



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

# ЕГЭ

# Физика

# 2011

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

## ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

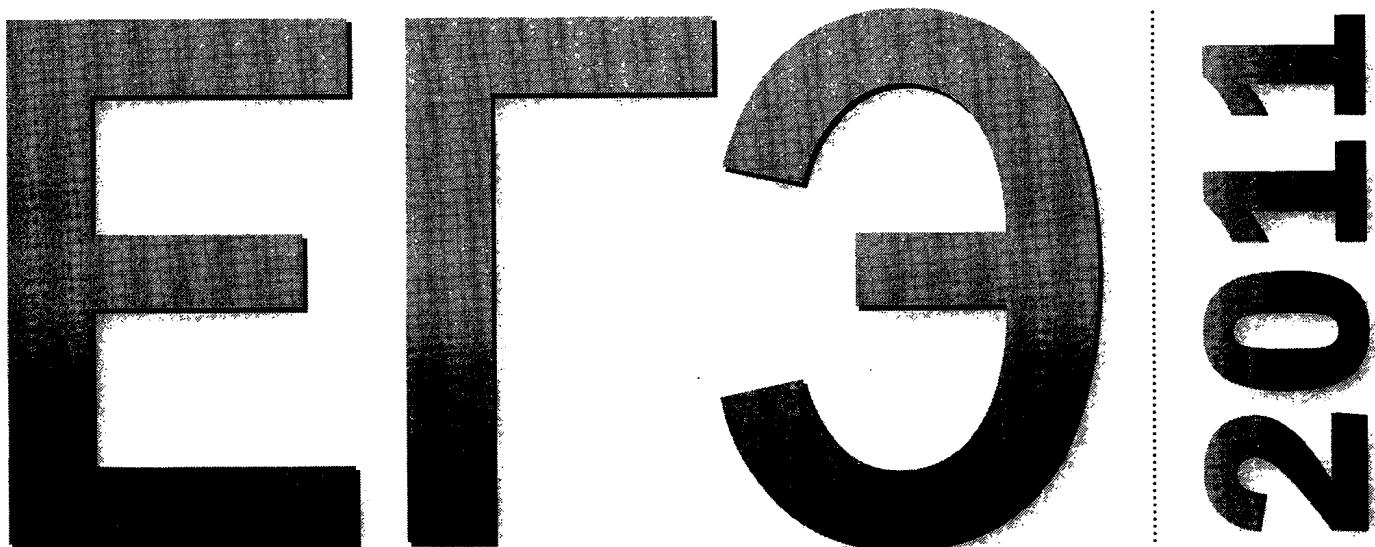
Под редакцией М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

10  
ВАРИАНТОВ

НАЦИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

# ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

Под редакцией М. Ю. ДЕМИДОВЫ

10 ВАРИАНТОВ

МОСКВА

НАЦИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ

2011

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я721  
Е 31

***Федеральный институт педагогических измерений***

Авторы-составители:  
М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, И. И. Нурминский

Е 31      **ЕГЭ-2011. Физика : типовые экзаменационные варианты : 10 вариантов / под ред. М. Ю. Демидовой.** — М. : Национальное образование, 2011. — 160 с. — (ЕГЭ-2011. ФИПИ — школе).

**ISBN 978-5-905084-53-9**

*Впервые* серия «ЕГЭ-2011. ФИПИ – школе» предоставляет возможность *индивидуальной подготовки* к Единому государственному экзамену как в рамках школьных занятий, так и самостоятельно. Каждая книга серии содержит 10 типовых вариантов экзаменационных работ с бланками для записи ответов.

Ответы ко всем частям работы (А, В, С) позволяют правильно оценить успешность выполнения заданий.

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-905084-53-9

© ФГНУ «Федеральный институт педагогических измерений», 2011  
© ООО «Национальное образование», 2011

# **Содержание**

Введение . . . . .	4
Инструкция по выполнению работы . . . . .	7
Справочные данные. . . . .	7
Вариант 1 . . . . .	9
Вариант 2 . . . . .	21
Вариант 3 . . . . .	33
Вариант 4 . . . . .	43
Вариант 5 . . . . .	53
Вариант 6 . . . . .	65
Вариант 7 . . . . .	77
Вариант 8 . . . . .	89
Вариант 9 . . . . .	101
Вариант 10 . . . . .	113
Ответы к заданиям части 1 . . . . .	125
Ответы к заданиям части 2 . . . . .	126
Критерии проверки и оценки выполнения заданий с развернутым ответом . . . . .	128

# **Введение**

Предлагаемое пособие содержит 10 типовых экзаменационных вариантов, соответствующих демонстрационной версии ЕГЭ по физике 2011 года. Инструкция по выполнению работы, являющаяся общей для всех вариантов, дается в начале книги. После каждого экзаменационного варианта размещен типовой бланк ответов ЕГЭ.

После решения вариантов правильность своих ответов учащийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце книги. Для заданий части 3, требующих развернутого ответа, даются элементы верного ответа и указания к оцениванию.

На большом количестве вариантов учащийся получает возможность самостоятельно подготовиться к экзамену.

Учителям книга будет полезна для организации различных форм подготовки к ЕГЭ, а также контроля знаний на уроках физики.

## *Структура и содержание экзаменационной работы*

Экзаменационный вариант ЕГЭ 2011 года по физике состоит из 3-х частей и включает 35 заданий: 25 заданий с выбором одного верного ответа (часть 1, задания А1–А25), 4 задания с кратким ответом (часть 2, задания В1–В4) и 6 заданий с развернутым ответом (часть 3, С1–С6). Самые простые задания находятся в первой части работы, это задания с выбором ответа, а самые сложные — содержатся в конце варианта, на них необходимо дать подробные ответы.

В первой части работы задания расположены по тематическому признаку: 7 заданий по механике, 5 заданий по молекулярной физике и термодинамике, 7 заданий по электродинамике и 4 задания по квантовой физике. Обратите внимание, что каждый тематический раздел первой части составляют, в основном, задания базового уровня, но заключительное задание в каждом разделе (А7, А12, А19 и А23) повышенного уровня сложности. Как правило, они представляют собой расчетные задачи.

Последние задания первой части (А24 и А25) проверяют методологические умения, а именно: конструировать экспериментальную установку, исходя из формулировки гипотезы опыта; строить графики и рассчитывать по ним значения физических величин; анализировать результаты экспериментальных исследований; делать выводы по результатам эксперимента.

Задания с выбором ответа очень разнообразны по содержанию, но однотипны по форме представления. Все они состоят из текста задания и четырех ответов, которые могут быть представлены в виде словесных утверждений, формул, численных значений физических величин, графиков или схематичных рисунков.

Экзаменационные варианты по физике включают большое количество иллюстративного материала. Это могут быть задания с использованием графиков, где требуется, например, определить коэффициент пропорциональности для линейных функций, «переводить» график функции из одних координат в другие или соотносить символическую запись закона (формулы) с соответствующим графиком. Различные задания с «картинками» включают, например, схемы электрических цепей, оптические схемы, иллюстрация для применения правила левой руки, правила буравчика, правила Ленца и т.п.

Кроме того, в любой из частей работы могут встретиться задания с фотографиями различных экспериментов. Как правило, в этих случаях необходи-

мо уметь узнавать изображенные на фотографии измерительные приборы и оборудование и правильно снимать показания.

Во вторую часть работы включено 4 задания с кратким ответом. В заданиях В1 и В2 необходимо установить характер изменения (увеличится, уменьшиться или не изменится) физических величин в различных процессах. На местах В3 и В4 стоят задания на установление взаимно однозначного соответствия.

Третья часть работы содержит 6 задач: качественную задачу повышенного уровня сложности (С1) и 5 расчетных задач высокого уровня сложности (С2–С6) по всем разделам школьного курса физики.

### *Проведение экзамена*

На экзамене по физике необходимо взять с собой черную ручку, линейку и непрограммируемый калькулятор. Линейка вам понадобится, например, при нахождении изображений в линзах, а также при работе с графиками.

Калькулятор на экзамене необходим для проведения вычислений: его использование существенно экономит время и уменьшает арифметические ошибки. При подготовке к экзамену выберите себе калькулятор, в котором есть не только все арифметические действия, операции возведения в квадрат и извлечения квадратного корня, но и операции вычисления тригонометрических функций. Лучше всего подходят для этих функций инженерные калькуляторы, в которых есть все необходимые операции, а ввод данных осуществляется в привычном виде (как в учебниках математики).

На экзамене запрещено использовать программируемые калькуляторы, которые могут хранить в памяти большие объемы текстовой информации и обеспечивать беспроводной обмен информацией с внешними источниками.

### *Советы по оформлению ответов*

При подготовке к экзамену обратите внимание на правила заполнения бланков ответов. При ответе на задания с выбором ответа сначала обведите номер правильного ответа в варианте, а затем аккуратно перенесите его в бланк.

Во второй части работы в заданиях В1 и В2 цифры в ответе могут повторяться (например: 331 или 121).

Особенно важно четко и разборчиво записать решения задач третьей части работы. Ошибочные записи (если они есть) обведите «квадратиком» и зачеркните. В решении задачи С1 должны быть два основных элемента: ответ и обоснование этого ответа. В обосновании следует отразить логику ваших рассуждений при получении ответа. Кроме того оценивается указание на физические явления и законы, которые использовались в процессе объяснения.

В расчетных задачах С2–С6 необходимо записать систему уравнений для решения задачи, провести математические преобразования и получить ответ. Внимательно относитесь к переписыванию решения с черновика в бланк ответа, ни в коем случае нельзя пропускать логически важные шаги в математических преобразованиях, за их отсутствие могут снизить балл.

### *Оценка выполнения заданий и работы в целом*

Все задания с выбором ответа оцениваются в 1 балл (такие баллы называются первичными). В настоящее время в правилах проверки варианта ЕГЭ отсутствует система штрафов за неверно выполненное тестовое задание. Если какие-то задания части А решить не удается, не оставляйте их без ответа

к моменту сдачи экзаменационной работы. Используйте альтернативные стратегии поиска верного ответа и попытайтесь дать ответы на все задания.

Во второй части работы задания оцениваются в 2 балла, поэтому даже частично верное выполнение этих заданий может добавить баллы в общий результат.

Третья часть работы предназначена для тех, кто нацелен на самый высокий результат. Однако всем участникам нужно попытаться выполнить хотя бы часть заданий с развернутым ответом. Начинать нужно с задания С1. Это качественный вопрос, который проще всех остальных заданий. Далее вы должны прочитать оставшиеся расчетные задачи и выбрать порядок их выполнения, в зависимости от того насколько понятными они вам показались. Возможно, что именно последняя задача в варианте окажется лично для вас гораздо проще предыдущих.

Задание с развернутым ответом оценивается двумя экспертами: учитываются правильность и полнота ответа. Для оценки выполнения каждого задания экспертам дается подробная инструкция, в которой указывается, за что выставляется каждый балл — от нуля до максимального. В настоящее время за выполнение заданий с развернутым ответом можно получить от 0 до 3 баллов — за каждое задание.

Баллы за все правильно выполненные задания суммируются и составляют так называемый первичный тестовый балл. Минимальный балл на ЕГЭ по физике в течение двух лет составлял 8 первичных баллов. Если участник экзамена набирает менее 8 первичных баллов, то говорят, что он «не преодолевает минимальную границу», и сертификат о сдаче ЕГЭ по физике не выдается. При безошибочном выполнении всех заданий экзаменационной работы можно набрать 51 балл первичный балл, которые при переводе превращаются в 100 тестовых баллов.

*Желаем успехов при подготовке к ЕГЭ и сдаче экзамена!*

# 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 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

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

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочтайте 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

Наимено-вание	Обозначе-ние	Множи-тель	Наимено-вание	Обозначе-ние	Множи-тель
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  $\pi$

$$\pi = 3,14$$

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)  
постоянная Планка

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

**Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^{\circ}\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 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	$1000 \text{ кг}/\text{м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг}/\text{м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг}/\text{м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг}/\text{м}^3$
керосина	$800 \text{ кг}/\text{м}^3$	железа	$7800 \text{ кг}/\text{м}^3$
		ртути	$13600 \text{ кг}/\text{м}^3$

**Удельная теплоемкость**

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

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия:** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

**Молярная масса**

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

# ВАРИАНТ 1

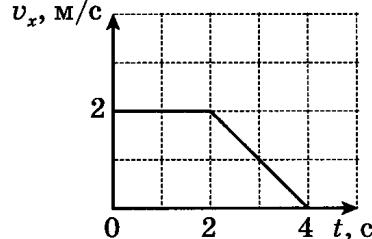
## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1**

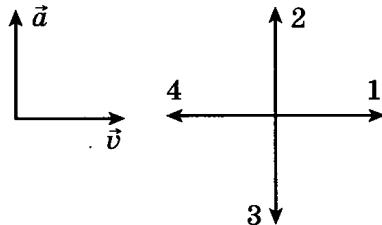
Тело движется по оси  $Ox$ . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени  $t = 4$  с?

- 1) 6 м
- 2) 8 м
- 3) 4 м
- 4) 5 м



**A2**

На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?



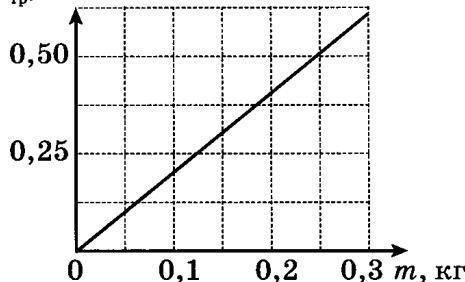
- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

**A3**

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения  $F_{тр}$  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

$F_{тр}$ , Н



**A4**

Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов соответственно равны  $6 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с и  $2 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с. Чему равен модуль импульса шариков после их абсолютно неупругого столкновения?

- 1)  $8 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с      3)  $2 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с  
 2)  $4 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с      4)  $1 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с

**A5**

Парашютист спускается с неизменной скоростью, а энергия его взаимодействия с Землей постепенно уменьшается. При спуске парашютиста

- 1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию  
 2) его полная механическая энергия не меняется  
 3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию парашютиста и воздуха  
 4) его кинетическая энергия преобразуется в потенциальную энергию

**A6**

Период колебаний пружинного маятника 1 с. Каким станет период колебаний, если массу груза маятника увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с      2) 2 с      3) 4 с      4) 0,5 с

**A7**

Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. Скорость девочки при этом возрастает до 6 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость папы после толчка? Трение коньков о лед не учитывайте.

- 1) 3,5 м/с      2) 4 м/с      3) 4,5 м/с      4) 6,5 м/с

**A8**

Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

	$p, 10^5$ Па	$V, 10^{-3}$ м <sup>3</sup>	$T, К$
состояние А	1,0	4	
состояние В	1,5	8	900

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

- 1) 300      2) 450      3) 600      4) 900

**A9**

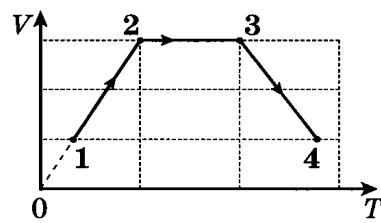
В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при ее переходе из жидкого состояния в твердое  
 2) при нагревании воды в сосуде  
 3) при увеличении количества воды в сосуде  
 4) при увеличении скорости сосуда с водой

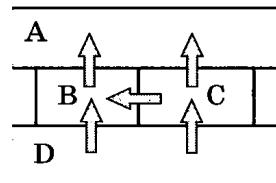
**A10**

Газ последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Работа газа равна нулю.

- 1) на участке 1–2
- 2) на участке 2–3
- 3) на участке 3–4
- 4) на участках 1–2 и 3–4

**A11**

Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруски. Температуры брусков в данный момент  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ . Какой из брусков имеет температуру  $40^{\circ}\text{C}$ ?



- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) Д

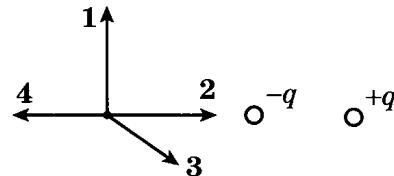
**A12**

В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре  $t_1 = 0^{\circ}\text{C}$  заливают  $m = 1 \text{ кг}$  воды с температурой  $t_2 = 44^{\circ}\text{C}$ . Какая масса льда  $\Delta m$  расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде?

- 1) 56 г
- 2) 280 г
- 3) 560 г
- 4) 4200 г

**A13**

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $-q$  и  $+q$  ( $q > 0$ ). Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



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

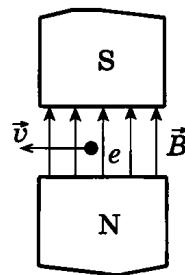
**A14**

Сколько времени протекал по проводнику ток силой 10 А, если при напряжении на концах проводника 220 В в нем выделилось количество теплоты, равное 132 кДж?

- 1) 0,6 с
- 2) 132 с
- 3) 60 с
- 4) 2200 с

**A15**

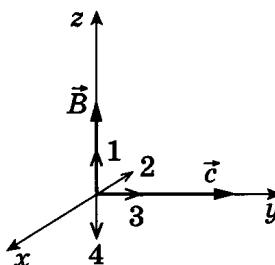
Электрон  $e$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость  $\vec{v}$ , перпендикулярную вектору индукции  $\vec{B}$  магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца  $\vec{F}$ ?



