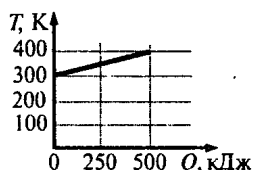
А7. Как изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа уменьшить в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшить в 2 раза?

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

А8. Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Это означает, что для испарения

- 1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты 10^6 Дж
4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж

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) 2500 Дж/(кг·К)
4) 1000 Дж/(кг·К)

А10. Внешние силы совершили над газом работу 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. В этом процессе газ

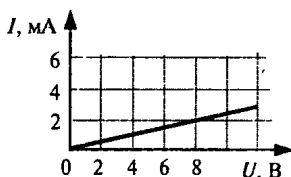
- 1) отдал количество теплоты 200 Дж
2) получил количество теплоты 200 Дж
3) отдал количество теплоты 400 Дж
4) получил количество теплоты 400 Дж

A11. Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

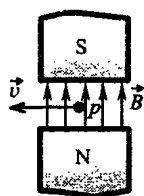
- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 27 раз

A12. На рисунке изображён график зависимости силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,25 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 4 кОм
- 4) 8 кОм



A13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость $\vec{v}$, перпендикулярную вектору индукции $\vec{B}$ магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца $\vec{F}$?

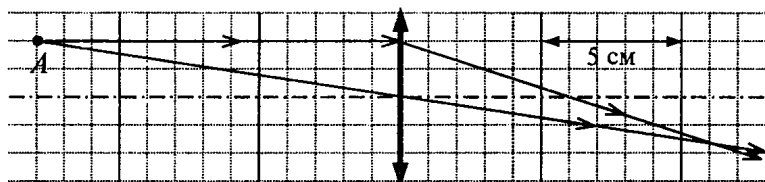


- 1) от наблюдателя $\otimes$
- 2) к наблюдателю $\odot$
- 3) горизонтально вправо $\rightarrow$
- 4) вертикально вниз $\downarrow$

A14. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если ёмкость конденсатора, и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

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

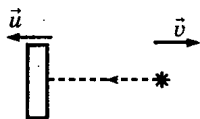
A15. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Оптическая сила линзы приблизительно равна

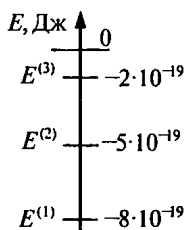
- 1) 17 дптр
- 2) 10 дптр
- 3) 8 дптр
- 4) -8 дптр

A16. В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью $\vec{v}$, а зеркало — со скоростью $\vec{u}$ в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется в этой системе отсчёта свет, отражённый от зеркала?



- 1) $c - v$ 2) $c + v + u$ 3) $c + v$ 4) c

A17. На рисунке изображена схема нескольких нижних уровней энергии атомов разреженного газа. В начальный момент времени атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(3)}$. Возможно испускание газом фотонов с энергией

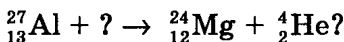


- 1) только $2 \cdot 10^{-19}$ Дж
2) только $3 \cdot 10^{-19}$ и $6 \cdot 10^{-19}$ Дж
3) только $2 \cdot 10^{-19}$, $5 \cdot 10^{-19}$ и $8 \cdot 10^{-19}$ Дж
4) любой от $2 \cdot 10^{-19}$ до $8 \cdot 10^{-19}$ Дж

A18. Ядро аргона ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ содержит

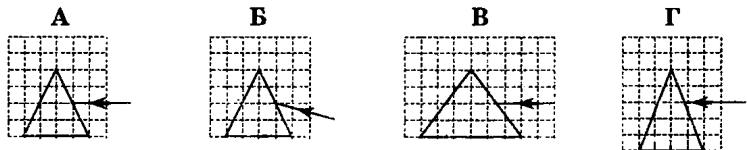
- 1) 18 протонов и 40 нейтронов
2) 18 протонов и 22 нейтрона
3) 40 протонов и 22 нейтрона
4) 40 протонов и 18 нейтронов

A19. Какая частица вызывает следующую ядерную реакцию:



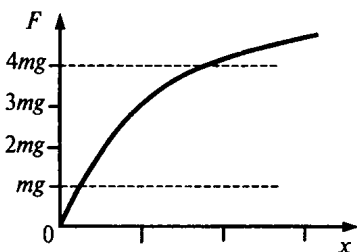
- 1) ${}^4_2\text{He}$ 2) 1_0n 3) ${}^1_1\text{H}$ 4) γ

A20. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



- 1) А и Б 2) Б и В 3) Б и Г 4) В и Г

A21. Период малых вертикальных колебаний груза массой m , подвешенного на резиновом жгуте, равен T_0 . Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению



1) $T > 2T_0$

3) $T = T_0$

2) $T = 2T_0$

4) $T < 0,5T_0$

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. Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются с набором высоты модуль ускорения камня, его кинетическая энергия и горизонтальная составляющая его скорости?

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.

Модуль ускорения камня	Кинетическая энергия камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

В2. Плоский воздушный конденсатор зарядили, отключили от источника тока, а затем уменьшили расстояние между его пластинами. 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 (ν — количество вещества газа, Q — количество теплоты, передаваемое газу, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа 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) $Q = \Delta U$, $\nu = \text{const}$
 Б) $A = -\Delta U$, $\nu = \text{const}$

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

А	Б

В4. Большое число N радиоактивных ядер $^{201}_{79}\text{Au}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра $^{201}_{80}\text{Hg}$. Период полураспада равен $\tau = 26,4$ мин. Какое количество исходных ядер наблюдается через 2τ , а дочерних — через 3τ после начала наблюдений?

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	ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
А) Количество исходных ядер через 2τ	1) 0
Б) Количество дочерних ядер через 3τ	2) $\frac{N}{8}$
	3) $\frac{N}{4}$
	4) $\frac{7}{8}N$

А	Б

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

ЧАСТЬ 3

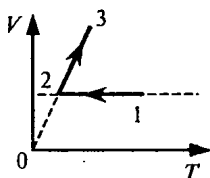
Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

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

А22. На горизонтальном полу стоит ящик массой 10 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,25. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 16 Н. Какова сила трения между ящиком и полом?

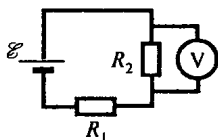
- 1) 0 2) 25 Н 3) 4 Н 4) 16 Н

A23. На VT -диаграмме представлена зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?



- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остаётся неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

A24. В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



- 1) 1 В
- 2) 2 В
- 3) 3 В
- 4) 4 В

A25. Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше 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 C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

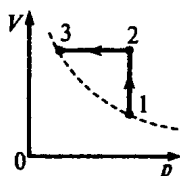
C1. Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.



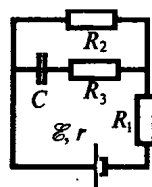
Полное правильное решение каждой из задач С2—С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй — в этом же месте через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

С3. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1—2?



С4. Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединён к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



С5. На экране с помощью тонкой линзы получено изображение стержня с пятикратным увеличением. Стержень и плоскость экрана расположены перпендикулярно главной оптической оси линзы. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем, при неизменном положении линзы, передвинули стержень так, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трёхкратным увеличением. Определите фокусное расстояние линзы.

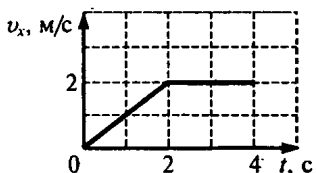
С6. Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещён в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоёмкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Вариант 9

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1—A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. 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?