- 1) вертикально вниз ↓
- 2) горизонтально вправо →
- 3) от наблюдателя ⊗
- 4) к наблюдателю ⊙

**A16**

На рисунке в декартовой системе координат представлены вектор индукции  $\vec{B}$  магнитного поля в электромагнитной волне и вектор  $\vec{c}$  скорости ее распространения. Направление вектора напряженности электрического поля  $\vec{E}$  в волне совпадает со стрелкой



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

**A17**

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен  $20^\circ$ . Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?

- 1)  $40^\circ$
- 2)  $50^\circ$
- 3)  $70^\circ$
- 4)  $110^\circ$

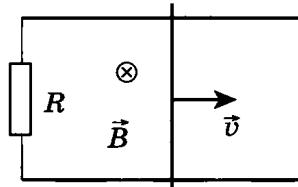
**A18**

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

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

**A19**

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл, расстояние между рельсами  $l = 10$  см, скорость движения перемычки  $v = 2$  м/с. Каково сопротивление контура  $R$ , если сила индукционного тока в контуре  $0,01$  А?



- 1) 0,001 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 0,4 Ом
- 4) 4 Ом

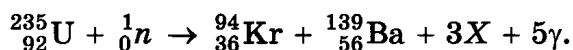
**A20** В каком из указанных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наименьшее значение?

- 1) в рентгеновском излучении
- 2) в ультрафиолетовом излучении
- 3) в видимом свете
- 4) в инфракрасном излучении

**A21** Какая доля радиоактивных ядер распадается за интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) 25%
- 2) 50%
- 3) 75%
- 4) 100%

**A22** В результате столкновения ядра урана с нейтроном произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением  $\gamma$ -квантов и трех одинаковых частиц в соответствии с уравнением



Какие три частицы возникли в результате ядерной реакции?

- 1) протоны
- 2) электроны
- 3) нейтроны
- 4)  $\alpha$ -частицы

**A23** В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии  $E_{max}$  фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ .

$\lambda$	$\lambda_0$	$\frac{1}{2}\lambda_0$
$E_{max}$	$E_0$	$3E_0$

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

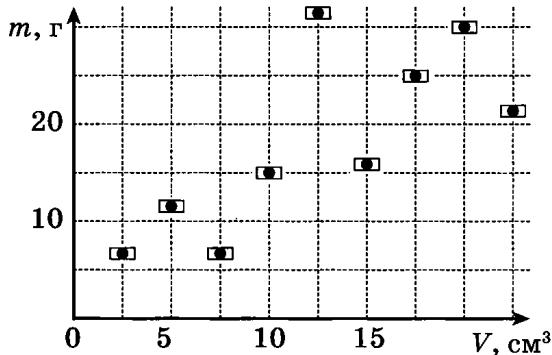
- 1)  $\frac{1}{2}E_0$
- 2)  $E_0$
- 3)  $2E_0$
- 4)  $3E_0$

**A24** Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?



**A25**

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  $1 \text{ см}^3$  и  $1 \text{ г}$ . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
- 2) эксперимент не подтвердил гипотезу
- 3) погрешности измерений столь велики, что не позволили проверить гипотезу
- 4) условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе

## 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Радиоактивное ядро испытало  $\beta^-$ -распад. Как изменились в результате этого массовое число и заряд радиоактивного ядра, а также число нейтронов в ядре?

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.

Массовое число	Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

**B2**

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли увеличивается. Как изменяются 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) увеличивается      2) уменьшается      3) не изменяется

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

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

**B3**

Пучок света переходит из стекла в воздух. Частота световой волны равна  $v$ , скорость света в стекле равна  $v$ , показатель преломления стекла относительно воздуха равен  $n$ .

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**

- A) длина волны света в стекле  
B) длина волны света в воздухе

**ФОРМУЛЫ**

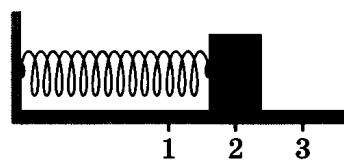
- 1)  $\frac{v}{n \cdot v}$   
2)  $\frac{n \cdot v}{v}$   
3)  $\frac{n \cdot v}{v}$   
4)  $\frac{v}{v}$

Ответ:

A	B

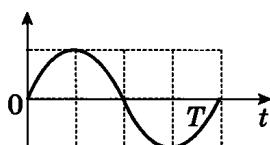
**B4**

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника может совершать гармонические колебания между точками 1 и 3. Период колебаний груза  $T$ . Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания груза после начала колебаний из положения в точке 1. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



## ГРАФИКИ

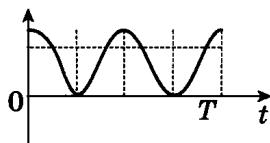
А)



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия пружинного маятника
- 2) кинетическая энергия груза на пружине
- 3) проекция скорости груза на ось  $Ox$
- 4) проекция ускорения груза на ось  $Ox$

Б)



Ответ:

A	B

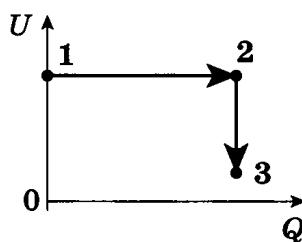
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко 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 объема 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.



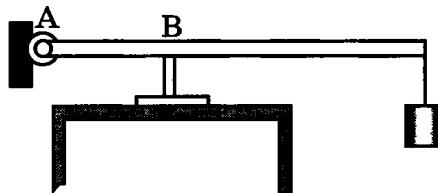
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2**

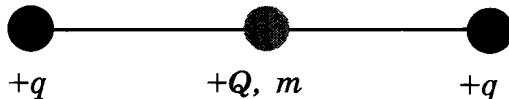
В безветренную погоду самолет затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полета дует постоянный боковой ветер перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолета относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

**С3**

В цилиндр объемом  $0,5 \text{ м}^3$  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 подведен груз массой 2 кг. Клапан открывается через 580 с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , расстояние АВ равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Определите длину стержня, если его можно считать невесомым.

**С4**

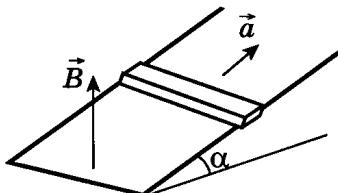
По гладкой горизонтальной направляющей длиной  $2l$  скользит бусинка с положительным зарядом  $Q > 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся положительные заряды  $q > 0$  (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ .



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

**C5**

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/с<sup>2</sup>. Чему равна сила тока в стержне?

**C6**

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластиинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачен воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью  $E$ . Пролетев путь  $S = 5 \cdot 10^{-4}$  м, он приобретает скорость  $v = 3 \cdot 10^6$  м/с. Какова напряженность электрического поля? Релятивистские эффекты не учитывать.

**Бланк ответов №1**

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

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н Ю П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
А В С Д Е F G H I J K L M N O P R Q S T U V W X Y Z , - А А Ä Ö È É Ó Ú Ü Ø

Код региона	Код предмета	Название предмета	Резерв 5
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка			

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

## Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания метки  ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов.

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

1	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 A28 A29 A30	1
2		2
3		3
4		4

1	A31 A32 A33 A34 A35 A36 A37 A38 A39 A40 A41 A42 A43 A44 A45 A46 A47 A48 A49 A50 A51 A52 A53 A54 A55 A56 A57 A58 A59 A60	1
2		2
3		3
4		4

Замена ошибочных ответов на задания типа А	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	Резерв - 6
	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	
	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	
	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	A   1   2   3   4	
Резерв - 7				

## Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

B1	
B2	
B3	
B4	
B5	
B6	
B7	
B8	
B9	
B10	

## Замена ошибочных ответов на задания типа В

B -	B -
B -	B -
B -	B -

Единый государственный экзамен - 2011

Часть II. Итоговая аттестация №2



**ВНИМАНИЕ!** Обложка и листы с контрольными измерительными материалами в комплекте.

A large rectangular grid of squares, intended for drawing or plotting data. It consists of approximately 20 columns by 25 rows of small squares.

## ВАРИАНТ 2

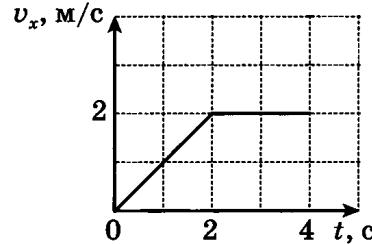
### Часть 1

*При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1**

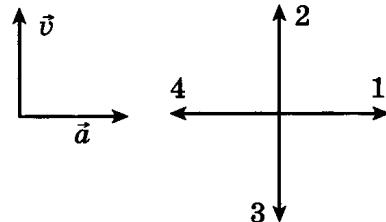
Тело движется по оси Ох. На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ох от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени  $t = 4$  с?

- 1) 6 м                  3) 4 м  
2) 8 м                  4) 5 м


**A2**

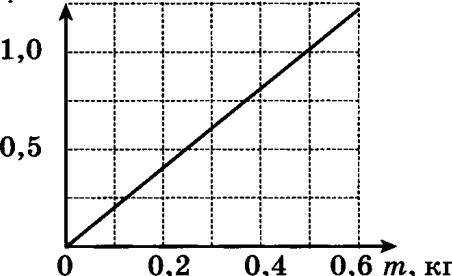
На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело?

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


**A3**

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения  $F_{\text{тр}}$  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                  3) 1,00  
2) 0,02                  4) 0,20

 $F_{\text{тр}}, \text{Н}$ 

**A4**

Навстречу друг другу летят шарики из пластилина. Модули их импульсов соответственно равны  $5 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с и  $3 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с. Столкнувшись, шарики слипаются. Чему равен импульс слипшихся шариков?

- 1)  $8 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с                  3)  $2 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с  
2)  $4 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с                  4)  $1 \cdot 10^{-2}$  кг·м/с

**A5**

Маленький стальной шарик опускается в высоком сосуде с водой с неизменной скоростью. При этом энергия его взаимодействия с Землей постепенно уменьшается. При движении шарика

- 1) его потенциальная энергия полностью преобразуется в кинетическую энергию
- 2) его полная механическая энергия не меняется
- 3) его потенциальная энергия полностью преобразуется во внутреннюю энергию шарика и воды
- 4) его кинетическая энергия полностью преобразуется в потенциальную энергию

**A6**

Период колебаний пружинного маятника 1 с. Каким станет период колебаний, если жесткость пружины увеличить в 4 раза?

- 1) 1 с
- 2) 2 с
- 3) 4 с
- 4) 0,5 с

**A7**

Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. При этом скорость папы уменьшается до 3,5 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость девочки после толчка? Трение коньков о лед не учитывайте.

- 1) 3,5 м/с
- 2) 6 м/с
- 3) 14 м/с
- 4) 34 м/с

**A8**

Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице:

	$p, 10^5$ Па	$V, 10^{-3}$ м <sup>3</sup>	$T, К$
состояние А	1,0	4	300
состояние В	1,5	8	

Выберите число, которое следует внести в свободную клетку таблицы.

- 1) 300
- 2) 450
- 3) 600
- 4) 900

**A9**

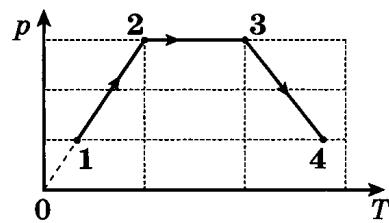
В каком случае внутренняя энергия кусочка льда не изменяется?

- 1) при его переходе из твердого состояния в жидкое
- 2) при увеличении скорости кусочка льда
- 3) при увеличении массы кусочка льда
- 4) при охлаждении льда в морозильной камере

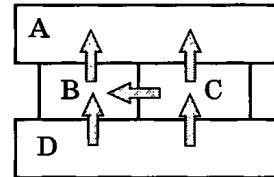
**A10**

Газ последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Работа газа равна нулю

- 1) на участке 1–2
- 2) на участке 2–3
- 3) на участке 3–4
- 4) на участках 1–2 и 3–4

**A11**

Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруски. Температуры брусков в данный момент  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ . Какой из брусков имеет температуру  $80^{\circ}\text{C}$ ?



- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) Д

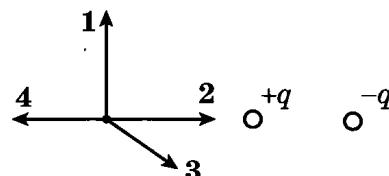
**A12**

В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре  $t_1 = 0^{\circ}\text{C}$  заливают  $m = 1$  кг теплой воды. Какова была начальная температура воды, если при установлении теплового равновесия в сосуде расплавилось 560 г льда?

- 1)  $14^{\circ}\text{C}$
- 2)  $22^{\circ}\text{C}$
- 3)  $33^{\circ}\text{C}$
- 4)  $44^{\circ}\text{C}$

**A13**

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $-q$  и  $+q$  ( $q > 0$ ). Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



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

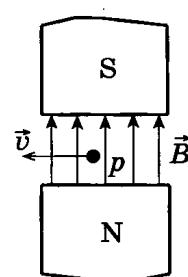
**A14**

Чему равно напряжение на концах проводника, если при силе тока 5 А в течение 15 мин в проводнике выделяется количество теплоты, равное 540 кДж?

- 1) 120 В
- 2) 220 В
- 3) 900 В
- 4) 22,3 В

**A15**

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  $\vec{F}$ ?

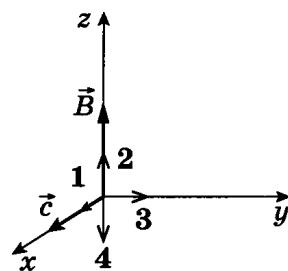


- 1) вертикально вниз ↓
- 2) горизонтально вправо →
- 3) от наблюдателя ⊗
- 4) к наблюдателю ⊙

**A16**

На рисунке в декартовой системе координат представлены вектор индукции  $\vec{B}$  магнитного поля в электромагнитной волне и вектор  $\vec{c}$  скорости ее распространения. Направление вектора напряженности электрического поля  $\vec{E}$  в волне совпадает со стрелкой

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A17**

Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен  $15^\circ$ . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?

- 1)  $15^\circ$       2)  $30^\circ$       3)  $75^\circ$       4)  $105^\circ$

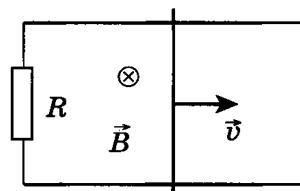
**A18**

Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результатирующих колебаний, называется

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1) дисперсией   | 3) интерференцией |
| 2) поляризацией | 4) преломлением   |

**A19**

Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля  $B = 0,1$  Тл, расстояние между рельсами  $l = 10$  см, скорость движения перемычки  $v = 2$  м/с, сопротивление контура  $R = 2$  Ом. Какова сила индукционного тока в контуре?



- 1) 0,01 А      3) 0,02 А  
2) 0,1 А      4) 0,4 А

**A20**

В каком из указанных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наибольшее значение?

- 1) в инфракрасном излучении  
2) в видимом свете  
3) в ультрафиолетовом излучении  
4) в рентгеновском излучении

**A21**

Какая доля радиоактивных ядер распадается через интервал времени, равный половине периода полураспада?

- 1) 100%      2) 75%      3) 50%      4) 29%

**A22**

В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением  $\gamma$ -квантов в соответствии с уравнением  ${}_{X}^{Y}Z + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{36}^{94}\text{Kr} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3{}_{0}^1n + 5\gamma$ . Ядро урана столкнулось с

- 1)  $\alpha$ -частицей
- 2) электроном
- 3) нейтроном
- 4) протоном

**A23**

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

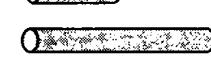
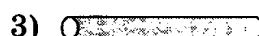
$\lambda$	$\lambda_0$	$2\lambda_0$
$E_{max}$	$E_0$	$\frac{1}{4}E_0$

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

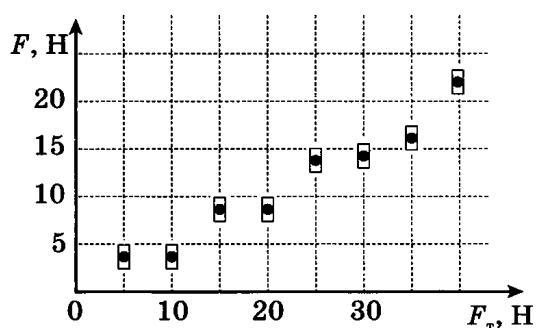
- 1)  $\frac{1}{4}E_0$
- 2)  $\frac{1}{2}E_0$
- 3)  $E_0$
- 4)  $2E_0$

**A24**

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

**A25**

Приступив к изучению механики, ученик предположил, что модуль силы трения скольжения  $F$  бруска о горизонтальную поверхность стола прямо пропорционален модулю силы тяжести  $F_t$  бруска. Эту гипотезу он решил проверить экспериментально. Положив на горизонтальную по-



верхность стола деревянный брускок с разными грузами, ученик равномерно тянул его, измеряя силу  $F$  динамометром. Результаты измерений значений  $F$  при разных значениях силы тяжести бруска с грузами отмечены на координатной плоскости  $\{F_t, F\}$  с учетом погрешности измерений. Какой вывод следует из результатов эксперимента?

- 1) условия проведения эксперимента не соответствуют проверяемой гипотезе
- 2) с учетом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы
- 3) погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу
- 4) коэффициент трения скольжения менялся при изменении массы бруска с грузами

## 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Радиоактивное ядро испытalo  $\beta^-$ -распад. Как изменились в результате этого число нуклонов в ядре, заряд ядра и число протонов в ядре?

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.