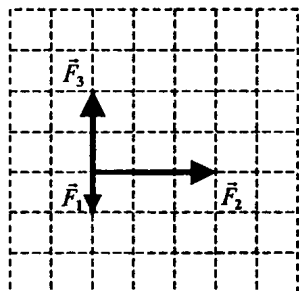
1) 6 м

2) 8 м

3) 4 м

4) 5 м

A2. 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

3) 4 Н

2) 6 Н

4) $\sqrt{13}$ Н

A3. 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

A4. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы за 3 с импульс тела изменился на $6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль силы?

1) 0,5 Н

2) 2 Н

3) 9 Н

4) 18 Н

A5. 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

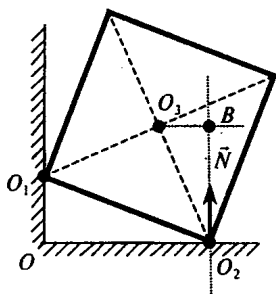
2) 8 с

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

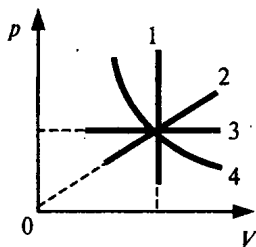


А7. Какова температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении по абсолютной шкале температур?

- 1) 100 К 2) 173 К 3) 273 К 4) 373 К

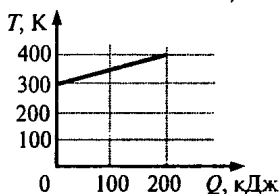
А8. На рисунке представлены графики процессов, проводимых с постоянным количеством идеального газа. Какой из изопроцессов изображает график 1?

- 1) адиабату 3) изобару
2) изотерму 4) изохору



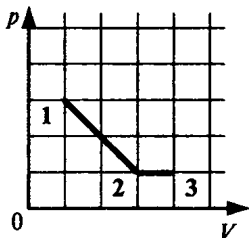
А9. На рисунке приведена зависимость температуры твёрдого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

- 1) 25 Дж/(кг·К)
2) 625 Дж/(кг·К)
3) 1000 Дж/(кг·К)
4) 2500 Дж/(кг·К)

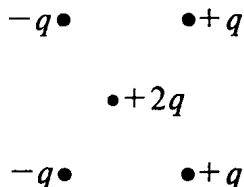


А10. На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?

- 1) 6 2) 2 3) 3 4) 4

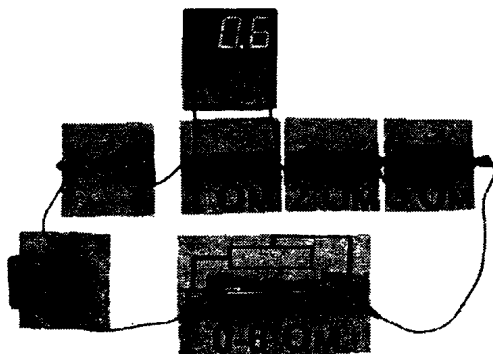


A11. Как направлена кулоновская сила $\vec{F}$, действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещённый в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?



- 1) $\rightarrow$ 3) $\uparrow$
 2) $\leftarrow$ 4) $\downarrow$

A12. 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 3) 1,2 В
 2) 0,6 В 4) 1,8 В

A13. 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 С?

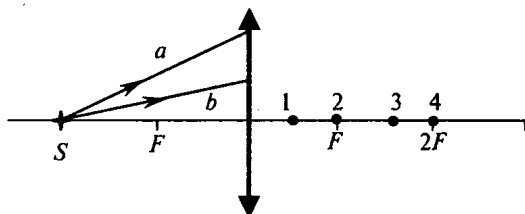


- 1) в плоскости чертежа вверх $\uparrow$
 2) в плоскости чертежа вниз $\downarrow$
 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа $\otimes$
 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа $\odot$

A14. 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

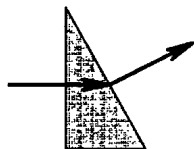
A15. От точечного источника света S , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $2F$ от неё, распространяются два луча a и b , как показано на рисунке.



После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

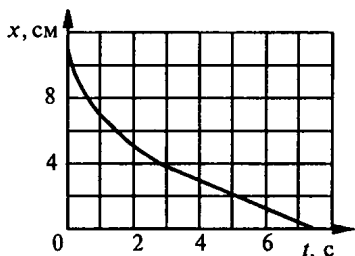
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A16. 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

A21. 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 (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 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 подключен 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) $\frac{V}{T} = \text{const}, \nu = \text{const}$

1) изохорный

2) изобарный

Б) $\frac{p}{T} = \text{const}, \nu = \text{const}$

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

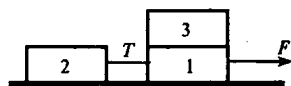
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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 «х» 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?

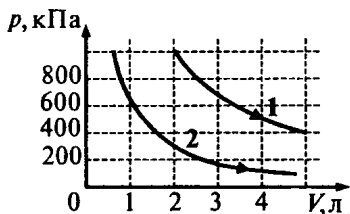
1) увеличится в 2 раза

3) уменьшится в 1,5 раза

2) увеличится в 3 раза

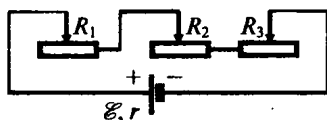
4) уменьшится в 2 раза

A23. 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

A24. 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 $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$ и $R_3 = 6 \text{ Ом}$.



1) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$
 2) $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$
 3) $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$
 4) $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 7 \text{ Ом}$

A25. 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

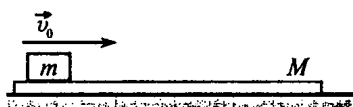
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1. 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.

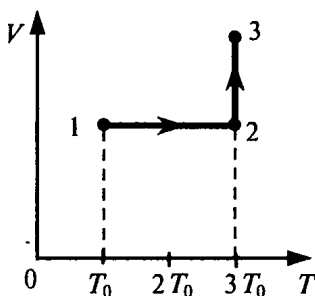
Полное правильное решение каждой из задач C2—C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2. На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг.

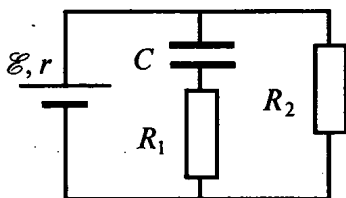


Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. Сколько времени потребуется для того, чтобы шайба перестала скользить по доске?

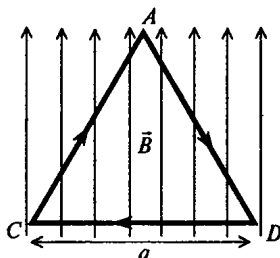
C3. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведённой к газу теплоты Q_{123} .



С4. Напряжённость электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м . Внутреннее сопротивление источника $r = 10 \text{ Ом}$, ЭДС $\mathcal{E} = 30 \text{ В}$, сопротивления резисторов $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 40 \text{ Ом}$. Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



С5. 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 ?

С6. В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 540 \text{ нм}$. 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 (A1—A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t .

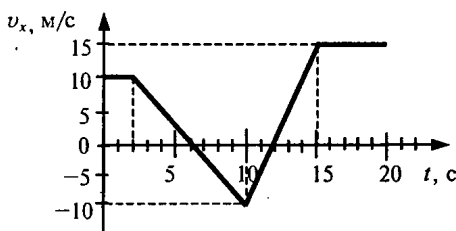
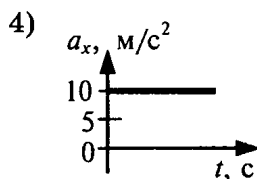
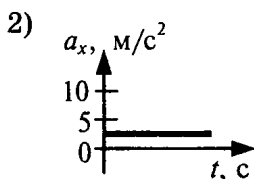
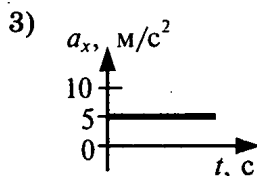
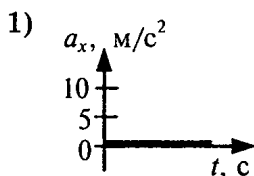


График зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с совпадает с графиком



A2. 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) $3\mu mg$ 2) μmg 3) $\mu \frac{mg}{2}$ 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 $15 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Первоначальный импульс тела равен

- 1) $9 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
2) $10 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
3) $12 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
4) $13 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

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 $a = 5 \text{ см}$, $b = 3 \text{ с}^{-1}$. Чему равна амплитуда колебаний?

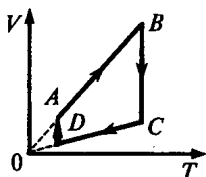
- 1) 3 см 2) 5 см 3) $\frac{\pi}{2} \text{ см}$ 4) $\frac{5\pi}{2} \text{ см}$

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.

A8. На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изобарному нагреванию соответствует участок

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



A9. При каком процессе остаётся неизменной внутренней энергия 1 моль идеального газа?

- 1) при изобарном расширении
- 2) при изохорном нагревании
- 3) при адиабатном сжатии
- 4) при изотермическом сжатии

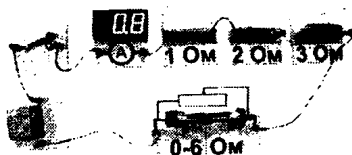
A10. В процессе эксперимента газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Следовательно, газ расширился, совершив работу

- 1) 3 кДж
- 2) 10 кДж
- 3) 13 кДж
- 4) 16 кДж

A11. 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

A12. 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

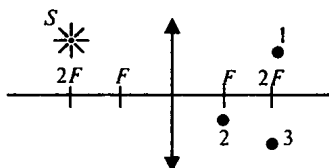
A13. Прямолинейный проводник длиной L с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

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

A14. Согласно теории Максвелла, заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

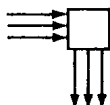
- 1) только при равномерном движении по прямой в инерциальной системе отсчёта (ИСО)
- 2) только при гармонических колебаниях в ИСО
- 3) только при равномерном движении по окружности в ИСО
- 4) при любом движении с ускорением в ИСО

A15. 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

A16. 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

A17. 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 _{7,4}	Be ⁴ Бериллий 9 ₁₀₀	5	B ⁵ Бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na ¹¹ Натрий 23 ₁₀₀	Mg ¹² Магний 24 ₇₈ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13	Al ¹³ Алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K ¹⁹ Калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca ²⁰ Кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc ²¹ Скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu ²⁹ Медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn ³⁰ Цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga ³¹ 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

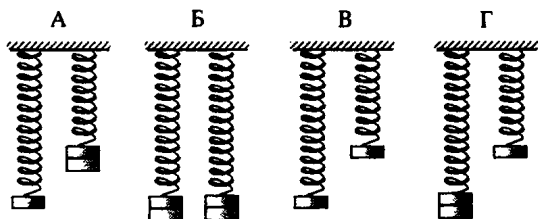
A18. β -излучение представляет собой поток

- 1) ядер гелия
- 2) протонов
- 3) фотонов
- 4) электронов

A19. Ядро изотопа тория ${}_{90}^{224}\text{Th}$ претерпевает три последовательных α -распада. В результате получится ядро

- 1) полония ${}_{84}^{212}\text{Po}$
- 2) кюрия ${}_{86}^{246}\text{Cm}$
- 3) платины ${}_{78}^{196}\text{Pt}$
- 4) урана ${}_{92}^{236}\text{U}$

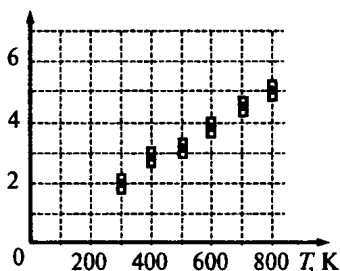
A20. Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

A21. 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 объемом 5 л. Чему равно число молей газа?

$p, 10^5 \text{ Па}$



- 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

В2. 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

В3. 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

В4. Резистор с сопротивлением R подключен 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 «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А22. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила $\vec{F}$ (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

3) 12 Н

2) 9 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

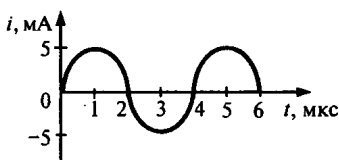
1) 2 раза

2) 3 раза

3) 6 раз

4) 1,5 раза

А24. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре с последовательно включёнными конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно



1) $2,5 \cdot 10^{-6}$ Дж

2) $5 \cdot 10^{-6}$ Дж

3) $5 \cdot 10^{-4}$ Дж

4) 10^{-3} Дж

A25. 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	$4E_0$

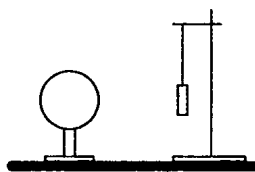
Чему равна работа выхода $A_{\text{вых}}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

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

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

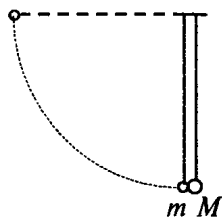
Полное решение задач C1—C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

C1. 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.

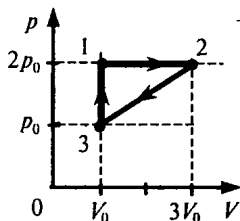


Полное правильное решение каждой из задач C2—C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Два шарика, массы которых отличаются в 3 раза, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок). Легкий шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каким будет отношение кинетических энергий тяжелого и лёгкого шариков тотчас после их абсолютно упругого центрального удара?



С3. Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_{\text{н}} = 8 \text{ кДж}$. Чему равна работа газа за цикл?



С4. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$, его внутреннее сопротивление $r = 2 \text{ Ом}$. 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 $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

С6. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр}} = 300 \text{ нм}$. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

Решения заданий варианта 1, часть 1

A1.

Тело движется по прямой, поэтому его ускорение направлено по этой же прямой, причём модуль ускорения $a = |a_x|$. График зависимости $v(t)$ представляет собой отрезок наклонной прямой, поэтому тело движется с постоянным ускорением. В этом случае $|a_x| = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right|$.

Выбирая по графику $t_1 = 0$, $t_2 = 4$ с, $v_1 = v(t_1) = 50$ м/с, $v_2 = v(t_2) = 10$ м/с, получаем $|a_x| = \left| \frac{10 - 50}{4 - 0} \right|$ м/с² = 10 м/с².

Ответ: 1.

A2.

По условию задачи, скорость ящика сохраняет величину и направление. Значит, ускорение ящика равно нулю. Согласно второму закону Ньютона, в инерциальной системе отсчёта (ИСО) это происходит, если сумма приложенных к телу сил равна нулю.

Ответ: 1.

A3.

Модуль силы тяжести mg определяется только массой тела и его положением (т.к. ускорение свободного падения зависит от расстояния до центра Земли), но не зависит от скорости тела и других сил, действующих на тело. Поэтому $F_{\text{тяж}} = mg = 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ Н}$.

Ответ: 3.

A4.

Тело движется прямолинейно в одном направлении, поэтому модуль изменения импульса и изменение модуля импульса тела совпадают и равны в ИСО модулю импульса действующей силы: $\Delta p = F \Delta t$, откуда $\Delta t = \frac{\Delta p}{F} = (4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}) : 2 \text{ Н} = 2 \text{ с}$.