Число нуклонов в ядре	Заряд ядра	Число протонов в ядре

**B2**

Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую с меньшим радиусом орбиты. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение 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.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

**B3**

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны равна  $v$ , скорость света в воздухе равна  $c$ , показатель преломления воды относительно воздуха равен  $n$ .

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- A) длина волны света в воздухе  
B) длина волны света в воде

**ФОРМУЛЫ**

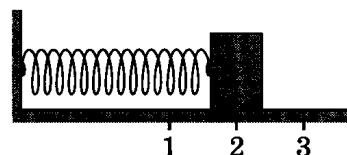
- 1)  $\frac{c}{n \cdot v}$
- 2)  $\frac{n \cdot v}{c}$
- 3)  $\frac{n \cdot c}{v}$
- 4)  $\frac{c}{v}$

Ответ:

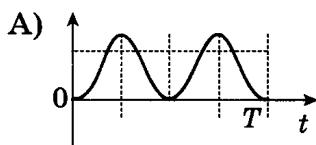
A	B

**B4**

Груз изображенного на рисунке пружинного маятника может совершать гармонические колебания между точками 1 и 3. Период колебаний груза  $T$ . Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания груза после начала колебаний из положения в точке 1. 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.

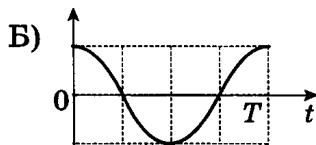


## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия пружинного маятника
- 2) кинетическая энергия груза на пружине
- 3) проекция скорости груза на ось  $Ox$
- 4) проекция ускорения груза на ось  $Ox$



Ответ:

A	B

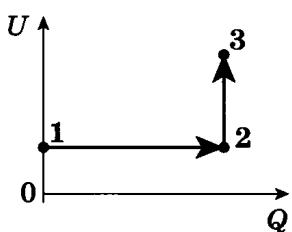
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**C1**

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 объема 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.



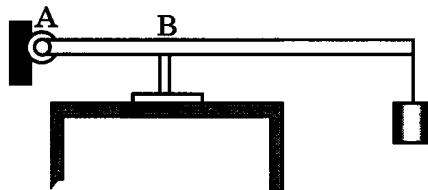
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2**

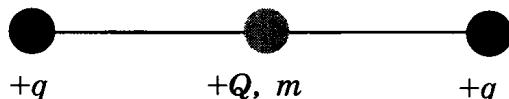
В безветренную погоду самолет затрачивает на перелет между городами 6 часов. Если во время полета дует боковой ветер со скоростью 20 м/с перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет на несколько минут больше. Определите, на какое время увеличивается время полета, если скорость самолета относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

**С3**

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

**С4**

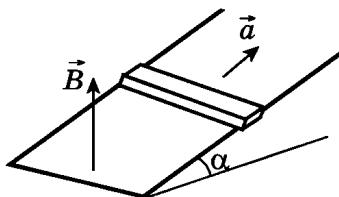
По гладкой горизонтальной направляющей длиной  $2l$  скользит бусинка с положительным зарядом  $Q > 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся положительные заряды  $q > 0$  (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ .



Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд уменьшить в 2 раза?

**C5**

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  $I = 4$  А. 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. Определите ускорение, с которым движется стержень.

**C6**

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачен воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью  $E = 5 \cdot 10^4$  В/м. Какой путь пролетел в этом электрическом поле электрон, если он приобрел скорость  $v = 3 \cdot 10^6$  м/с? Релятивистские эффекты не учитывать.

# Единый государственный экзамен - 2011

## Бланк ответов №1



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

А В В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О Р С Т У Ф Х Ч Ш Щ Ы Ъ Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
А В С Д Е F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - А А А О О Е Е Е Ы Ы У У В

Код

Код

Название предмета

Соответствие кодов предметам и квадратам

Случайное выполнение в заданиях

и бланке ошибки подчёркнуты

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Резерв

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

**Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов**

Образец написания метки

**ЗАПРЕЩЕНЫ** исправления в области ответов

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

Номера вариантов ответа	1				2				3				4			
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
1	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
4	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Номера вариантов ответа	1				2				3				4			
	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
1	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
4	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4	1   2   3   4	1   2   3   4	Резерв - 6															
	□	□	□		□	□	□	□	□										
A	□	□	□	□	A	□	□	□	A	□	□	□	□	A	□	□	□	□	□
A	□	□	□	□	A	□	□	□	A	□	□	□	□	A	□	□	□	□	□
A	□	□	□	□	A	□	□	□	A	□	□	□	□	A	□	□	□	□	□
A	□	□	□	□	A	□	□	□	A	□	□	□	□	A	□	□	□	□	□

Резерв - 7

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

В1	_____
В2	_____
В3	_____
В4	_____
В5	_____
В6	_____
В7	_____
В8	_____
В9	_____
В10	_____
В11	_____
В12	_____
В13	_____
В14	_____
В15	_____

В16	_____
В17	_____
В18	_____
В19	_____
В20	_____

Замена ошибочных ответов на задания типа В

В	-	В	-	
В	-	В	-	
В	-	В	-	

Бланк ответов №2



Код региона	Код предмета	Название предмета					

Дополнительный  
бланк ответов №2

Переверните лист и напишите сюда

Отвечая на задания типа С, пишите краткое изложение, короткий рассказ

Не заклеивайте места номеров заданий, на которых вы пишете краткое изложение

Условия задания предложены на обороте

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

# ВАРИАНТ 3

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

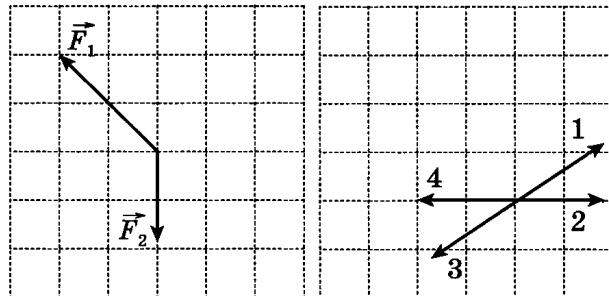
**A1**

Тело свободно падает с высоты 40 м. Начальная скорость тела равна нулю. На какой высоте оно окажется через 2 с после начала падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 м      2) 10 м      3) 20 м      4) 50 м

**A2**

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



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A3**

Два маленьких шарика массой  $m$  каждый находятся на 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 одного  $2m$ , масса другого  $\frac{m}{2}$ , а расстояние между их центрами  $\frac{r}{2}$ ?

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

**A4**

Тело движется по прямой под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. Импульс тела изменился на  $42 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Сколько времени потребовалось для этого?

- 1) 0,7 с      2) 7 с      3) 42 с      4) 252 с

**A5**

При деформации 1 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 1 Дж. Насколько изменится потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации еще на 1 см?

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

**A6**

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 |
|---------|----------|----------|-----------|

**A7**

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

- |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1) 20 м/с | 2) 25 м/с | 3) 40 м/с | 4) 42 м/с |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

**A8**

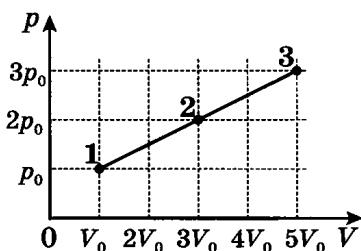
В комнате в одном сосуде находится водород, а в другом — азот. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| 1) температуры | 3) массы               |
| 2) объема      | 4) концентрации частиц |

**A9**

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

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

**A10**

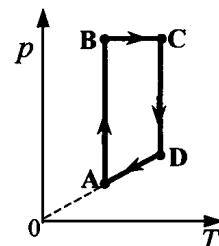
Температура чугунной детали массой 3 кг увеличилась от 100 °C до 300 °C. Деталь получила количество теплоты, равное

- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 1) 100 кДж | 2) 200 кДж | 3) 300 кДж | 4) 400 кДж |
|------------|------------|------------|------------|

**A11**

На графике изображен цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа равна нулю?

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 1) АВ | 2) DA | 3) CD | 4) BC |
|-------|-------|-------|-------|



**A12** Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 240$  К, а давление — в 1,6 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

- 1) 384 К      2) 857 К      3) 300 К      4) 400 К

**A13** Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 3 раза, а один из зарядов уменьшили в 3 раза. Силы электрического взаимодействия между ними

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

**A14** На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно



- 1)  $\frac{3}{2}$       2)  $\frac{2}{3}$       3)  $\frac{9}{4}$       4)  $\frac{4}{9}$

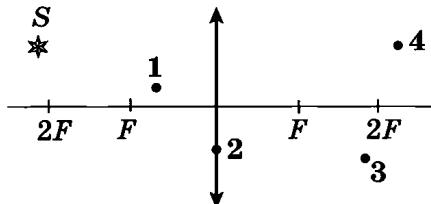
**A15** Прямолинейный проводник длиной  $L$  с током  $I$  помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции  $\vec{B}$ . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

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

**A16** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нем наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом  $T = 5$  мс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимальен и равен  $4 \cdot 10^{-6}$  Кл. Каким будет заряд конденсатора через  $t = 2,5$  мс?

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

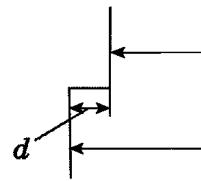
**A17** Изображением точки  $S$ , которое дает тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F$  (см. рисунок), является точка



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A18**

Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. При какой наименьшей, но отличной от нуля высоте  $d$  ступеньки интенсивность света в фокусе линзы будет максимальной?



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

**A19**

На дифракционную решетку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. Количество дифракционных максимумов, наблюдаемых с помощью этой решетки, равно 19. Какова длина волны света?

- 1) 640 нм      2) 560 нм      3) 440 нм      4) 580 нм

**A20**

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

**A21**

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

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

**A22**

Изотоп ксенона  $^{112}_{54}\text{Xe}$  после спонтанного  $\alpha$ -распада превратился в изотоп

- 1)  $^{108}_{52}\text{Te}$       2)  $^{110}_{50}\text{Sn}$       3)  $^{112}_{55}\text{Cs}$       4)  $^{113}_{54}\text{Xe}$

**A23**

В таблице представлены результаты измерений запирающего напряжения для фотоэлектронов при двух разных значениях частоты  $v$  падающего монохроматического света ( $v_{\text{кр}}$  — частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

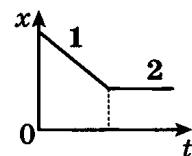
Частота падающего света $v$	$2v_{\text{кр}}$	$3v_{\text{кр}}$
Запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$	$U_0$	

Какое значение запирающего напряжения пропущено в таблице?

- 1)  $\frac{1}{2}U_0$       2)  $U_0$       3)  $\frac{3}{2}U_0$       4)  $2U_0$

**A24**

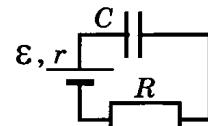
На рисунке изображен график зависимости координаты бусинки, свободно скользящей по горизонтальной спице, от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) на участке 1 бусинка движется равномерно, а на участке 2 бусинка покоится
- 2) на участке 1 бусинка движется равноускоренно, а на участке 2 — равномерно
- 3) на участке 1 проекция ускорения бусинки отрицательна
- 4) проекция ускорения бусинки на участке 2 меньше, чем на участке 1

**A25**

Конденсатор подключен 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Температуру холодильника тепловой машины уменьшили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

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.

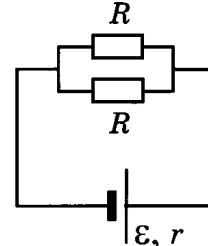
КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

**B2**

К источнику тока присоединены два одинаковых резистора, соединенных параллельно. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если удалить один из резисторов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится      2) уменьшится      3) не изменится

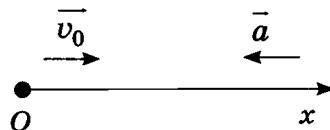


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока

**B3**

Тело движется вдоль оси  $Ox$  из начала координат с постоянным ускорением. Направления начальной скорости  $\vec{v}_0$  и ускорения  $\vec{a}$  тела указаны на рисунке.



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) координата  $x$  тела в момент времени  $t$   
Б) скорость  $v_x$  тела в момент времени  $t$

**ФОРМУЛЫ**

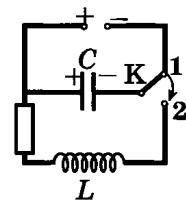
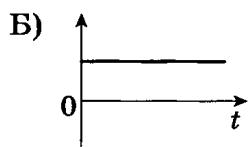
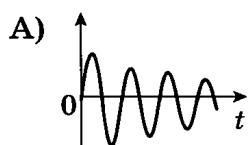
- 1)  $v_0t + \frac{at^2}{2}$   
2)  $v_0t - \frac{at^2}{2}$   
3)  $v_0 + at$   
4)  $v_0 - at$

Ответ:

A	B

**B4**

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

**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

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

Ответ:

A	Б

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.*

**Часть 3**

*Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.*

**C1**

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают медленно выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, 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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**C2**

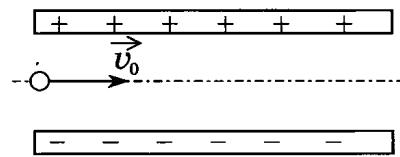
Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину  $\Delta E$ . Скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда, равна 900 м/с. Найдите  $\Delta E$ .

**C3**

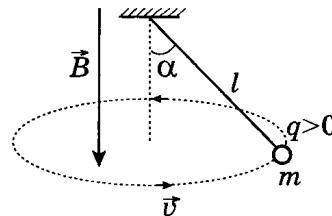
С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742$  Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину  $\Delta T$ . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039$  Дж, в результате чего его температура изменилась также на  $\Delta T$ . Каким было изменение температуры  $\Delta T$  в опытах? Масса азота  $m = 1$  кг.

**C4**

Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью  $\vec{v}_0$  ( $v_0 \ll c$ ), параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми  $d$ . На какой угол отклонится при вылете из конденсатора вектор скорости электрона от первоначального направления, если конденсатор заряжен до разности потенциалов  $\Delta\phi$ ? Длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ).

**C5**

В однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой  $m$ , подвешенный на нити длиной  $l$  (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ , скорость движения шарика равна  $v$ . Найдите заряд шарика  $q$ .

**C6**

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U = 5$  В. Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$ , если максимальная энергия ускоренных электронов  $E_e$  равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?



**Бланк ответов №2**



Код региона	Код предмета	Название предмета											

Дополнительный бланк ответов №2													Лист №
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Незабудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия задания переписывать не нужно.

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

## ВАРИАНТ 4

### Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «Х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

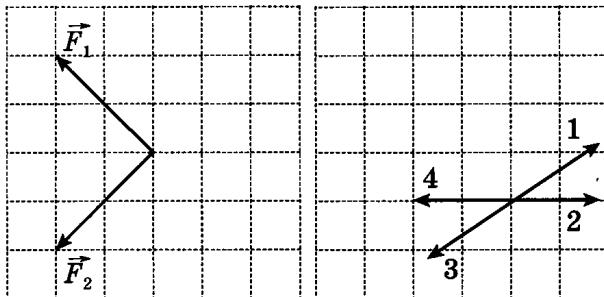
A1

Тело свободно падает с высоты 20 м. Начальная скорость тела равна нулю. На какой высоте оно окажется через 2 с после начала падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 0 м      2) 10 м      3) 20 м      4) 50 м

A2

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



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

A3

Два маленьких шарика массой  $m$  каждый находятся на 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 одного  $3m$ , масса другого  $m/3$ , а расстояние между их центрами  $3r$ ?

- 1)  $\frac{F}{3}$       2)  $\frac{F}{9}$       3)  $3F$       4)  $9F$

A4

Тело движется в течение 7 с по прямой под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. На сколько при этом изменился импульс тела?

- 1) 1,2 кг·м/с      3) 42 кг·м/с  
2) 7 кг·м/с      4) 147 кг·м/с

**A5**

При деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 4 Дж. Насколько изменится потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) уменьшится на 2 Дж | 3) увеличится на 3 Дж |
| 2) уменьшится на 3 Дж | 4) увеличится на 9 Дж |

**A6**

Струна создает звуковую волну, которая распространяется в воздухе со скоростью 340 м/с. Длина звуковой волны равна 0,68 м. Какова частота колебаний струны?

- |         |           |           |            |
|---------|-----------|-----------|------------|
| 1) 5 Гц | 2) 231 Гц | 3) 500 Гц | 4) 0,02 Гц |
|---------|-----------|-----------|------------|

**A7**

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите общий тормозной путь поезда, если скорость в начале торможения составляла 20 м/с, а торможение было равнозамедленным.

- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| 1) 1 км | 2) 5 км | 3) 3 км | 4) 4 км |
|---------|---------|---------|---------|

**A8**

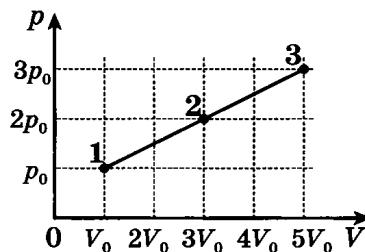
Броуновским движением называется

- 1) упорядоченное движение слоев жидкости (или газа)
- 2) упорядоченное движение твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)
- 3) конвекционное движение слоев жидкости при ее нагревании
- 4) хаотическое движение твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)

**A9**

На рисунке показан график процесса, проведенного над 1 молем идеального газа. Найдите отношение температур  $T_3/T_1$ .