Ответ: 1.

A5.

Будем отсчитывать потенциальную энергию шарика в поле силы тяжести от уровня земли. Из условия задачи следует, что механическая энергия шарика сохраняется. Приравняем друг другу значения энергии шарика в начальном состоянии $E_1 = mgh$ и в конечном состоянии $E_2 = E_{\text{кин}}$. Получаем $E_{\text{кин}} = mgh = 0,15 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ м} = 30 \text{ Дж}$.

Ответ: 3.

A6.

Начальное положение, как это следует из условия задачи, — положение максимального отклонения маятника. Минимум потенциальной энергии маятника достигается при прохождении положения равновесия. В силу симметрии движения маятника в отсутствие сопротивления воздуха время движения маятника от максимального отклонения до положения равновесия равно четверти периода колебаний (при этом колебания могут быть и не малыми).

Ответ: 4.

A7.

Броуновское движение — это хаотичное движение видимых, т.е. крупных по сравнению с молекулами, частиц в среде молекул, которые постоянно сталкиваются с броуновскими частицами благодаря своему тепловому движению.

Ответ: 2.

A8.

Разреженный углекислый газ будем описывать уравнением Клапейрона–Менделеева: $pV = \frac{m}{M} RT$. Поскольку по условию задачи масса газа и его давление постоянны, получаем из этого уравнения, что $\frac{V}{T} = \frac{mR}{pM} = \text{const}$. Значит, чтобы уменьшить объём газа в данном процессе, надо во столько же раз понизить его температуру.

Ответ: 4.

A9.

Концентрация и давление насыщенного пара зависят только от его температуры. Поэтому при изотермическом сжатии насыщенного пара концентрация его молекул не изменится. Просто та часть молекул, которая занимала исчезнувший объём, сконденсируется в воду.

Ответ: 2.

A10.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа $U = \frac{3}{2} \nu RT$. При постоянном значении ν внутренняя энергия убывает только при понижении температуры. На графике процесса есть только один участок понижения температуры — это участок CD .

Ответ: 2.

A11.

Заряд электрона $q_e = -e < 0$. Конечный заряд пылинки $q_{\text{кон}}$ связан с её начальным зарядом $q_{\text{нач}}$ очевидным равенством, следующим из закона сохранения электрического заряда: $q_{\text{кон}} = q_{\text{нач}} - q_e = -2e - (-e) = -e$.

Ответ: 2.

A12.

Согласно графику в условии задачи, сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению: $\frac{I}{U} = \text{const}$. Значит, согласно закону Ома, сопротивление проводника постоянно и равно $R = \frac{U}{I}$. Выбирая любую точку на графике, например, $U = 20$ В, $I = 4$ А, получим $R = 20 \text{ В} : 4 \text{ А} = 5$ Ом.

Ответ: 1.

A13.

На рисунке показано, что проводник bc параллелен вектору магнитной индукции $\vec{B}$. Поэтому модуль силы Ампера, действующей на этот проводник, равен нулю.

Ответ: 3.

A14.

На экране осциллографа горизонтальная ось — это ось времени t , а напряжение представлено отклонением графика от этой оси по вертикали. Судя по графикам, периоды колебаний обоих напряжений одинаковы (по 8 клеток), а амплитуды — разные (1 клетка и 3 клетки).

Ответ: 1.

A15.

Согласно рисунку, угол падения светового луча из воздуха на границу раздела «воздух–вещество» равен 70° , а угол преломления равен 40° . Согласно закону преломления света, показатель преломления вещества равен $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 70^\circ}{\sin 40^\circ} = \frac{0,94}{0,64} \approx 1,47$.

Ответ: 1.

A16.

Скорость света в вакууме в любой ИСО равна по модулю с независимо от скорости источника.

Ответ: 2.

A17.

Энергия фотона связана с его частотой равенством: $E = h\nu$, где h — постоянная Планка. Поэтому для увеличения энергии фотона в 1,5 раза надо увеличить частоту фотона во столько же раз.

Ответ: 2.

A18.

Зарядовое число (оно же — порядковый номер элемента в таблице Менделеева) показывает заряд ядра в единицах элементарного заряда. Зарядовое число указывается слева внизу от символа элемента. В данном случае оно равно 5.

Ответ: 1.

A19.

В ядерных реакциях выполняются законы сохранения электрического заряда (это равносильно сохране-

нию зарядового числа) и массового числа. Исходя из этого, получаем для реакции, данной в условии, два равенства:

$$7 + 4 = 10 + A, \text{ откуда } A = 1;$$

$$3 + 2 = 5 + Z, \text{ откуда } Z = 0.$$

Таким образом, неизвестная частица — это ${}^1_0\text{X}$, то есть нейтрон.

Ответ: 2.

A20.

Разреженный углекислый газ в равновесном состоянии будем описывать уравнением Клапейрона–Менделеева:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT. \text{ Из этого уравнения получаем для плотности } \rho = \frac{m}{V} \text{ выражение: } \rho = \frac{p\mu}{RT}.$$

Зная μ и R , найдем ρ , если измерим давление газа p и его температуру T .

Ответ: 4.

A21.

При движении тела вдоль оси Ox можно судить о модуле скорости тела v по наклону графика $x(t)$: чем больше наклон, тем больше модуль скорости. Судя по графику в условии, на участке 1 модуль скорости тела уменьшается с течением времени, а на участке 2 остается постоянным.

Ответ: 4.

Решения заданий варианта 1, часть 2

B1.

Первое начало термодинамики в случае адиабаты записываем в виде: $0 = \Delta U + A$, где ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа. Из того, что $\Delta U > 0$, следует, во-первых, что работа газа $A < 0$, т.е. объём газа уменьшается. Во-вторых, поскольку для разреженного

гелия $U = \frac{3}{2} \nu RT$, при $\nu = \text{const}$ из $\Delta U > 0$ следует, что температура газа увеличивается. Наконец, внутреннюю энергию гелия можно представить в виде $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$. Поскольку внутренняя энергия газа увеличивается, а его объем, как мы установили, уменьшается, то необходимо, чтобы давление гелия увеличивалось.

Ответ: 112.

В2.

Поскольку энергия фотона связана с длиной волны равенством $E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda}$, то с ростом $E_{\text{ф}}$ длина волны λ уменьшается. «Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$ не зависит от $E_{\text{ф}}$. Наконец, из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта в форме $E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + eU_{\text{зап}}$ следует, что с ростом $E_{\text{ф}}$ при неизменном значении $\lambda_{\text{кр}}$ растет модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$.

Ответ: 213.

В3.

Длина волны λ в воде связана со скоростью v света в воде равенством $\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$, где ν — частота света. Отсюда $v = \lambda\nu$. При переходе светового пучка в воздух частота света не изменяется, а скорость света возрастает: $c = v n = \lambda \nu n$.

Ответ: 31.

В4.

Напряженность электростатического поля в симметричных точках пространства одинакова по модулю, поэтому $E_D = E_A$. Напряженность электростатического поля внутри проводника равна нулю, поэтому $E_M = 0$.

Ответ: 21.

Решения заданий варианта 1, часть 3А

А22.

В отсутствие трения при выключенном двигателе сохраняется механическая энергия автомобиля. Сравнивая начальное и конечное состояния автомобиля, из закона сохранения механической энергии получаем:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_1^2}{2}. \text{ Учтем, что } h = L\sin\alpha, \text{ и получим}$$

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 - 2gh} = \sqrt{v_1^2 - 2gL\sin\alpha} = 20 \text{ м/с.}$$

Ответ: 4.