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

**A10**

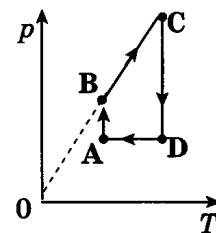
Температура алюминиевой детали массой 2 кг увеличилась от 200 °С до 400 °С. Деталь получила количество теплоты, равное

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) 120 кДж | 3) 360 кДж |
| 2) 200 кДж | 4) 480 кДж |

**A11**

На графике изображен цикл с идеальным газом неизменной массы. На каком участке графика работа равна нулю?

- |       |       |
|-------|-------|
| 1) АВ | 3) СД |
| 2) ВС | 4) DA |



**A12**

Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 240$  К, а объем — в 1,4 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

- 1) 384 К      2) 857 К      3) 300 К      4) 600 К

**A13**

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

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

**A14**

На рисунке показан участок цепи, по которому течет постоянный ток. Отношение тепловой мощности, выделяющейся на левом резисторе, к мощности, выделяющейся на правом, равно



- 1) 3/4      2) 4/3      3) 16/9      4) 9/16

**A15**

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 его длину уменьшить в 2 раза, а силу тока в проводнике увеличить в 4 раза?

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

**A16**

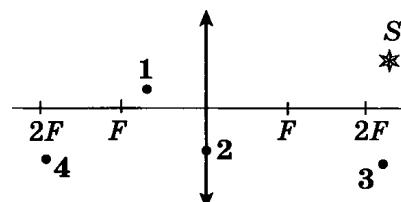
Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нем наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом  $T = 6$  мс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимальен и равен  $4 \cdot 10^{-6}$  Кл. Каким будет заряд конденсатора через 9 мс?

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

**A17**

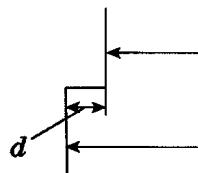
Изображением точки  $S$ , которое дает тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F$  (см. рисунок), является точка

- 1) 1      3) 3  
2) 2      4) 4

**A18**

Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. При какой наименьшей, но отличной от нуля высоте  $d$  ступеньки интенсивность света в фокусе линзы будет минимальной?

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



**A19**

На дифракционную решетку с периодом 0,004 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна. Количество дифракционных максимумов, наблюдаемых с помощью этой решетки, равно 17. Какова длина волны света?

- 1) 500 нм      2) 680 нм      3) 440 нм      4) 790 нм

**A20**

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

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

**A21**

Ядро атома содержит 10 нейтронов и 9 протонов, вокруг него обращаются 8 электронов. Эта система частиц —

- 1) ион фтора  ${}_{9}^{19}\text{F}$       3) атом фтора  ${}_{9}^{19}\text{F}$   
2) ион неона  ${}_{10}^{19}\text{Ne}$       4) атом неона  ${}_{10}^{19}\text{Ne}$

**A22**

Ядро изотопа  ${}_{84}^{216}\text{Po}$  образовалось после  $\alpha$ -распада из ядра

- 1)  ${}_{80}^{214}\text{Hg}$       2)  ${}_{82}^{212}\text{Pb}$       3)  ${}_{86}^{220}\text{Rn}$       4)  ${}_{86}^{218}\text{Rn}$

**A23**

В таблице представлены результаты измерений запирающего напряжения для фотоэлектронов при двух разных значениях частоты  $\nu$  падающего монохроматического света ( $v_{\text{кр}}$  — частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

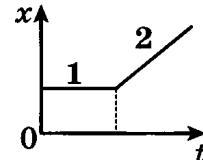
Частота падающего света $\nu$	$2v_{\text{кр}}$	
Запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$	$U_0$	$2U_0$

Какое значение частоты падающего света пропущено в таблице?

- 1)  $\frac{1}{2}v_{\text{кр}}$       2)  $v_{\text{кр}}$       3)  $2v_{\text{кр}}$       4)  $3v_{\text{кр}}$

**A24**

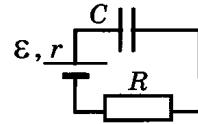
На рисунке изображен график зависимости координаты бусинки, свободно скользящей по горизонтальной спице, от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) на участке 1 движение является равномерным, а на участке 2 — равноускоренным  
2) на участке 1 бусинка покойится, а на участке 2 — движется равномерно и прямоугольно  
3) на участке 2 проекция  $a_x$  ускорения бусинки положительна  
4) проекция ускорения бусинки на участке 2 больше, чем на участке 1

**A25**

Конденсатор подключен 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  $t = 3 \text{ с}$ . Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

- 1) 220 мкА   3) 30 мкА  
2) 80 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

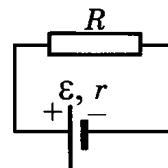
- 1) увеличилась  
2) уменьшилась  
3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

**B2**

К источнику тока присоединен резистор. Как изменяется общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить еще один такой же?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

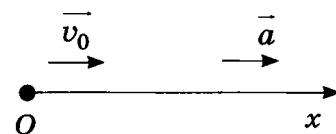
- 1) увеличится      2) уменьшится      3) не изменится

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

Общее сопротивление цепи	Сила тока с цепи	Напряжение на источнике тока

**B3**

Тело движется вдоль оси  $Ox$  из начала координат с постоянным ускорением. Направления начальной скорости  $\vec{v}_0$  и ускорения  $\vec{a}$  тела указаны на рисунке.



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

- A) скорость  $v_x$  тела в момент времени  $t$   
B) координата  $x$  тела в момент времени  $t$

#### ФОРМУЛЫ

1)  $v_0 t + \frac{at^2}{2}$

2)  $v_0 t - \frac{at^2}{2}$

3)  $v_0 - at$

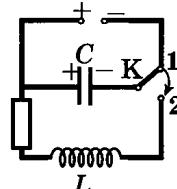
4)  $v_0 + at$

Ответ:

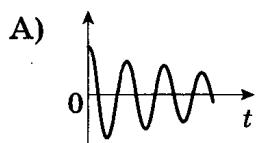
A	B

**B4**

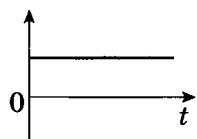
Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Графики А и Б представляют зависимость от времени  $t$  физических величин, характеризующих колебания в контуре после переведения переключателя К в положение 2 в момент  $t = 0$ . Установите соответствие между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



## ГРАФИКИ



Б)



Ответ:

A	Б

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

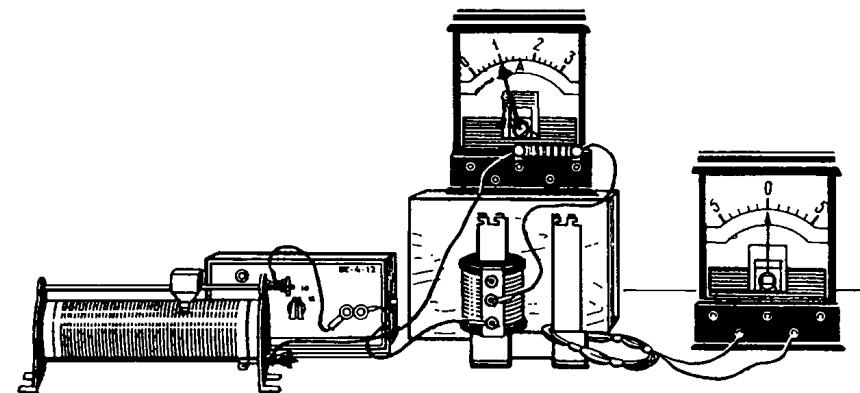
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**С1**

На рисунке изображены две изолированные друг от друга электрические цепи. Первая содержит последовательно соединенные источник тока, реостат, катушку индуктивности и амперметр, а вторая – проволочный моток, к концам которого присоединен гальванометр, изображенный на рисунке справа. Катушка и моток надеты на железный сердечник.



Как будут изменяться показания приборов, если катушку, присоединенную к источнику тока, плавно перемещая вверх, снять с сердечника? Ответ поясните, 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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**C2**

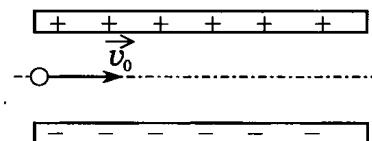
Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину  $\Delta E = 0,5$  МДж. Определите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда.

**C3**

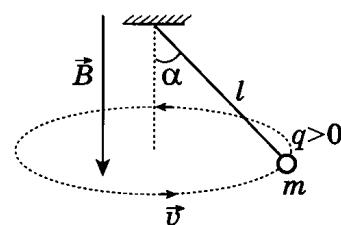
С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742$  Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039$  Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.

**C4**

Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью  $v_0$  ( $v_0 \ll c$ ), параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми  $d$ . Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора, если при вылете из конденсатора вектор скорости электрона отклоняется от первоначального направления на угол  $\alpha$ ? Длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ).

**C5**

В однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки шарик, имеющий положительный заряд  $q$ . Шарик подвешен на нити длиной  $l$  (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ , скорость движения шарика равна  $v$ . Найдите массу шарика  $m$ .

**C6**

При облучении металлической пластиинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $U$ . Работа выхода электронов из металла  $A_{\text{вых}} = 2$  эВ. Определите ускоряющую разность потенциалов  $U$ , если максимальная энергия ускоренных электронов  $E_e$  равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла.

**Бланк ответов №1**

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

А Б В Г Д Е Ё З И Й К Л М Н О Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
А В С Д Е F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - А Ä Ö Ö È É Ó Õ Ü Ø

Код региона

Код предмета

Название предмета

Справка для участника ЕГЭ о запрете исправления в области ответов  
Будьте аккуратны. Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Резерв 5

**ВНИМАНИЕ!** Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами рассматриваются в комплекте.**Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов**

Образец написания метки

ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов

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

Номера вариантов ответа	1	□ □
	2	□ □
	3	□ □
	4	□ □

Номера вариантов ответа	1	□ □
	2	□ □
	3	□ □
	4	□ □

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4	1   2   3   4	1   2   3   4	Резерв - 6
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4	1   2   3   4	1   2   3   4	Резерв - 7
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	
	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	<b>A</b> □ □ □ □	

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме



Замена ошибочных ответов на задания типа В

**B** -  
 \_\_\_\_\_

**Бланк ответов №2**



Код района	Код предмета	Название предмета

Дополнительный бланк ответов №2		Лист №	Резерв - 3
---------------------------------	--	--------	------------

Передача (подача) полной информации о коде предмета, название предмета из бланка Регистрации.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забудьте указывать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия заданий переписывать не нужно.

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

# ВАРИАНТ 5

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1**

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

$t$ , с	0	1	2	3	4	5
$x_1$ , м	6	4	2	0	-2	-4
$x_2$ , м	3	3	3	3	3	3
$x_3$ , м	0	1	4	9	16	25
$x_4$ , м	0	2	0	-2	0	2

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

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

**A2**

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

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

**A3**

У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 160 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии двух лунных радиусов от ее центра?

- 1) 80 Н                    2) 40 Н                    3) 20 Н                    4) 0

**A4**

Два автомобиля одинаковой массы  $m$  движутся со скоростями  $v$  и  $2v$  относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

- 1)  $3mv$                     2)  $2mv$                     3)  $mv$                     4) 0

**A5**

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 2 м/с, а у подножия горки она равнялась 8 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 10 м      2) 8 м      3) 6 м      4) 3 м

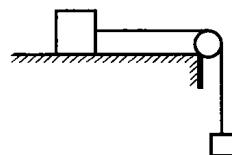
**A6**

Массивный шарик, подвешенный на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы увеличить частоту колебаний в 2 раза, достаточно жесткость пружины

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

**A7**

По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брускок, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Ускорение груза равно 2 м/с<sup>2</sup>. Чему равна масса бруска?



- 1) 0,8 кг      2) 1,0 кг      3) 1,6 кг      4) 2,0 кг

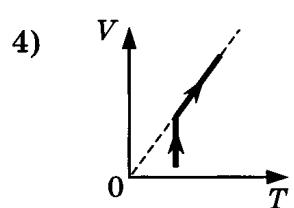
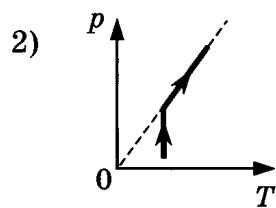
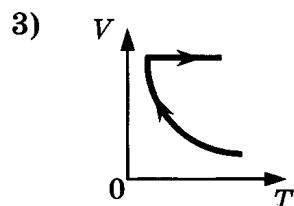
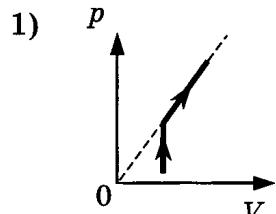
**A8**

В результате охлаждения идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Абсолютная температура газа при этом

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

**A9**

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



**A10** 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

**A11** Газ совершил работу 15 Дж и получил количество теплоты 5 Дж. Внутренняя энергия газа

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) увеличилась на 20 Дж | 3) увеличилась на 10 Дж |
| 2) уменьшилась на 20 Дж | 4) уменьшилась на 10 Дж |

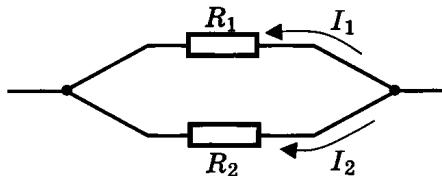
**A12** В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18 °C находится  $1,12 \cdot 10^{-2}$  кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) 100%
- 2) 73%
- 3) 65%
- 4) 42%

**A13** Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 8 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 2 раза больше, чем в первом случае?

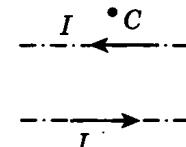
- 1) 2 мкН
- 2) 4 мкН
- 3) 16 мкН
- 4) 32 мкН

**A14** Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах  $I_1 = 0,8 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,4 \text{ A}$ . Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение

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

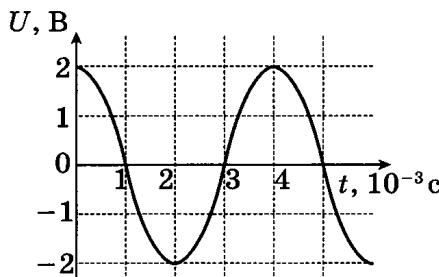
**A15** По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи  $I$  (см. рисунок). Как направлено создаваемое ими магнитное поле в точке С?

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



**A16**

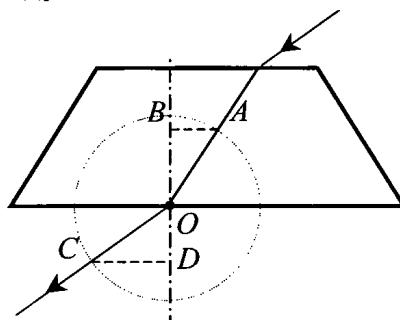
Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от  $3 \cdot 10^{-3}$  с до  $4 \cdot 10^{-3}$  с?



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

**A17**

На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

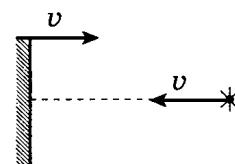


Если точка  $O$  — центр окружности, то показатель преломления стекла  $n$  равен отношению длин отрезков

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

**A18**

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



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

**A19**

Две частицы с отношением зарядов  $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$  и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$  движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц  $\frac{W_2}{W_1}$  спустя одно и то же время после начала движения.

1) 1

2) 2

3) 8

4) 4

**A20**

Атом титана  $^{48}_{22}\text{Ti}$  содержит

- 1) 48 протонов, 22 нейтрона и 26 электронов
- 2) 26 протонов, 22 нейтрона и 48 электронов
- 3) 22 протона, 26 нейтронов и 22 электрона
- 4) 22 протона, 48 нейтронов и 48 электронов

**A21**

Период полураспада радиоактивного изотопа кальция  $^{45}_{20}\text{Ca}$  составляет 164 суток. Если изначально было  $4 \cdot 10^{20}$  атомов  $^{45}_{20}\text{Ca}$ , то примерно сколько их будет через 328 суток?

1)  $2 \cdot 10^{20}$ 2)  $1 \cdot 10^{20}$ 3)  $1 \cdot 10^6$ 

4) 0

**A22**

Ядро радиоактивного полония  $^{216}_{84}\text{Po}$ , испытав один  $\alpha$ -распад и два электронных  $\beta$ -распада, превратилось в ядро

1) свинца  $^{212}_{82}\text{Pb}$ 3) висмута  $^{212}_{83}\text{Bi}$ 2) полония  $^{212}_{84}\text{Po}$ 4) таллия  $^{208}_{81}\text{Tl}$ **A23**

В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ освещали светом частотой  $2 \cdot 10^{15}$  Гц. Затем частоту падающего на пластину света уменьшили в 3 раза, увеличив в 2 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) осталось приблизительно таким же
- 2) уменьшилось в 3 раза
- 3) оказалось равным нулю
- 4) уменьшилось в 1,5 раза

**A24**

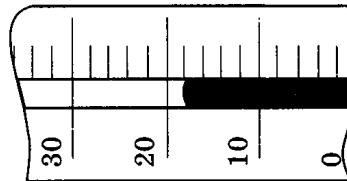
На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.