А23.

При плотности кислорода $\rho = 2 \text{ кг/1,66 м}^3 \approx 1,2 \text{ кг/м}^3$ его вполне можно считать разреженным газом и описывать уравнением Клапейрона–Менделеева: $pV = \frac{m}{M}RT$.

Подставляя в это уравнение числовые данные из условия задачи и молярную массу кислорода $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ г/моль}$ из справочной таблицы, получим:

$$T = \frac{MpV}{mR} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 1,66}{2 \cdot 8,31} \approx 320 \text{ (К)}.$$

Ответ: 4.

А24.

Под действием постоянной силы, равной по модулю qE , частица движется по горизонтали с ускорением $a = \frac{qE}{m}$ из состояния покоя по направлению напряжённости электрического поля. В этом направлении за время t частица сместится от начального положения на

$$\text{расстояние } x = \frac{at^2}{2} = \frac{qEt^2}{2m}. \text{ Отсюда } t = \sqrt{\frac{2mx}{qE}} = \\ = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-13} \cdot 2 \cdot 10^5}} \text{ с} \approx 0,03 \text{ с.}$$

Ответ: 3.

A25.

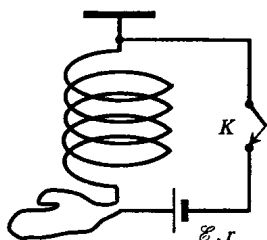
Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в терминах условия задачи. В случае λ_0 получаем: $\frac{hc}{\lambda_0} = 2E_0 + E_0 = 3E_0$. В случае искомой длины волны λ получаем: $\frac{hc}{\lambda} = 2E_0 + 7E_0 = 9E_0$. Поделив первое равенство на второе, получим $\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{3E_0}{9E_0} = \frac{1}{3}$. Таким образом, $\lambda = \frac{\lambda_0}{3}$.

Ответ: 1.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

ВАРИАНТ № 1

C1. Мягкая пружина из нескольких крупных витков провода подвешена к потолку. Верхний конец пружины подключается к источнику тока через ключ K , а нижний — с помощью достаточно длинного мягкого провода (см. рисунок). Как изменится длина пружины через достаточно большое время после замыкания ключа K ? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Эффектами, связанными с нагреванием провода, пренебречь.

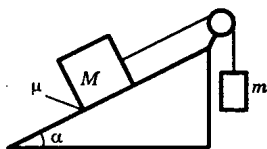


Образец возможного решения

- 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.

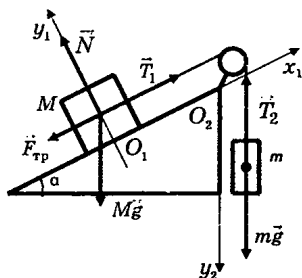
Образец возможного решения	
3) При замыкании ключа К по цепи пойдет ток. В соседних витках пружины токи потекут сонаправленно. Проводники с сонаправленными токами притягиваются друг к другу. В результате после затухания вертикальных колебаний витков пружины будет достигнуто новое состояние равновесия (пружина станет короче), в котором упругие силы, действующие на каждый виток пружины со стороны соседних витков, будут уравнивать силу тяжести и силу Ампера, действующие на виток.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее ответ (в данном случае — п. 1), рассуждения, приводящие к правильному ответу (в данном случае — пп. 2, 3), и указаны физические явления и законы (в данном случае — <i>взаимное притяжение проводников с сонаправленными токами, сила Ампера, условие равновесия витка пружины</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

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 $\alpha = 30^\circ$, 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 отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:



$$\left. \begin{aligned} O_1 x_1 : T_1 - M g \sin \alpha &= 0 \\ O_1 y_1 : N - M g \cos \alpha &= 0 \\ O_2 y_2 : m g - T_2 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Учтем, что

$T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет),

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Тогда

$$T = m g,$$

$$F_{\text{тр}} = m g - M g \sin \alpha,$$

$$N = M g \cos \alpha,$$

и мы приходим к неравенству

$$m g - M g \sin \alpha \leq \mu M g \cos \alpha$$

с решением

$$m \leq M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Таким образом,

$$m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{max}} \approx 0,76$ кг.

С3. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$. 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 теплоемкость 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:

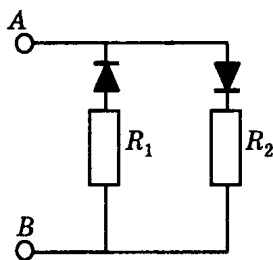
$$(2k - 1)\lambda = c(t_2 - t_1),$$

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 мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 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, изображенный на рисунке 1. Потребляемая мощность

$$P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_2}.$$

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 $P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{R_1}$.

Из этих уравнений получаем: $R_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_1}$, $R_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{P_2}$.

Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$.

Ответ: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$.

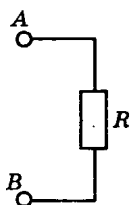


Рис. 1

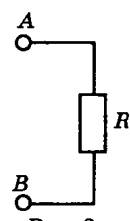
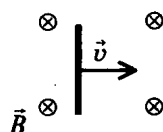


Рис. 2

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 $|\mathcal{E}| = Blv$, 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 $v = \sqrt{v_0^2 + 2ad}$.

Образец возможного решения

Отсюда следует равенство $\frac{\mathcal{E}^2}{B^2 l^2} = v_0^2 + 2ad$, из которого полу-

чаем величину ускорения проводника: $a = \frac{1}{2d} \left(\frac{\mathcal{E}^2}{B^2 l^2} - v_0^2 \right) =$
 $= 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $a = 10 \text{ м/с}^2$.

С6. Покоящийся атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6 \text{ эВ}$) поглощает в вакууме фотон с длиной волны $\lambda = 80 \text{ нм}$. 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 поглощенного фотона $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Согласно зако-

ну сохранения энергии, $E_k = E_\phi + E_1$, где $E_k = \frac{mv^2}{2}$ — кинетическая энергия электрона, вылетевшего из атома. Отсюда

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} + E_1 \text{ и } v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} + E_1 \right)},$$

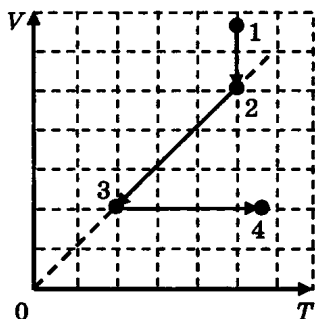
$$v = \sqrt{\frac{2 \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^{-8}} - 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \right)}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 8,11 \cdot 10^5 \text{ (м/с)} =$$

$$= 811 \text{ км/с}.$$

Ответ: $v \approx 811 \text{ км/с}$.

ВАРИАНТ № 2

С1. На VT -диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменялось давление газа p на каждом из трёх участков 1—2, 2—3, 3—4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным?

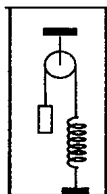


Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

Образец возможного решения	
1) Давление газа на участке 1—2 увеличивалось, на участке 2—3 не изменялось, на участке 3—4 увеличивалось. 2) На участке 1—2 процесс изотермический. По закону Бойля — Мариотта ($pV = \text{const}$) при уменьшении объёма давление увеличивается. На участке 2—3, судя по графику, $\frac{V}{T} = \frac{mR}{pM} = \text{const}$, поэтому процесс изобарный, давление остаётся неизменным. На участке 3—4 процесс изохорный. По закону Шарля ($\frac{p}{T} = \text{const}$) при увеличении температуры давление увеличивается.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — п. 1), и полное верное объяснение (в данном случае — п. 2) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>изопроцессы и газовые законы</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы.	2

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С2. В сосуде (см. рисунок) находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него легкой нитью, к концам которой привязаны тело объемом V и пружина жесткостью k . Нижний конец пружины прикреплен ко дну сосуда. Как изменится сила натяжения нити, действующая на пружину, если эту систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ? (Считать, что трение в оси блока отсутствует.)



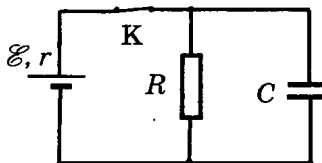
Образец возможного решения
С помощью второго закона Ньютона выразим силу натяжения нити T_1 до погружения системы в жидкость: $mg - T_1 = 0. \quad (1)$ То же – для случая, когда система погружена в жидкость, с учетом силы Архимеда: $mg - T_2 - \rho Vg = 0. \quad (2)$ Теперь с помощью уравнений (1)(2) можно найти изменение силы натяжения нити: $\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho Vg$.

С3. Необходимо расплавить лёд массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

Образец возможного решения

Согласно первому началу термодинамики, количество теплоты, необходимое для плавления льда, $\Delta Q_1 = \lambda m$, где λ — удельная теплота плавления льда. С другой стороны, ΔQ_2 — подведённое джоулево тепло: $\Delta Q_2 = \eta Pt$. В соответствии с заданными условиями $\Delta Q_1 = 66$ кДж и $\Delta Q_2 = 84$ кДж, а значит, $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$ и поставленная задача выполнима.

С4. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 25$ Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки r .



Образец возможного решения

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа: $Q = W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}$.

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учетом закона Ома для полной цепи $U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{r+R}$.

Комбинируя эти формулы, находим: $r = R(\frac{\mathcal{E}q}{2Q} - 1)$.

Ответ: $r = 5$ Ом.

С5. Тонкая линза с фокусным расстоянием $F = 24$ см даёт на экране чёткое изображение предмета с четырёхкратным увеличением. Экран пододвинули к линзе

вдоль её главной оптической оси на $b = 48$ см. Затем при неизменном положении линзы и экрана передвинули предмет так, чтобы изображение на экране снова стало чётким. На какое расстояние сдвинули предмет относительно его первоначального положения?

Образец возможного решения

В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, $\Gamma = \frac{f}{d}$, где d — расстояние от предмета до линзы, f — расстояние от линзы до изображения, Γ — увеличение. Решая эту систему уравнений относительно f и d , получим $f = 120$ см, $d = 30$ см. После того как экран и предмет передвинули, для нового положения предмета и изображения можно записать: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1}$, где $f_1 = f - b$. Отсюда получаем $d_1 = 36$ см и $\Delta d = d_1 - d = 6$ см. Ответ: $\Delta d = 6$ см.

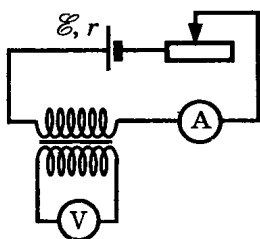
С6. В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Образец возможного решения

Энергия одной α -частицы: $E_1 = \frac{mv^2}{2}$.
За время $\Delta t = 1$ с в образце выделяется энергия:
 $\Delta E = N \cdot E_1 = N \cdot \frac{mv^2}{2}$.
За время $T = 1$ ч выделяется энергия: $E = \frac{T}{\Delta t} \cdot \Delta E =$
 $= \frac{T}{\Delta t} \cdot N \cdot \frac{mv^2}{2}$.
Ответ: $E \approx 100$ Дж.

ВАРИАНТ № 3

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 $\mathcal{E}$.



Образец возможного решения

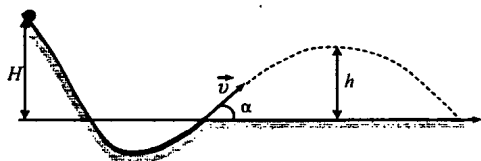
- 1) Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки. Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем левом положении. (Когда движок придет в крайнее левое 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 $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, 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 $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ во вторичной обмотке, а, следовательно, напряжение U на её концах, регистрируемое вольтметром.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — <i>изменение показаний приборов</i> , п. 1) и полное верное объяснение (в данном случае — пп. 2—4) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>электромагнитная индукция, закон индукции Фарадея, закон Ома для полной цепи</i>).	3

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

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 полета определяется из выражения $S = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. А высота полета $h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$. 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°C . (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:

$$F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{об}}g.$$

Выразим силы через радиус r шара: $\rho_{\text{г}}gV = m_{\text{об}}g + m_{\text{He}}g =$

$$= bSg + \rho_{\text{He}}gV \Rightarrow \rho_{\text{г}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3, \text{ откуда}$$

радиус: $r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}$, где $b = 1 \text{ кг/м}^2$ — отношение массы оболочки к её площади.

Образец возможного решения

Плотности гелия и воздуха получаем из уравнения Клапейрона—Менделеева: $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}$,

$$\rho_a = \frac{M_a p}{RT}.$$

Таким образом, радиус шара: $r = \frac{3bRT}{p(M_a - M_{He})} \approx 2,7 \text{ м.}$

Масса оболочки шара $m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 92 \text{ кг.}$

Ответ: $m \approx 92 \text{ кг.}$

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

Образец возможного решения

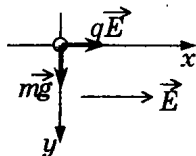
1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.

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 $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1. \text{ Отсюда } E = \frac{mg}{q}.$$

Ответ: $E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м.}$



С5. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной $2,5 \text{ м}$, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает $0,2 \text{ м/с}$. 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: $h = l(1 - \cos\alpha) = 2l\sin^2\frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$. С учётом малости колебаний $\alpha \approx \frac{A}{l}$, где A — амплитуда колебаний (амплитуда смещения).

Отсюда $A = v\sqrt{\frac{l}{g}}$.

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,

$$A_1 = A\frac{b}{a} = v\sqrt{\frac{l}{g}}\frac{b}{a} = v\sqrt{\frac{l}{g}}\left(\frac{b}{F} - 1\right).$$

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: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $\frac{hc}{\lambda_0} = A$. (2)

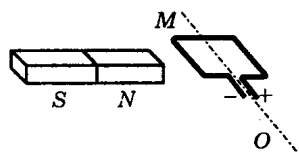
Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$. (3)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}$.

Ответ: $\lambda \approx 200$ нм.

ВАРИАНТ № 4

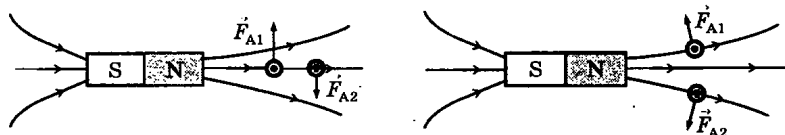
С1. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке.



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.

Образец возможного решения

1) Ответ: Рамка повернется по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.



2) Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи.

Образец возможного решения	
В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом — от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера $\vec{F}_{A1}$, направленная вверх, а на правое звено — сила Ампера $\vec{F}_{A2}$, направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок). 3) Под действием сил Ампера рамка разгоняется, возникают колебания рамки вокруг положения равновесия. Соппротивление воздуха способствует затуханию этих колебаний. В результате рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера $\vec{F}_{A1}$ и $\vec{F}_{A2}$ обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — п.1), и полное верное объяснение (в данном случае — пп.2—3) с указанием наблюдаемых явлений (<i>магнитное поле полосового магнита; действие магнитного поля на проводник с током</i>) и законов (в данном случае — <i>определение направления силы Ампера</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ.	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

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 $\alpha = 15^\circ$ 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.