1) 22 °C

3) 295 K

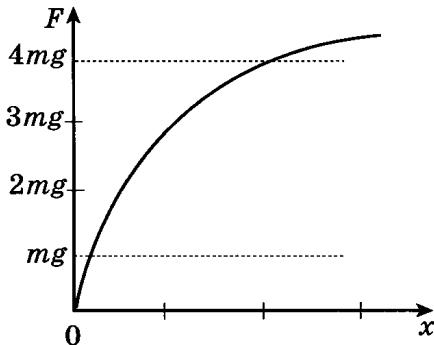
2) 18 °C

4) 291 K



**A25**

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)  $T = T_0$       2)  $T = 2T_0$       3)  $T > 2T_0$       4)  $< 0,5T_0$

## 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Груз массой  $m$ , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $x_0$ . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

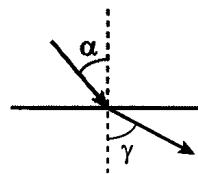
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины	Частота колебаний

**B2**

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



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота	Скорость	Длина волны

**B3**

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

## ПРОЦЕССЫ

А) изобарный процесс при  $N = \text{const}$ Б) изотермический процесс при  $N = \text{const}$ 

## ФОРМУЛЫ

1)  $\frac{p}{T} = \text{const}$

2)  $\frac{V}{T} = \text{const}$

3)  $pV = \text{const}$

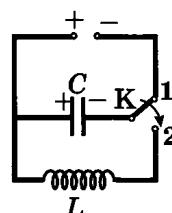
4)  $Q = 0$

Ответ:

A	B

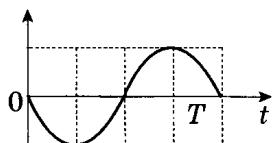
**B4**

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



## ГРАФИКИ

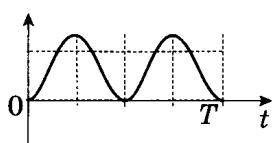
А)



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Б)



Ответ:

A	B

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

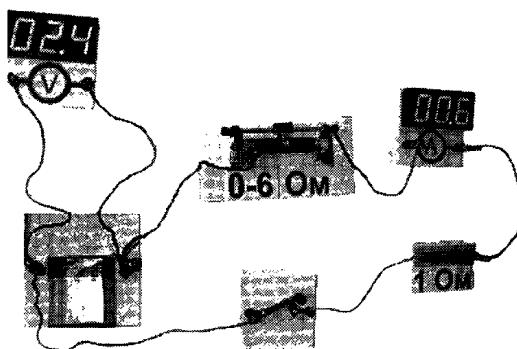
## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**C1**

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

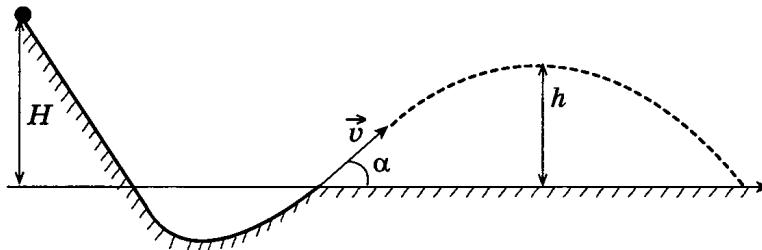
Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



**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, расчеты 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 углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полета  $h$  на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

**С3**

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

**С4**

Полый шарик массой  $m = 0,3$  г с зарядом  $q = 6$  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  $E$ ?

**С5**

Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,1 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется

на экран, расположенный на расстоянии 0,6 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

**C6**

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода  $\lambda_0 = 290$  нм. При облучении катода светом с длиной волны  $\lambda$  фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом  $U = 1,5$  В. Определите длину волны  $\lambda$ .



**Бланк ответов №2**



Код  
региона

Код  
предмета

Название предмета

Резерв - В

Дополнительный  
бланк ответов №2

Лист №

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забывайте указывать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия задания переписывать не нужно.

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

# ВАРИАНТ 6

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» 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
$x_1, \text{ м}$	6	4	2	0	-2	-4
$x_2, \text{ м}$	3	3	3	3	3	3
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

У какого из тел ускорение могло быть постоянно и отлично от нуля?

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A2**

Заряженный шарик массой  $m$  притягивается к стальной плите массой  $M$  с силой  $\vec{F}_1$ . Сравните ее с силой  $\vec{F}_2$ , с которой плита притягивается к шарику.

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

**A3**

У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 180 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии полутора лунных радиусов от ее центра?

- 1) 120 Н      2) 80 Н      3) 60 Н      4) 40 Н

**A4**

Два автомобиля одинаковой массы  $m$  движутся со скоростями  $2v$  и  $v$  относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем?

- 1)  $3mv$       2)  $2mv$       3)  $mv$       4) 0

**A5**

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Сразу после толчка санки имели скорость 4 м/с, а у подножия горки она равнялась 14 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какова высота горки?

- 1) 18 м      2) 15 м      3) 12 м      4) 9 м

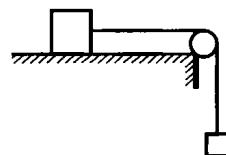
**A6**

Массивный шарик, подвешенный на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы уменьшить частоту колебаний в 2 раза, достаточно жесткость пружины

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

**A7**

По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется брускок массой 1,6 кг, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Каково ускорение груза?



- 1) 0,2 м/с<sup>2</sup>      2) 2 м/с<sup>2</sup>      3) 1,4 м/с<sup>2</sup>      4) 3,3 м/с<sup>2</sup>

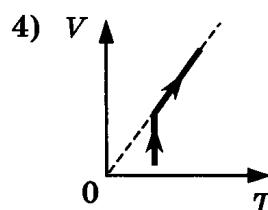
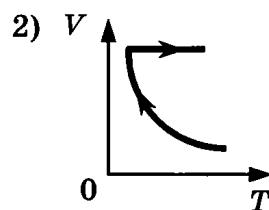
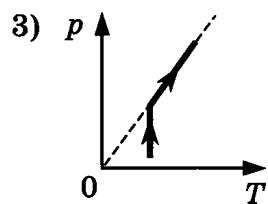
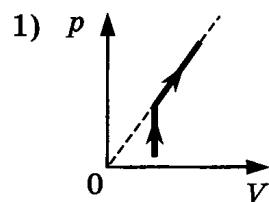
**A8**

В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Абсолютная температура газа при этом

- 1) уменьшилась в 2 раза  
2) увеличилась в 2 раза  
3) уменьшилась в 4 раза  
4) увеличилась в 4 раза

**A9**

Один моль разреженного газа сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. На каком из рисунков изображен график этих процессов?



**A10** Концентрация молекул насыщенного водяного пара

- 1) зависит только от температуры
- 2) увеличивается при изотермическом расширении
- 3) увеличивается при изотермическом сжатии
- 4) при любой температуре оказывается ниже, чем концентрация молекул ненасыщенного водяного пара

**A11** Газ совершил работу 18 Дж и получил количество теплоты 4 Дж. Внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась на 14 Дж
- 2) уменьшилась на 14 Дж
- 3) увеличилась на 22 Дж
- 4) уменьшилась на 22 Дж

**A12** В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22 °С находится  $1,12 \cdot 10^{-2}$  кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

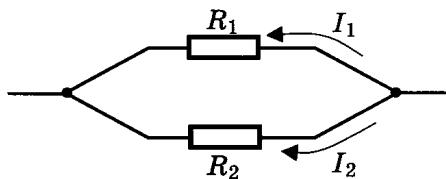
$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, 10^{-2} \text{ кг}/\text{м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) 100%
- 2) 82%
- 3) 58%
- 4) 42%

**A13** Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 9 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 3 раза больше, чем в первом случае?

- 1) 1 мкН
- 2) 3 мкН
- 3) 27 мкН
- 4) 81 мкН

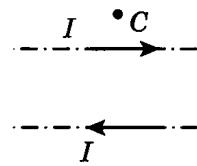
**A14** Два резистора включены в электрическую цепь параллельно, как показано на рисунке. Значения силы тока в резисторах  $I_1 = 1,2 \text{ А}$ ,  $I_2 = 0,3 \text{ А}$ . Для сопротивлений резисторов справедливо соотношение



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

**A15**

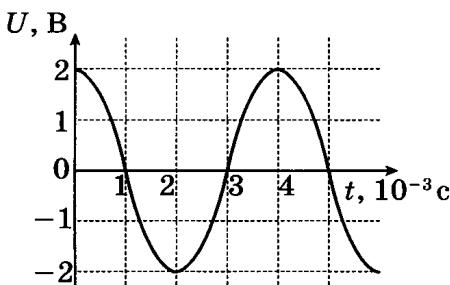
По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи  $I$  (см. рисунок). Как направлено созданное ими магнитное поле в точке  $C$ ?



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

**A16**

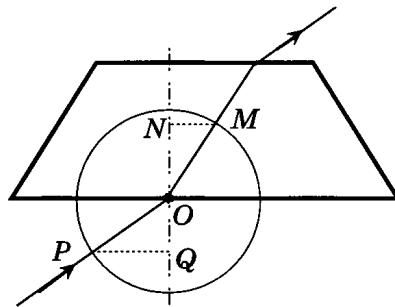
Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от  $4 \cdot 10^{-3}$  с до  $5 \cdot 10^{-3}$  с?



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

**A17**

На рисунке показан ход светового луча сквозь стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

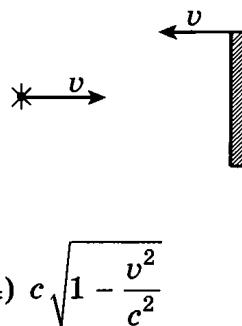


Если точка  $O$  — центр окружности, то показатель преломления стекла  $n$  равен отношению длин отрезков

- 1)  $\frac{PQ}{MN}$       2)  $\frac{MN}{PQ}$       3)  $\frac{ON}{OQ}$       4)  $\frac{OQ}{ON}$

**A18**

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



1)  $c - 2v$

2)  $c + 2v$

3)  $c$

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

**A19**

Два иона с отношением зарядов  $\frac{q_2}{q_1} = 3$  и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$  движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обоих ионов равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих ионов  $\frac{W_2}{W_1}$  спустя одно и то же время после начала движения.

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

2) 6

3) 12

4) 18

**A20**

Атом меди  $^{63}_{29}\text{Cu}$  содержит

- 1) 29 протонов, 34 нейтрона и 29 электронов
- 2) 34 протона, 29 нейтронов и 34 электрона
- 3) 29 протонов, 34 нейтрона и 34 электрона
- 4) 34 протона, 29 нейтронов и 29 электронов

**A21**

Период полураспада радиоактивного изотопа цезия  $^{137}_{55}\text{Cs}$  составляет 30 лет. Если изначально было  $4 \cdot 10^{16}$  атомов  $^{137}_{55}\text{Cs}$ , то примерно сколько их будет через 60 лет?

1)  $2 \cdot 10^{16}$

2)  $1 \cdot 10^{16}$

3)  $1 \cdot 10^4$

4) 0

**A22**

Ядро радиоактивного франция  $^{222}_{87}\text{Fr}$ , испытав один электронный  $\beta$ -распад и два  $\alpha$ -распада, превратилось в ядро

1) франция  $^{218}_{87}\text{Fr}$

3) висмута  $^{212}_{83}\text{Bi}$

2) полония  $^{214}_{84}\text{Po}$

4) таллия  $^{210}_{81}\text{Tl}$

**A23**

В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода 4,5 эВ освещали светом частотой  $1,5 \cdot 10^{15}$  Гц. Затем частоту падающего на пластину света уменьшили в 2 раза, увеличив в 3 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

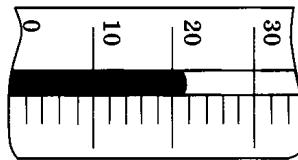
- 1) увеличилось в 1,5 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза

- 3) оказалось равным нулю
- 4) увеличилось в 3 раза

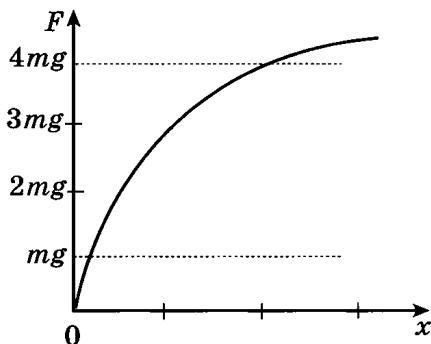
**A24**

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

- 1) 21 °C      2) 22 °C      3) 294 K      4) 295 K

**A25**

Частота малых вертикальных колебаний груза массой  $m$ , подвешенного на резиновом жгуте, равна  $v_0$ . Зависимость силы упругости резинового жгута  $F$  от удлинения  $x$  изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массой  $4m$  на этом жгуте удовлетворяет соотношению



- 1)  $v < 0,5v_0$       2)  $v > 2v_0$       3)  $v = 2v_0$       4)  $v = 0,5v_0$

## 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

Груз массой  $m$ , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $x_0$ . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

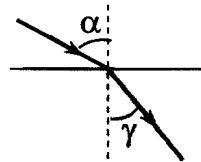
- 1) увеличится      2) уменьшится      3) не изменится

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

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины	Частота колебаний

**B2**

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



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота	Скорость	Длина волны

**B3**

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

**ПРОЦЕССЫ**

- A) изохорный процесс при  $N = \text{const}$   
Б) адиабатный процесс при  $N = \text{const}$

**ФОРМУЛЫ**

1)  $\frac{p}{T} = \text{const}$

2)  $\frac{V}{T} = \text{const}$

3)  $pV = \text{const}$

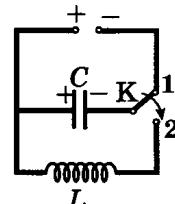
4)  $Q = 0$

Ответ:

A	B

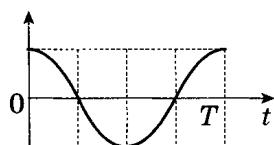
**B4**

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



## ГРАФИКИ

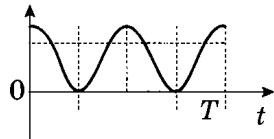
А)



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Б)



Ответ:

A	B

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

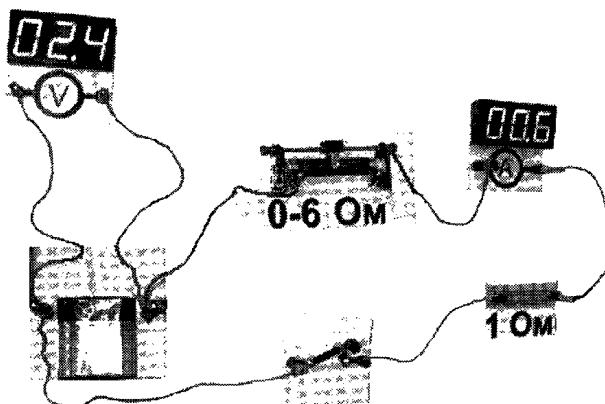
## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**C1**

На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра.

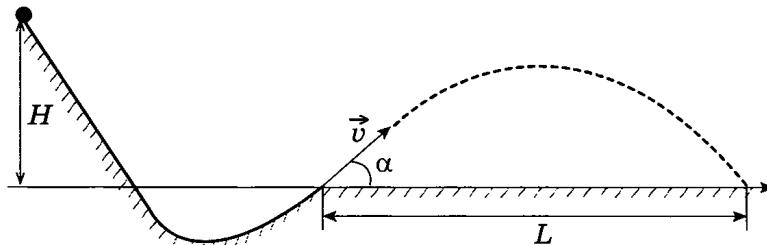
Используя законы постоянного тока, объясните, как изменится (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



**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, расчеты 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 углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полета  $L$  на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.

**С3**

Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении  $10^5$  Па. Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна  $m = 500$  кг. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $0^\circ\text{C}$ . Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара?

(Площадь сферы  $S = 4\pi r^2$ , объем шара  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ .)

**С4**

Полый заряженный шарик массой  $m = 0,4$  г движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля  $E = 500$  кВ/м. Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен заряд  $q$  шарика?

**С5**

Небольшой груз, подвешенный на длинной нити, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает  $0,1$  м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоя-

нием 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. Максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия равно  $A_1 = 0,1$  м. Чему равна длина нити  $l$ ?

**C6**

Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода  $\lambda_0 = 290$  нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны  $\lambda = 220$  нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?

# Бланк ответов №1



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

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ч Щ Й Ъ Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
А В С Д Е Ф Г Н И І Ђ К Љ М Н О Р Q R С Т U V W X Y Z , - А А А О О Ё Е Ї Ѕ Ѕ Ѕ Ј Ј Ј Ј Ё Ё Ѕ Ѕ Ѕ Ѕ

Код  
региона

Код  
предмета

Название предмета

Символы для записи сокращений областей

Составление варианта в задании

и бланка ответов подтверждено

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Резерв

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

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания метки

ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов

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

Номера вариантов ответа	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20				1
	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Номера вариантов ответа	A31 A32 A33 A34 A35 A36 A37 A38 A39 A40 A41 A42 A43 A44 A45 A46 A47 A48 A49 A50				1
	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4				1   2   3   4	1   2   3   4	1   2   3   4	Резерв - 6
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
								Резерв - 7

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

B1	<hr/>
B2	<hr/>
B3	<hr/>
B4	<hr/>
B5	<hr/>
<hr/>	
B6	<hr/>
B7	<hr/>
B8	<hr/>
B9	<hr/>
B10	<hr/>

Замена ошибочных ответов на задания типа В

B	-	B	-
B	-	B	-
B	-	B	-

«Единый государственный экзамен - 2011»

**Бланк ответов №2**



Код  
региона

Код  
предмета

Название предмета



Размер - В

Дополнительный  
бланк ответов №2

Лист №

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забывайте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1

Условия задания переписывать не нужно.