Образец возможного решения

Скорость шайбы в точке B определяется из баланса её энергии в точках A и B с учетом потерь на трение:

$$\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E. \text{ Отсюда } v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}.$$

Время полета шайбы из точки B в точку D определяется из условия: $y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчёта с началом координат в точке B . Отсюда $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Образец возможного решения

Дальность полета BD определяется из выражения для горизонтальной координаты шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем

$$BD = 2\left(H - \frac{\Delta E}{mg}\right) \sin 2\alpha.$$

Отсюда масса шайбы: $m = \frac{\Delta E}{g\left(H - \frac{BD}{2 \sin 2\alpha}\right)}.$

Ответ: $m = 0,1$ кг.

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 $S = 25$ см². 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 $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

Образец возможного решения

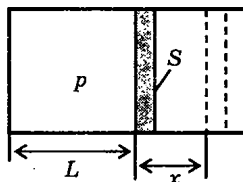
1) Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга:

$$p_2 S = F_{\text{тр}}, \text{ откуда } p_2 = \frac{F_{\text{тр}}}{S} =$$

$$= 12 \cdot 10^5 \text{ Па} > p_1.$$

2) Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .



Образец возможного решения

3) В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты:

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 Sx = (U_3 - U_1) + F_{\text{тр}} x.$$

4) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

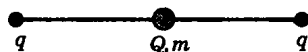
$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} p_1 SL \text{ в начальном состоянии,}$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu RT_3 = \frac{3}{2} p_2 S(L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{тр}}(L + x) \text{ в конечном состоянии.}$$

$$5) \text{ Из пп. 3, 4 получаем } L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тр}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тр}} - p_1 S)}.$$

Ответ: $L = 0,3 \text{ м.}$

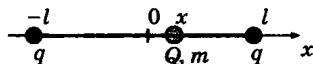
С4. По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка с положительным зарядом $Q > 0$ и массой m . На концах направляющей закреплены положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T .



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

Образец возможного решения

При небольшом смещении x ($|x| \ll l$) бусинки от положения равновесия на неё действует возвращающая сила:



$$F_x = k \frac{qQ}{(l+x)^2} - k \frac{qQ}{(l-x)^2} = kqQ \frac{(l-x)^2 - (l+x)^2}{(l+x)^2(l-x)^2} =$$

$$= -kqQ \frac{4lx}{(l+x)^2(l-x)^2} \approx -k \frac{4qQ}{l^3} x,$$

пропорциональная смещению x . Ускорение бусинки, в соответствии со вторым законом Ньютона, $ma = -k \frac{4qQ}{l^3} x$, пропорционально смещению.

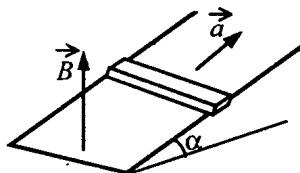
Образец возможного решения

При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых

$T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$. При увеличении заряда бусинки $Q_1 = 2Q$ период колебаний уменьшится:

$$\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{Q}{Q_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}. \text{ Ответ: } T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}.$$

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 $\alpha = 30^\circ$. 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/с². Чему равна сила тока в стержне?



Образец возможного решения

1) На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

— сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз;

— сила реакции опоры $\vec{N}$, направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;

— сила Ампера $\vec{F}_A$, направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.

2) Модуль силы Ампера $F_A = IBL$,

(1)

где L — длина стержня.

3) Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.

Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось x (см. рисунок):

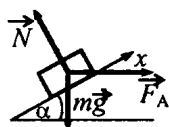
$$ma_x = -mg \sin \alpha + IBL \cos \alpha,$$

(2)

где m — масса стержня. Отсюда находим $I = \frac{m(a_x + g \sin \alpha)}{L B \cos \alpha}$.

(3)

Ответ: $I \approx 4$ А.



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.

Образец возможного решения

Учитывая условие задачи, запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в виде: $\frac{hc}{\lambda_{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + E_{\max}$. Отсюда следует, что начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Изменение кинетической энергии электрона равно работе силы, действующей на электрон со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.

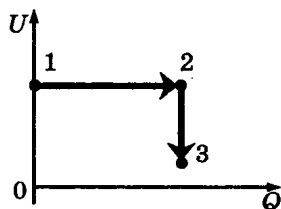
Работа этой силы связана с напряжённостью поля и пройденным путем: $A = FS = eES$.

Отсюда $v^2 = \frac{2eES}{m}$, $v = \sqrt{\frac{2eES}{m}}$.

Ответ: $v \approx 3 \cdot 10^6$ м/с.

ВАРИАНТ №5

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.

Образец возможного решения

1) В процессе $1 \rightarrow 2$ газ получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, газ отдаёт получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объём увеличивается.

2) В процессе $2 \rightarrow 3$ теплообмена газа с внешней средой нет, но его внутренняя энергия уменьшается. Следовательно, и этот процесс связан с расширением газа, поскольку он совершает работу.

3) Ответ: переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — <i>изменение объема газа</i> , п. 3), и полное верное объяснение (в данном случае — пп. 1—2) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>получение тепла газом при неизменности его внутренней энергии на этапе $1 \rightarrow 2$, адиабатный процесс на следующем этапе, первое начало термодинамики</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

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.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Зависимость пройденного пути от времени перелёта в первом случае: $s = v_{\text{св}} t_1$, где $\vec{v}_{\text{св}}$ — скорость самолёта относительно воздуха.

Закон сложения скоростей в векторном виде для перелёта во время ветра: $\vec{v}_{\text{с}} = \vec{v}_{\text{св}} + \vec{v}_{\text{в}}$, где $\vec{v}_{\text{с}}$ — скорость самолёта относительно Земли, $\vec{v}_{\text{в}}$ — скорость ветра.

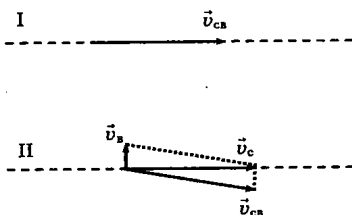
Выражение для скорости самолёта относительно Земли во

втором случае имеет вид: $v_{\text{с}} = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2}$.

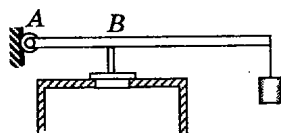
Зависимость пройденного пути от времени перелёта во втором случае: $s = v_{\text{с}} t_2 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2} \cdot t_2$.

Следовательно, $v_{\text{св}} t_1 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2} \cdot t_2$. Отсюда: $v_{\text{в}} = \frac{v_{\text{св}} \sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{t_2}$.

Ответ: $v_{\text{в}} = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$.



С3. В цилиндр объёмом $0,5 \text{ м}^3$ насосом закачивается воздух со скоростью $0,002 \text{ кг/с}$. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном.



Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (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. Пло-

щадь закрытого клапаном отверстия $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, расстояние AB равно $0,1 \text{ м}$. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К . Определите длину стержня, если его считать невесомым.

Образец возможного решения

Клапан откроется, когда модуль F избыточной силы давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с модулем силы давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным равно Δp , а площадь клапана равна S , то $F = S \cdot \Delta p$. Сила действия стержня на клапан равна $mg \frac{L}{l}$, где m , L и l соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка AB . Итак, должно выполняться условие $S \cdot \Delta p \geq mg \frac{L}{l}$.

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы $\Delta m_{\text{в}}$ воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева, $\Delta p = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT$, где M — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

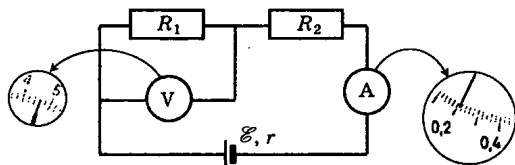
$$\frac{S \cdot \Delta m_{\text{в}}}{MV} RT \geq mg \frac{L}{l}, \text{ или } L \leq \frac{lSRT \cdot \Delta m_{\text{в}}}{mgMV}.$$

Если насос закачивает каждую секунду w кг воздуха, то массу $\Delta m_{\text{в}}$ он закачает в цилиндр за время $t = \frac{\Delta m_{\text{в}}}{w}$. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство:

$$L = \frac{lSRT \cdot wt}{mgMV}.$$

Ответ: $L \approx 0,5 \text{ м}$.

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 — $0,4 \text{ Ом}$. 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?

Образец возможного решения

Для определения силы тока используем закон Ома для полной цепи. Вольтметр и резистор R_1 соединены параллельно.

$$\text{Следовательно, } \frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_1}. \text{ Отсюда } R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_V}{R_V + R_1} = \frac{20 \cdot 10000}{10020} \approx 19,96 \approx 20 \text{ (Ом)} = R_1.$$

$$\text{Следовательно, } I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + R_A + r} = \frac{36}{20 + 150 + 0,4 + 1} = \frac{36}{171,4} \approx 0,21 \text{ (А)}.$$

Амперметр показывает силу тока около 0,22 А. Цена деления шкалы амперметра 0,02 А, что больше, чем отклонение показаний от расчёта. Следовательно, **амперметр даёт верные показания.**

Для определения напряжения используем закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R_1}$. Отсюда $U = I \cdot R_1 = 0,21 \cdot 20 = 4,2 \text{ (В)}$. Вольт-

метр же показывает напряжение 4,6 В. Цена деления вольтметра 0,2 В, что в два раза меньше отклонения показаний от расчёта.

Следовательно, **вольтметр даёт неверные показания.**

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

Образец возможного решения

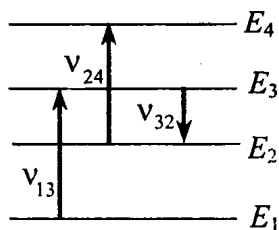
В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \text{ или } \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$$

$$\text{Из этих равенств следует: } I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2 \text{ и } \frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}.$$

$$\text{В результате получаем: } I = I_m \sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}. \text{ Ответ: } I = 4,0 \text{ мА}.$$

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?



Образец возможного решения

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней: $\nu_{21} = \frac{E_2 - E_1}{h}$.

Поэтому запишем: $\nu_{14} = \nu_{13} + \nu_{24} - \nu_{32} = 10^{14}(6 + 4 - 3) = 7 \cdot 10^{14}$ Гц.

Отсюда $\lambda_{14} = \frac{c}{\nu_{14}} = \frac{c}{\nu_{13} + \nu_{24} - \nu_{32}}$. Ответ: $\lambda_{14} \approx 4,3 \cdot 10^{-7}$ м.

ОТВЕТЫ

Ответы к заданиям части А

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
Вариант 1	1	1	3	1	3	4	2	4	2	2	2	1	3
Вариант 2	3	4	1	3	4	4	4	2	3	2	4	2	1
Вариант 3	1	2	4	3	2	4	4	2	3	4	4	1	3
Вариант 4	4	3	3	3	2	1	1	1	2	2	4	3	4
Вариант 5	4	1	1	3	1	4	2	1	2	3	3	3	2
Вариант 6	4	3	3	1	2	2	2	3	2	4	4	3	2
Вариант 7	2	1	2	3	2	2	3	4	2	4	1	3	4
Вариант 8	3	1	1	2	4	2	3	2	3	2	4	3	1
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	1	1	2	2	1	2	4	4	4	4	3	1
Вариант 2	2	1	2	3	4	1	2	3	3	1	1	2
Вариант 3	4	1	2	3	1	2	4	2	1	3	1	3
Вариант 4	1	3	4	4	4	4	2	2	2	1	1	3
Вариант 5	3	1	2	4	4	4	3	2	4	4	1	2
Вариант 6	3	4	4	3	4	4	4	2	4	1	1	2
Вариант 7	4	1	2	1	3	3	2	3	4	1	1	1
Вариант 8	4	1	4	2	2	3	1	1	4	3	3	4
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	112	213	31	21
Вариант 2	211	223	43	41
Вариант 3	121	311	34	23
Вариант 4	121	121	21	23
Вариант 5	121	222	41	12
Вариант 6	212	222	23	31
Вариант 7	321	112	31	13
Вариант 8	323	123	14	34
Вариант 9	121	111	21	43
Вариант 10	123	123	43	32

Ответы к заданиям части С

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ С1

	С1
Вариант 1	Пружина сожмётся, её длина уменьшится
Вариант 2	Давление газа на участке 1–2 увеличивалось, на участке 2–3 не изменялось, на участке 3–4 увеличивалось
Вариант 3	Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки
Вариант 4	Рамка повернётся по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу
Вариант 5	Переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма
Вариант 6	Кольцо отталкивается от катушки, затем возвращается в исходное положение и в дальнейшем остаётся неподвижным.
Вариант 7	При температуре кипения уровень воды в трубке и в тазике один и тот же.
Вариант 8	Гильза притянется к пластине, коснётся её, затем отклонится вправо и зависнет в положении, в котором равнодействующая приложенных к ней сил равна нулю.

	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 C2—C6

	C2	C3
Вариант 1	$\approx 0,76$ кг	$\approx 0,63$
Вариант 2	$\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho V g$	$\Delta Q_1 = 66$ кДж и $\Delta Q_2 = 84$ кДж, а значит, $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$. Да
Вариант 3	$\frac{H}{2}$	≈ 92 кг
Вариант 4	0,1 кг	0,3 м
Вариант 5	20 м/с	$\approx 0,5$ м
Вариант 6	5 г	$\approx 0,022$ моль
Вариант 7	$\approx 0,3$ м	≈ -5 °С
Вариант 8	$\approx 0,43$	$\approx 12,5$ кДж
Вариант 9	0,8 с	$\approx 0,5$
Вариант 10	3	≈ 700 Дж

	C4	C5	C6
Вариант 1	$R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом	10 м/с ²	≈ 811 км/с
Вариант 2	5 Ом	6 см	≈ 100 Дж
Вариант 3	500 кВ/м	0,15 м	≈ 200 нм
Вариант 4	$T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$	≈ 4 А	$\approx 3 \cdot 10^6$ м/с
Вариант 5	Вольтметр даёт неверные показания	4,0 мА	$\approx 4,3 \cdot 10^{-7}$ м
Вариант 6	50 кВ	0,05 мм	300 нм
Вариант 7	30 м/с	0,25 Тл	≈ 39 мин
Вариант 8	4,2 мкКл	15 см	$\approx 2,7$ К
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

**САМОЕ ПОЛНОЕ ИЗДАНИЕ
ТИПОВЫХ ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ
ЕГЭ**

**2012
ФИЗИКА**

**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»
Обложка — дизайн-группа «Дикобраз»**

**Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;
953005 — литература учебная**

**Сертификат соответствия
№ РОСС RU.AE51.H15301 от 04.05.2011 г.**

**ООО «Издательство Астрель»
129085, г. Москва, пр-д Ольминского, д. 3а**

**ООО «Издательство АСТ»
141100, РФ, Московская обл., г. Щелково, ул. Заречная, д. 96**

**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, Звездный бульвар, дом 21, 7 этаж
Отдел реализации учебной литературы
«Издательство группы АСТ»
Справки по телефонам: (495)615-53-10, 232-17-04**