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

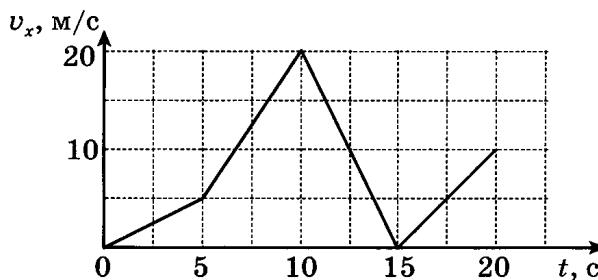
# ВАРИАНТ 7

## Часть 1

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A1**

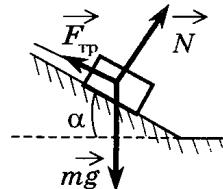
Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. В течение какого интервала времени модуль ускорения автомобиля максимален?



- 1) от 0 до 5 с                            3) от 10 до 15 с  
 2) от 5 до 10 с                            4) от 15 до 20 с

**A2**

Брускок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести  $\vec{mg}$ , нормальная составляющая силы реакции опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Если брускок поконится, то модуль равнодействующей сил  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $\vec{N}$  равен



- 1)  $mg$                                     3)  $N \cos \alpha$                             4)  $F_{\text{тр}} \sin \alpha$

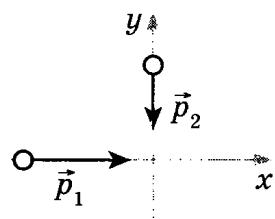
**A3**

Расстояние между центрами двух шаров равно 1 м, масса каждого шара 1 кг. Силы тяготения между ними примерно равны по модулю

- 1) 1 Н                                    3)  $7 \cdot 10^{-5}$  Н                            4)  $7 \cdot 10^{-11}$  Н

**A4**

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела  $p_1 = 8 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , а второго тела  $p_2 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) 2 кг · м/с                            3) 10 кг · м/с  
 2) 5 кг · м/с                            4) 14 кг · м/с

**A5**

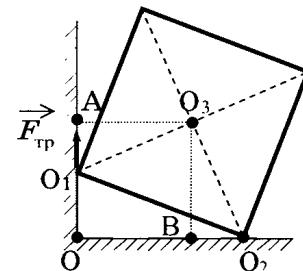
Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту, причем масса легкового автомобиля  $m_1 = 2000$  кг. Какова масса грузовика, если отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля относительно уровня воды равно 2?

- 1) 1000 кг      2) 4000 кг      3) 5500 кг      4) 8000 кг

**A6**

Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  относительно точки О равно

- 1) 0      3) ОА  
2)  $O_1O$       4)  $O_1A$

**A7**

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

**A8**

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

- 1) уменьшается объем 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

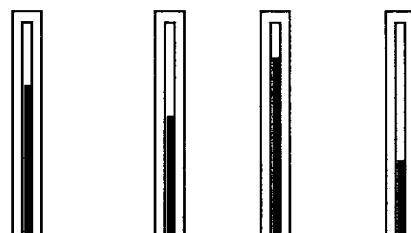
**A9**

Давление 1 моль водорода в сосуде при 300 К равно  $p_1$ . Каково давление 3 моль водорода в этом сосуде при вдвое большей температуре?

- 1)  $(2/3)p_1$       2)  $(3/2)p_1$       3)  $(1/6)p_1$       4)  $6p_1$

**A10**

На рисунке показаны расположенные рядом четыре одинаковых термометра. Колбочки термометров обернуты тряпичками, смоченными разными жидкостями. Какая из указанных на рисунке жидкостей испаряется с самой малой скоростью, если считать, что удельные теплоты парообразования у них примерно одинаковы?



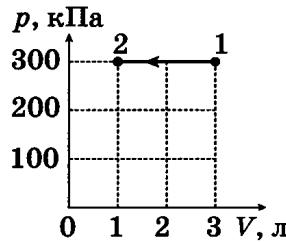
ацетон      бензин      эфир      толуол

- 1) ацетон      2) бензин      3) эфир      4) толуол

**A11**

Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме  $p$ - $V$ . Какая работа совершина в этом процессе?

- 1) внешние силы совершили работу над газом 600 Дж
- 2) газ совершил работу 600 Дж
- 3) внешние силы совершили работу над газом 400 Дж
- 4) газ совершил работу 400 Дж

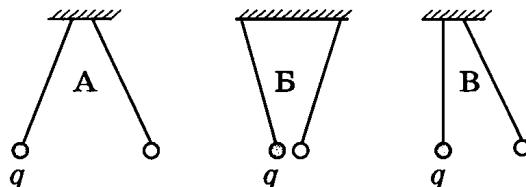
**A12**

Тело, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите массу тела, если удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, равна 187 Дж/(кг·К). Теплоемкостью калориметра пренебречь.

- 1) 225 г
- 2) 450 г
- 3) 900 г
- 4) 4,5 кг

**A13**

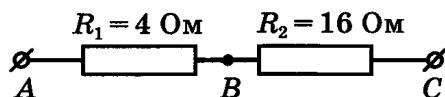
Пара легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков ( $q < 0$ ) указан на рисунках. Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд другого шарика положителен?



- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) А и В

**A14**

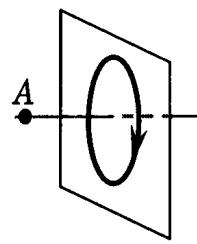
Чему равно напряжение, которое покажет идеальный вольтметр, подсоединеный к точкам  $B$  и  $C$ , если известно, что между точками  $A$  и  $B$  напряжение составляет 8 В?



- 1) 1,6 В
- 2) 2 В
- 3) 8 В
- 4) 32 В

**A15**

На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка  $A$  находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка перпендикулярно его плоскости. Как направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке  $A$ ?



- 1) вертикально вверх  $\uparrow$
- 2) вертикально вниз  $\downarrow$
- 3) горизонтально вправо  $\rightarrow$
- 4) горизонтально влево  $\leftarrow$

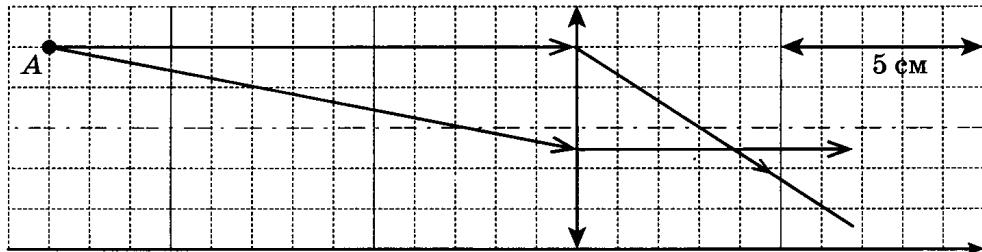
**A16**

При движении проводника в однородном магнитном поле в проводнике возникает ЭДС индукции  $\mathcal{E}_1$ . При уменьшении скорости движения проводника в 2 раза ЭДС индукции  $\mathcal{E}_2$  будет равна

- 1)  $2\mathcal{E}_1$
- 2)  $\mathcal{E}_1$
- 3)  $0,5\mathcal{E}_1$
- 4)  $0,25\mathcal{E}_1$

**A17**

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

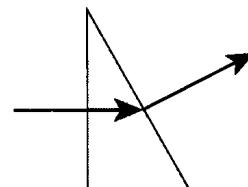


Какова приблизительно оптическая сила линзы?

- 1) 7,7 дптр
- 2) -33,3 дптр
- 3) 33,3 дптр
- 4) 25,0 дптр

**A18**

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

**A19**

Емкость конденсатора в колебательном контуре равна  $50 \text{ мкФ}$ . Зависимость силы тока в катушке индуктивности от времени имеет вид:  $I = a \sin(bt)$ , где  $a = 1,5 \text{ А}$  и  $b = 500 \text{ с}^{-1}$ . Найдите амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе.

- 1)  $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ В}$       2)  $10 \text{ В}$       3)  $60 \text{ В}$       4)  $750 \text{ В}$

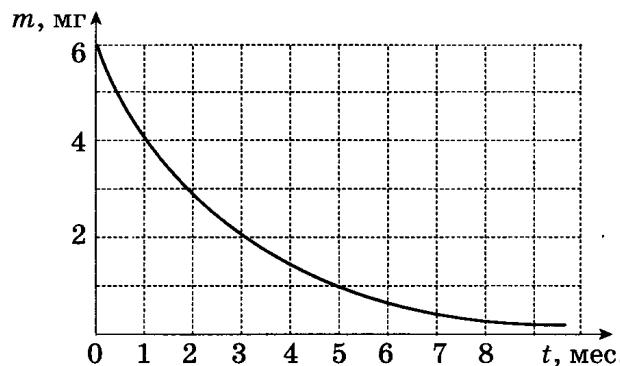
**A20**

Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза  
2) больше в 2 раза  
3) меньше в 4 раза  
4) меньше в 2 раза

**A21**

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полу-распада этого вещества равен



- 1) 1 мес.      2) 2 мес.      3) 4 мес.      4) 8 мес.

**A22**

В результате реакции ядра  $^{27}_{13}\text{Al}$  и  $\alpha$ -частицы  $^4_2\text{He}$  появился протон  $^1_1\text{H}$  и ядро

- 1)  $^{30}_{14}\text{Si}$       2)  $^{32}_{16}\text{S}$       3)  $^{28}_{14}\text{Si}$       4)  $^{35}_{17}\text{Cl}$

**A23**

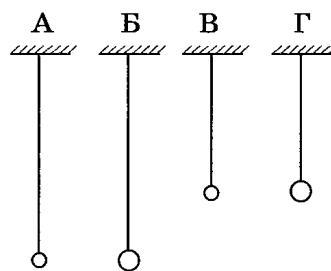
Первоначально покоящийся атом испустил фотон, энергия которого  $9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Масса атома  $4 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ . В результате испускания фотона импульс атома стал равен

- 1) 0  
2)  $3,6 \cdot 10^{-44} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$   
3)  $3 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$   
4)  $4,4 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

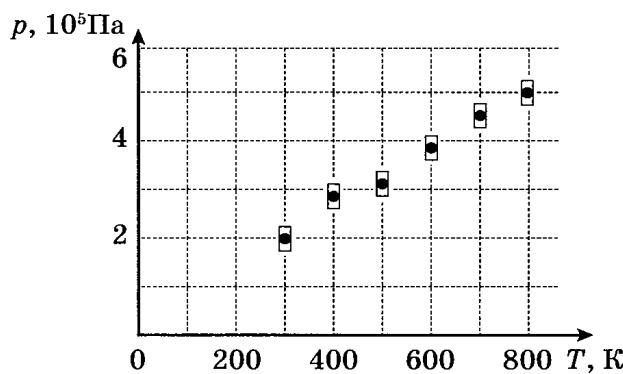
**A24**

Предположим, вы не знаете формулу для расчета периода колебаний математического маятника. Необходимо экспериментально проверить, зависит ли эта величина от массы груза. Какие маятники нужно использовать для такой проверки?

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

**A25**

На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Погрешность измерения температуры  $T = \pm 10$  К, давления  $\Delta p = \pm 2 \cdot 10^4$  Па. Газ занимает сосуд объемом 5 л. Чему равно число молей газа?



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

## Часть 2

*Ответом к заданиям этой части (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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

В закрытом сосуде находится идеальный газ. Как при охлаждении сосуда с газом изменятся величины: давление газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится

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

Давление газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

**B2**

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при увеличении скорости её движения?

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.

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

**B3**

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\lambda$  — длина волны фотона,  $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- A) импульс фотона  
B) энергия фотона

**ФОРМУЛЫ**

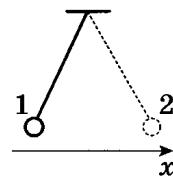
- 1)  $\lambda hc$
- 2)  $\frac{\lambda}{hc}$
- 3)  $\frac{hc}{\lambda}$
- 4)  $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

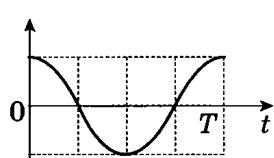
A	B

**B4**

Математический маятник совершает гармонические колебания между точками 1 и 2. Графики А и Б представляют зависимость от времени  $t$  физических величин, характеризующих колебания. В начальный момент времени маятник находился в положении 1 (см. рисунок).



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.

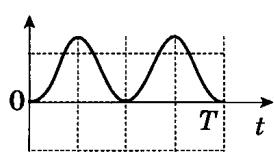
**ГРАФИКИ****ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ****A)**

1) проекция скорости на ось Ох

2) проекция ускорения на ось Ох

3) кинетическая энергия маятника

4) потенциальная энергия маятника относительно поверхности земли

**B)**

Ответ:

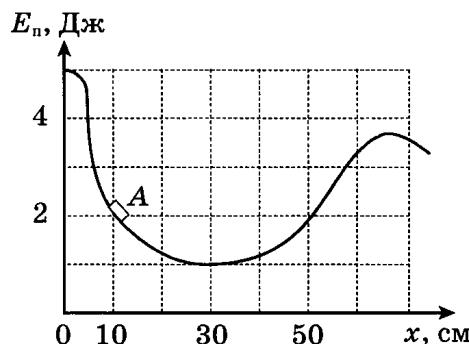
A	Б

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.***Часть 3**

**Задания С1–С6** представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

**C1**

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от её координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой  $x = 10$  см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка вы-



скользнуть из ямы? Ответ поясните, 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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.*

**C2**

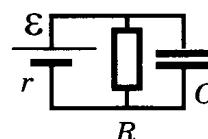
Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны  $v_{\text{пл}} = 15 \text{ м/с}$  и  $v_{\text{бр}} = 5 \text{ м/с}$ . Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусков с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится в 2 раза?

**C3**

В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в 8 раз, давление воздуха в сосуде увеличилось в 2 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,5 раза. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

**C4**

К источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 9 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 1 \text{ Ом}$  подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением  $R = 8 \text{ Ом}$  и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d = 0,002 \text{ м}$ . Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?

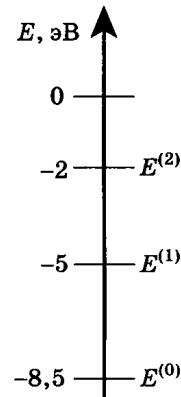


**C5**

Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось  $Ox$ , перпендикулярную плоскости рамки, меняется от  $B_{1x} = 3$  Тл до  $B_{2x} = -1$  Тл. За время изменения поля по рамке протекает заряд 1,6 Кл. Определите площадь рамки.

**C6**

Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких покоящихся атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с атомом оказался равным  $1,2 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



**Бланк ответов №1**



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

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

А В С Д Е F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - А А А О О Е Е Е Т И Ю 0 0 0

Код  
региона

Код  
предмета

Название предмета

Резерв 5

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

**ВНИМАНИЕ!**

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

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания метки

ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов

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

A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 A28 A29 A30

Номера вариантов ответов	1	2	3	4
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A31 A32 A33 A34 A35 A36 A37 A38 A39 A40 A41 A42 A43 A44 A45 A46 A47 A48 A49 A50 A51 A52 A53 A54 A55 A56 A57 A58 A59 A60

Номера вариантов ответов	1	2	3	4
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4				1   2   3   4				1   2   3   4				Резерв - 6	
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Резерв - 7
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

B11

B12

B13

B14

B15

B16

B17

B18

B19

B20

\_\_\_\_\_

Замена ошибочных ответов на задания типа В

B	-	B	-
B	-	B	-
B	-	B	-

Бланк ответов №2



Код региона	Код предмета	Название предмета
Дополнительный бланк ответов №2		Лист №

Резерв - 8

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.  
Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забудьте указать номер здания, на которое Вы отвечаете, например С1.  
Условия здания неподходящими не будут.

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

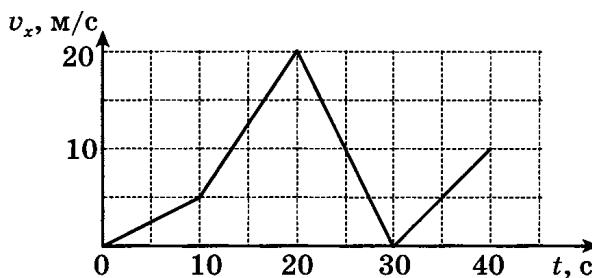
# ВАРИАНТ 8

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1**

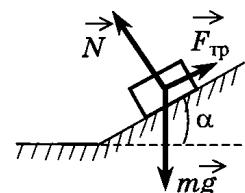
Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость скорости автомобиля от времени. В течение какого интервала времени модуль ускорения автомобиля минимален?



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 10 до 20 с
- 3) от 20 до 30 с
- 4) от 30 до 40 с

**A2**

Бруск лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют 3 силы: сила тяжести  $\vec{mg}$ , нормальная составляющая силы реакции опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Если бруск поконится, то модуль равнодействующей сил  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $\vec{mg}$  равен



- 1)  $N$
- 2)  $N \cos \alpha$
- 3)  $N \sin \alpha$
- 4)  $mg + F_{\text{тр}}$

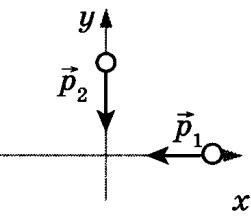
**A3**

Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

- 1) 70 Н
- 2) 140 Н
- 3) 210 Н
- 4) 280 Н

**A4**

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела  $p_1 = 6 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ , а второго тела  $p_2 = 8 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ . Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) 2  $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$       2) 3  $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$       3) 10  $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$       4) 14  $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$

**A5**

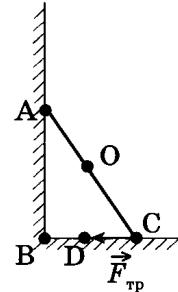
На полке в движущемся вагоне поезда лежат чемодан и дорожная сумка. Масса чемодана 15 кг. Какова масса сумки, если отношение потенциальной энергии чемодана к потенциальной энергии сумки относительно уровня пола вагона равно 2?

- 1) 2 кг      2) 7,5 кг      3) 1,5 кг      4) 30 кг

**A6**

На рисунке схематически изображена лестница АС, прислоненная к стене. Каков момент силы  $\vec{F}_{\text{тр}}$  трения лестницы о пол относительно точки С?

- 1) 0  
2)  $F_{\text{тр}} \cdot BC$   
3)  $F_{\text{тр}} \cdot AB$   
4)  $F_{\text{тр}} \cdot CD$

**A7**

Автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, совершает поворот по дуге окружности радиусом 25 м. Коэффициент трения автомобильных шин о дорогу равен 0,4. Какова максимально допустимая скорость автомобиля на повороте?

- 1) 50 м/с      2) 25 м/с      3) 10 м/с      4) 5 м/с

**A8**

При повышении температуры газа в запаянном сосуде давление газа увеличивается. Это изменение давления объясняется тем, что

- 1) увеличивается объем сосуда за счет нагревания его стенок  
2) увеличивается энергия теплового движения молекул газа  
3) увеличиваются размеры молекул газа при его нагревании  
4) увеличивается энергия взаимодействия молекул газа друг с другом

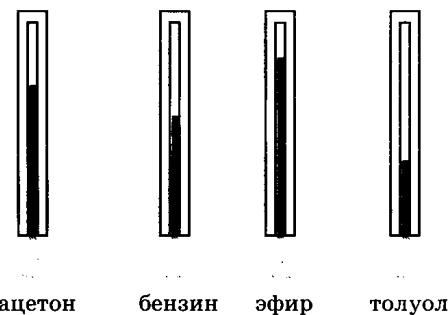
**A9**

Объем 3 моль водорода в сосуде при 300 К и давлении  $10^5 \text{ Па}$  равен  $V_1$ . Каков объем 1 моль водорода при таком же давлении и вдвое большей температуре?

- 1)  $(2/3)V_1$       2)  $(3/2)V_1$       3)  $(1/6)V_1$       4)  $6V_1$

**A10**

На рисунке показаны расположенные рядом четыре одинаковых термометра. Колбочки термометров обернуты тряпичками, смоченными разными жидкостями. Какая из указанных на рисунке жидкостей испаряется с самой большой скоростью, если считать, что удельные теплоты парообразования у них примерно одинаковы?

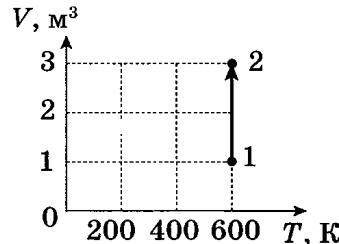


- 1) ацетон      2) бензин      3) эфир      4) толуол

**A11**

Идеальный газ перешел из состояния 1 в состояние 2 в процессе, представленном на диаграмме  $VT$ . Каково изменение внутренней энергии газа?

- 1) 900 Дж      3) 100 Дж  
2) 600 Дж      4) 0

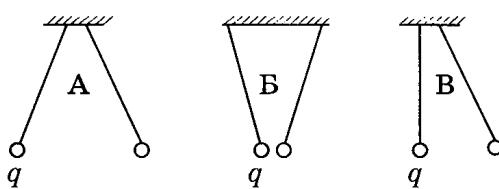
**A12**

Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100 °C, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °C. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °C. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

- 1) 4200 Дж/(кг·К)      3) 374 Дж/(кг·К)  
2) 560 Дж/(кг·К)      4) 187 Дж/(кг·К)

**A13**

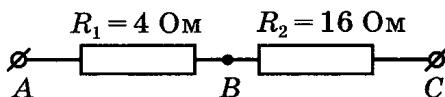
Пара легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков ( $q < 0$ ) указан на рисунках. Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд другого шарика отрицателен?



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

**A14**

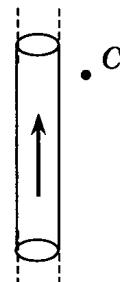
Чему равно напряжение, которое покажет идеальный вольтметр, подсоединененный к точкам  $A$  и  $B$ , если известно, что между точками  $B$  и  $C$  напряжение составляет 32 В?



- 1) 1,6 В      2) 2 В      3) 8 В      4) 32 В

**A15**

На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке  $C$ ?



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

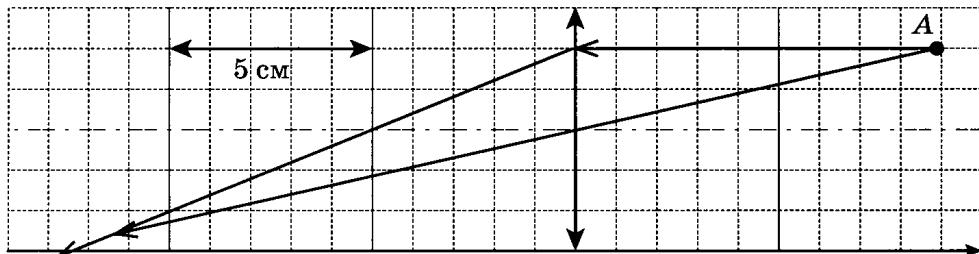
**A16**

В опыте по наблюдению ЭДС электромагнитной индукции квадратная рамка из тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция поля за время  $t$  линейно растет от 0 до максимального значения  $B_{\max}$ . Как изменится ЭДС индукции, возникающая в рамке, если площадь рамки увеличить в 2 раза?

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

**A17**

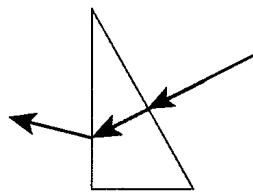
На рисунке показан ход лучей от точечного источника света  $A$  через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



- 1) -8,7 дптр      3) 20,0 дптр  
 2) -20,0 дптр      4) 11,1 дптр

**A18**

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

**A19**

Емкость конденсатора в колебательном контуре равна  $50 \text{ мкФ}$ . Зависимость напряжения на конденсаторе от времени имеет вид:  $U = a \sin(bt)$ , где  $a = 60 \text{ В}$  и  $b = 500 \text{ с}^{-1}$ . Найдите амплитуду колебаний силы тока в контуре.

- 1)  $6 \cdot 10^{-6} \text{ А}$
- 2)  $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ А}$
- 3)  $1,5 \text{ А}$
- 4)  $6,0 \cdot 10^8 \text{ А}$

**A20**

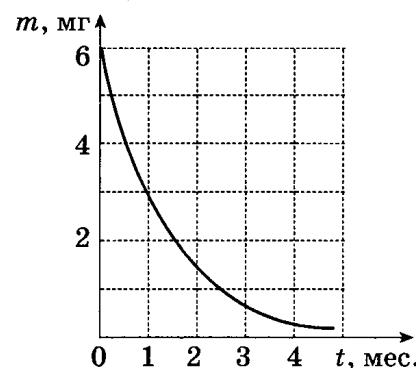
Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Отношение частоты света первого пучка к частоте второго равно

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

**A21**

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен

- 1) 1 мес.
- 2) 2 мес.
- 3) 3 мес.
- 4) 4 мес.

**A22**

При распаде ядра изотопа лития  ${}^8\text{Li}$  образовались два одинаковых ядра и электрон. Два одинаковых ядра — это ядра

- 1) водорода
- 2) дейтерия
- 3) бора
- 4) гелия

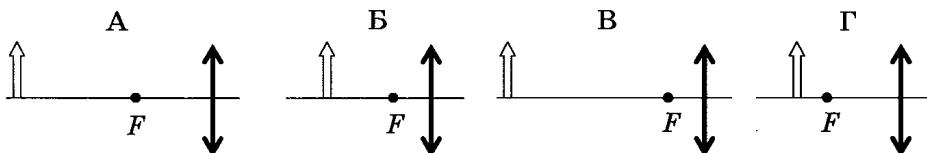
**A23**

Электрон и позитрон при столкновении могут исчезнуть, породив несколько фотонов. Энергия покоя электрона  $0,51 \text{ МэВ}$ . Какова минимальная суммарная энергия этих фотонов?

- 1)  $1,02 \text{ МэВ}$
- 2)  $0,51 \text{ МэВ}$
- 3)  $2,04 \text{ МэВ}$
- 4)  $0,255 \text{ МэВ}$

**A24**

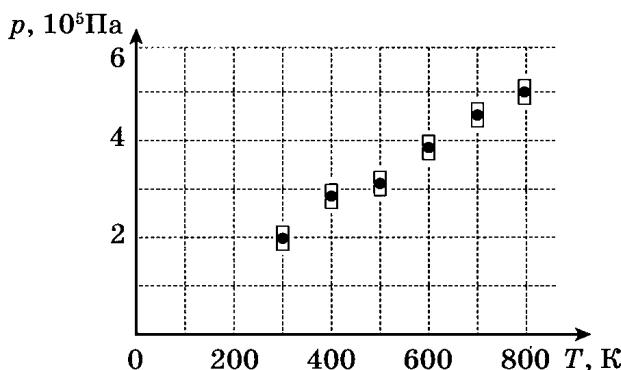
Предположим, что формула тонкой линзы еще не известна. Была выдвинута гипотеза, что размер изображения предмета, создаваемого линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



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

**A25**

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. Число молей газа равно 0,4 моль. Какой объем занимает газ?



- 1) 12 л      2) 8,3 м<sup>3</sup>      3) 5 м<sup>3</sup>      4) 5 л

## 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 приведенными в бланке образцами.*

**B1**

В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Если при нагревании газа его давление остается постоянным, то как изменятся величины: объем газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится      2) уменьшится      3) не изменится

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

Объем газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

**B2**

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменится радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при уменьшении скорости ее движения?

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.

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

**B3**

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (в — частота фотона,  $E$  — энергия фотона,  $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) импульс фотона  
Б) длина волны фотона

**ФОРМУЛЫ**

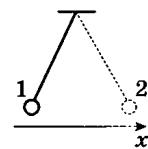
- 1)  $\frac{h \cdot v}{c}$
- 2)  $\frac{h \cdot c}{v}$
- 3)  $\frac{h \cdot c}{E}$
- 4)  $\frac{h}{v}$

Ответ:

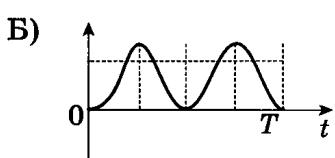
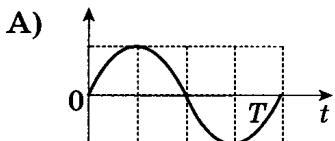
A	B

**В4**

Математический маятник совершает гармонические колебания между точками 1 и 2. Графики А и Б представляют зависимость от времени  $t$  физических величин, характеризующих колебания. В начальный момент времени маятник находился в положении 1 (см. рисунок).



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) потенциальная энергия маятника относительно поверхности земли
- 2) кинетическая энергия маятника
- 3) проекция ускорения на ось  $Ox$
- 4) проекция скорости на ось  $Ox$

Ответ:

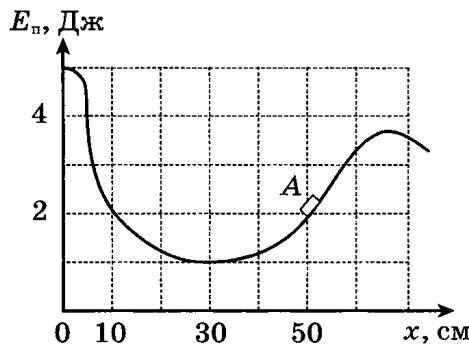
A	B

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.***Часть 3**

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**С1**

После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке  $A$  с координатой  $x = 50$  см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка вы-



скользнуть из ямы? Ответ поясните, 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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**C2**

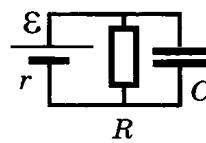
Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны  $v_{\text{пл}} = 15 \text{ м/с}$  и  $v_{\text{бр}} = 5 \text{ м/с}$ . Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. К моменту, когда скорость слипшихся бруска и пластилина уменьшилась в 2 раза, они переместились на 0,22 м. Определите коэффициент трения  $\mu$  бруска о поверхность стола.

**C3**

В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в 4 раза, давление воздуха в сосуде увеличилось тоже в 4 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,5 раза. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

**C4**

К источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 9 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r = 1 \text{ Ом}$  подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением  $R = 8 \text{ Ом}$  и плоский конденсатор. Напряженность электрического поля между пластинами конденсатора  $E = 4 \text{ кВ/м}$ . Определите расстояние между его пластинами.

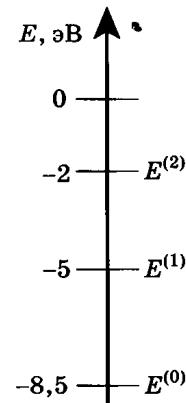


**C5**

Плоская рамка из провода сопротивлением 5 Ом находится в однородном магнитном поле. Проекция магнитной индукции поля на ось  $Ox$ , перпендикулярную плоскости рамки, меняется от  $B_{1x} = 3$  Тл до  $B_{2x} = -1$  Тл. Площадь рамки  $2 \text{ м}^2$ . Какой заряд пройдет по рамке за время изменения поля?

**C6**

Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Кинетическая энергия электрона до столкновения равнялась  $2,3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите импульс электрона после столкновения с атомом. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь, до столкновения атом считать неподвижным.





**Единый государственный экзамен - 2011**

**Бланк ответов №2**

Код участника	Код предмета	Название предмета

**Дополнительный  
бланк ответов №2**

Лист №

Повторите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, с оглавляемой разметкой страницы.

Не забывайте указывать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия задания переведены на лист №2

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

# ВАРИАНТ 9

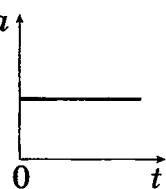
## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

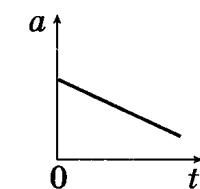
**A1**

На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени для разных видов движения по прямой. Какой график соответствует равномерному движению?

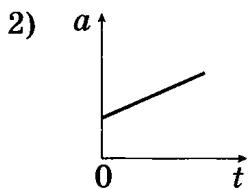
1)



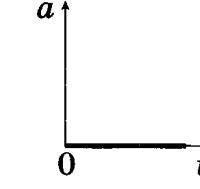
3)



2)



4)



**A2**

Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Центростремительное ускорение автомобиля равно

1) 12,5 м/с<sup>2</sup>

2) 10 м/с<sup>2</sup>

3) 5 м/с<sup>2</sup>

4) 4 м/с<sup>2</sup>

**A3**

Тело массой 1 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила  $F = 2$  Н (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?



1) 2

2) 1

3) 0,5

4) 0,2

**A4**

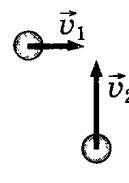
Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

1)

2)

3)

4)



**A5**

Автомобиль массой  $2 \cdot 10^3$  кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

- 1)  $4 \cdot 10^5$  Дж      2)  $4 \cdot 10^4$  Дж      3)  $8 \cdot 10^5$  Дж      4)  $2,5 \cdot 10^3$  Дж

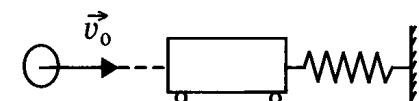
**A6**

Как изменится период колебаний нитяного маятника (подвешенного на нити груза), если длину нити уменьшить в 4 раза, а массу груза в 2 раза увеличить? Маятник считать математическим.

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

**A7**

Пластилиновый шар массой 0,1 кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке. Чему равна механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением в процессе колебаний пренебречь.



- 1) 0,025 Дж      2) 0,05 Дж      3) 0,5 Дж      4) 0,1 Дж

**A8**

В сосуде находится смесь двух газов:  $4 \cdot 10^{23}$  молекул кислорода и  $4 \cdot 10^{23}$  молекул водорода. Каково отношение  $v_{O_2} : v_{H_2}$  количеств вещества этих газов?

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

**A9**

Из баллона выпустили половину молекул идеального газа и увеличили абсолютную температуру оставшегося газа в три раза. В результате этого средняя энергия хаотичного движения молекул газа в сосуде (в расчете на одну частицу)

- 1) увеличилась в  $3/2$  раза  
2) увеличилась в 3 раза  
3) увеличилась в 6 раз  
4) уменьшилась в  $2/3$  раза

**A10**

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 40%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в три раза. Относительная влажность воздуха стала равна

- 1) 120%      2) 100%      3) 40%      4) 13%

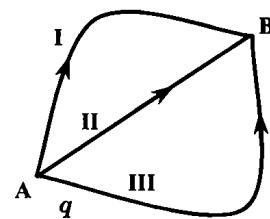
**A11** Газ в цилиндре расширился, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Следовательно, газ

- 1) получил извне количество теплоты, равное 5 Дж
- 2) получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
- 3) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 5 Дж
- 4) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

**A12** Молярная масса газа  $44 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Какова плотность этого газа при температуре 300 К и давлении  $10^5$  Па?

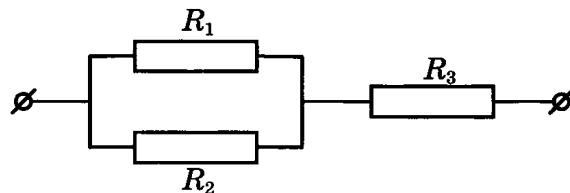
- 1) 0,5 кг/м<sup>3</sup>
- 2) 1,77 кг/м<sup>3</sup>
- 3) 3,53 кг/м<sup>3</sup>
- 4) 8,31 кг/м<sup>3</sup>

**A13** Отрицательный заряд  $q$  перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рисунок). Выберите верное утверждение о работе сил электростатического поля.



- 1) при движении заряда по траектории II работа сил электростатического поля наименьшая
- 2) при движении заряда по траектории I работа сил электростатического поля наибольшая
- 3) работа сил при движении заряда по траектории III больше, чем по траектории I
- 4) работа сил электростатического поля на траекториях I, II, III одинакова

**A14** Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$  и резистора  $R_3$ . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление  $R_1$ , если сопротивление  $R_3 = 3$  Ом.



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

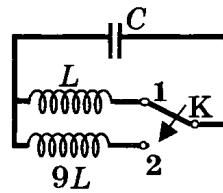
**A15** Индуктивность витка проволоки равна  $2 \cdot 10^{-3}$  Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

- 1)  $24 \cdot 10^{-6}$  А
- 2) 0,17 А
- 3) 6 А
- 4) 24 А

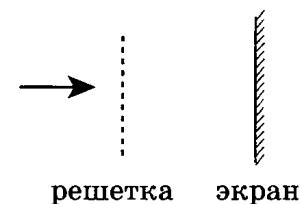
**A16**

Как изменится период собственных колебаний контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?

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

**A17**

Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн  $2\lambda$  и  $\lambda$ , поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок). Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удаленном экране



- 1) в обоих случаях одинаково
- 2) во втором случае в 2 раза больше
- 3) во втором случае в 2 раза меньше
- 4) во втором случае в 4 раза меньше

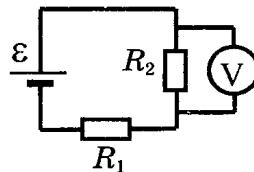
**A18**

Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
- 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
- 3) одинаковыми, если скорость корабля мала
- 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

**A19**

В схеме, изображенной на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение 3 В. Внутреннее сопротивление источника тока пре-небрежимо мало, а сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = 2 \Omega$ . Какова ЭДС источника тока?

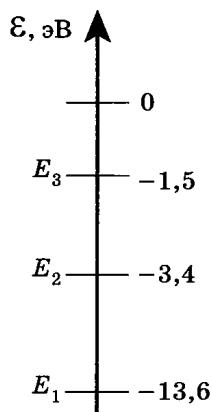


- 1) 6 В
- 2) 4 В
- 3) 3 В
- 4) 1 В

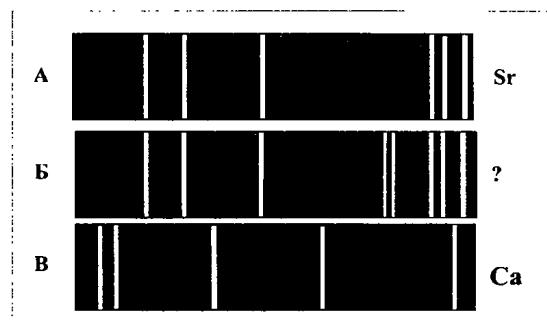
**A20**

На рисунке представлены несколько самых низких уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии  $E_1$ , поглотить фотон с энергией 1,5 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

**A21**

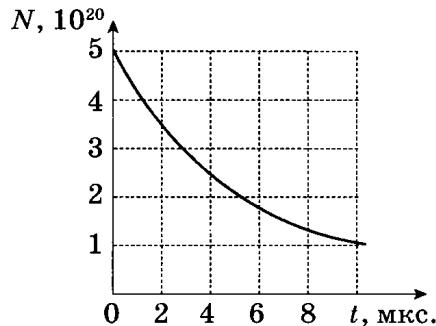
На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения паров стронция, неизвестного образца и кальция. Можно утверждать, что в образце



- 1) не содержит ни стронция, ни кальция
- 2) содержит кальций, но нет стронция
- 3) содержит стронций, но нет кальция
- 4) содержит и стронций, и кальций

**A22**

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



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

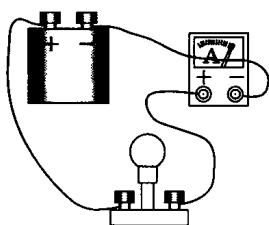
**A23**

Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны  $\lambda_{kp} = 600$  нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

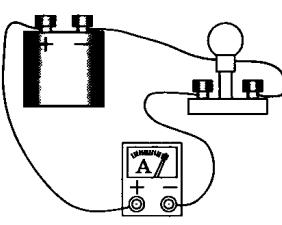
- 1) 300 нм      2) 400 нм      3) 900 нм      4) 1200 нм

**A24**

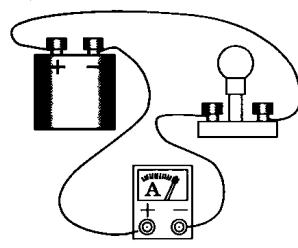
На каком из рисунков амперметр правильно включен в цепь для измерения силы тока в лампочке?

**А**

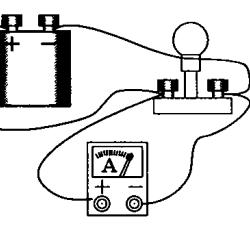
1) А

**Б**

2) Б

**В**

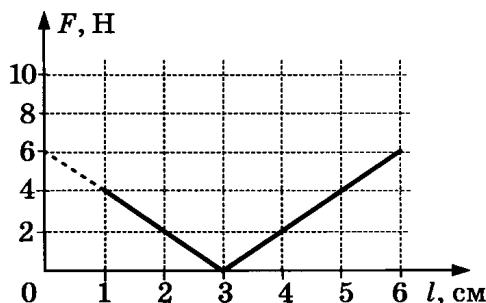
3) В

**Г**

4) Г

**A25**

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



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

- А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.  
Б. При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.

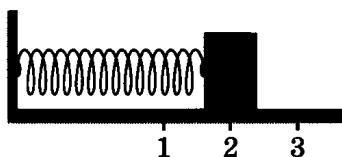
- 1) только А  
2) только Б  
3) и А, и Б  
4) ни А, ни Б

## Часть 2

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

**B1**

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

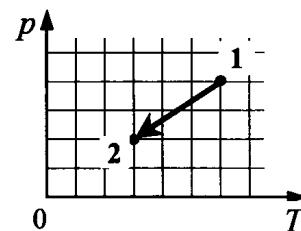
- 1) увеличивается      2) уменьшается      3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жесткость пружины

**B2**

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа, его объем и внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается  
2) уменьшается  
3) не меняется

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

Давление	Объем	Внутренняя энергия

**В3**

Два резистора с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  параллельно подсоединили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки равно  $U$ . 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) сила тока через батарейку  
 Б) напряжение на резисторе с сопротивлением  $R_1$

**ФОРМУЛЫ**

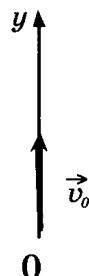
- 1)  $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$
- 2)  $U(R_1 + R_2)$
- 3)  $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 4)  $U$

Ответ:

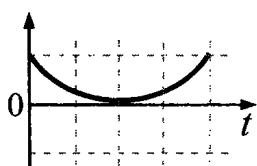
A	B

**В4**

Камень бросили вертикально вверх с поверхности земли. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

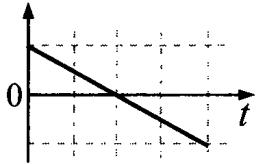
**ГРАФИКИ**

А)

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) проекция скорости камня  $v_y$
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня  $a_y$
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Б)



Ответ:

A	B

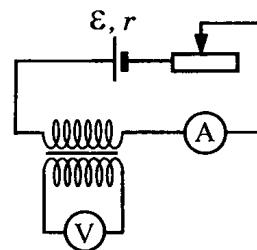
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.*

## Часть 3

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**С1**

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



**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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2**

Брусок массой  $m_1 = 500$  г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты  $h$  и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 300$  г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости  $h$ . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

**С3**

Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5$  Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С4**

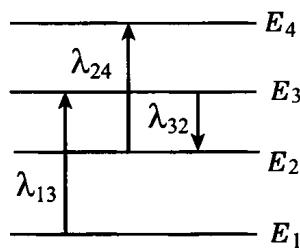
К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника  $\Delta T$  за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ .)

**C5**

В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном  $30^\circ$ , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

**C6**

На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, излучаемых при переходе с уровня  $E_4$  на уровень  $E_1$ , если  $\lambda_{13} = 400$  нм,  $\lambda_{24} = 500$  нм,  $\lambda_{32} = 600$  нм?



## Бланк ответов №1



Заполнить гелевой или капиллярной ручкой черными чернилами за гравированные печатные буквы по следующим образцам:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ы	Э	Ю	Я
А	В	С	Д	Е	Ё	Г	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ы	Э	Ю	Я

Код

района

Код

предмета

Название предмета

С правилами экзамена ознакомлен и согласен

Сопадение варианта в задании

и бланке ответов подтверждено

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Резерв 5



## ВНИМАНИЕ!

Все бланки и листы с контрольными измерительными материалами прессматрируются в комплекте.

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов.

Образец написания метки 

Запрещены исправления в области ответов

Будьте аккуратны! Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка

Номера вариантов ответа	1				2				3				4				1
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>																
2	<input type="checkbox"/>																
3	<input type="checkbox"/>																
4	<input type="checkbox"/>																

Номера вариантов ответа	1				2				3				4				1
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>																
2	<input type="checkbox"/>																
3	<input type="checkbox"/>																
4	<input type="checkbox"/>																

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1				2				3				4				Резерв 6
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Резерв 7

## Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

Замена ошибочных ответов на задания типа В									
B	-								
B	-								
B	-								
B	-								

**Бланк ответов №2**



Код  
региона

Код  
предмета

Название предмета

Дополнительный  
бланк ответов №2

лист №

155005-3

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отчаянно на задание типа С пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забывайте указывать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия заданий переписывать не нужно.

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

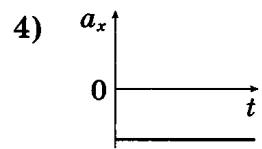
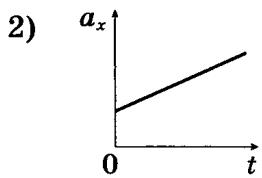
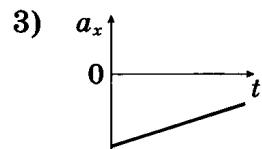
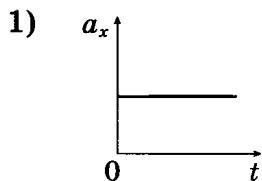
# ВАРИАНТ 10

## Часть 1

**При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A1**

Тело, двигаясь в положительном направлении оси  $Ox$  прямолинейно с постоянным ускорением, за некоторое время уменьшило свою скорость в 2 раза. Какой из графиков зависимости проекции ускорения от времени соответствует такому движению?

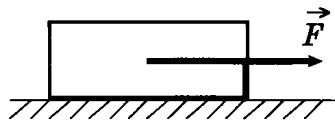

**A2**

Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Скорость автомобиля равна

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

**A3**

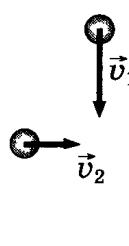
Тело массой 2 кг равномерно и прямолинейно движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила  $F = 4 \text{ Н}$  (см. рисунок). Каков коэффициент трения между телом и плоскостью?



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

**A4**

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



- 1)       2)       3)       4) 

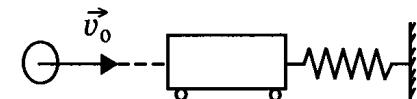
**A5** Мяч массой 0,6 кг летит со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия мяча?

- 1) 120 Дж      2) 240 Дж      3) 60 Дж      4) 12 Дж

**A6** Как изменится период колебаний нитяного маятника (подвешенного на нити груза), если длину нити увеличить в 4 раза, а массу груза в 2 раза уменьшить? Маятник считать математическим.

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

**A7** Пластилиновый шар массой 0,1 кг имеет скорость  $\vec{v}_0$ . Он налетает на неподвижную тележку массой 0,1 кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке. Механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях равна 0,025 Дж. Каково значение  $v_0$ ? Трением в процессе колебаний пренебречь.



- 1) 2 м/с      2) 1 м/с      3) 0,5 м/с      4) 0,1 м/с

**A8** Из контейнера с твердым литием изъяли 4 моль этого вещества. При этом число атомов лития в контейнере уменьшилось на

- 1)  $4 \cdot 10^{23}$       2)  $12 \cdot 10^{23}$       3)  $24 \cdot 10^{23}$       4)  $36 \cdot 10^{23}$

**A9** В баллоне с идеальным газом открыли кран, увеличив в 2 раза число молекул газа. Затем кран закрыли, а баллон нагрели, повысив температуру газа в 3 раза. В результате этого средняя энергия хаотичного движения молекул газа в сосуде (в расчете на одну частицу)

- 1) увеличилась в  $3/2$  раза  
2) увеличилась в 3 раза  
3) увеличилась в 6 раз  
4) уменьшилась в  $2/3$  раза

**A10** Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Относительная влажность воздуха стала равна

- 1) 140%      2) 100%      3) 70%      4) 35%

**A11**

В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. Следовательно, внутренняя энергия газа

- 1) уменьшилась на 35 Дж
- 2) уменьшилась на 5 Дж
- 3) увеличилась на 5 Дж
- 4) увеличилась на 35 Дж

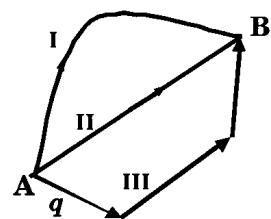
**A12**

При температуре 300 К и давлении  $10^5$  Па плотность газа равна 1,77 кг/м<sup>3</sup>. Какова молярная масса газа?

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль  | 3) $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| 2) $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | 4) $96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |

**A13**

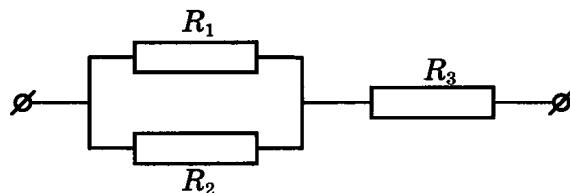
Положительный заряд  $q$  перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рисунок). Выберите верное утверждение о работе сил электростатического поля.



- 1) При движении заряда по траектории II работа сил электростатического поля наименьшая.
- 2) При движении заряда по траектории I работа сил электростатического поля наибольшая.
- 3) Работа сил электростатического поля при движении заряда по траектории III больше, чем по траектории I.
- 4) Работа сил электростатического поля на траекториях I, II, III одинакова.

**A14**

Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , каждый с сопротивлением 2 Ом, и резистора  $R_3$  с сопротивлением 3 Ом. Общее сопротивление участка цепи равно



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

**A15**

Индуктивность витка проволоки равна  $3 \cdot 10^{-3}$  Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?

- 1)  $5 \cdot 10^{-6}$  А
- 2) 3 А
- 3) 5 А
- 4) 45 А

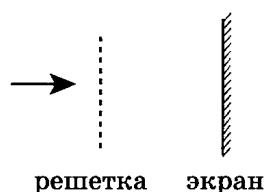
**A16**

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями  $L_1 = 1 \text{ мкГн}$  и  $L_2 = 2 \text{ мкГн}$ , а также два конденсатора, емкости которых  $C_1 = 30 \text{ пФ}$  и  $C_2 = 40 \text{ пФ}$ . При каком выборе двух элементов из этого набора частота собственных колебаний контура  $v$  будет наибольшей?

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

**A17**

Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн  $\lambda$  и  $1,5\lambda$ , поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок). Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удаленном экране



- 1) во втором случае в 1,5 раза больше
- 2) во втором случае в 1,5 раза меньше
- 3) во втором случае в 3 раза больше
- 4) в обоих случаях одинаково

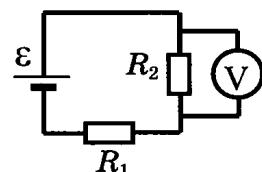
**A18**

Один ученый проверяет закономерности электромагнитных колебаний в  $LC$ -контуре в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если контуры одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
- 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
- 3) одинаковыми, если скорость корабля мала
- 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

**A19**

В схеме, изображенной 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?

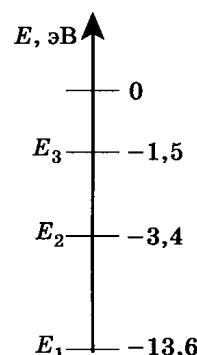


- 1) 1 В
- 2) 2 В
- 3) 3 В
- 4) 4 В

**A20**

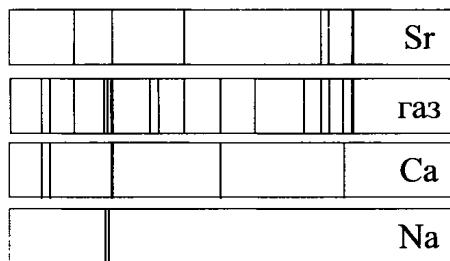
На рисунке представлены несколько самых низких уровней энергии атома водорода. Может ли атом, находящийся в состоянии  $E_2$ , поглотить фотон с энергией 1,5 эВ?

- 1) да, при этом атом переходит в состояние  $E_3$
- 2) да, при этом атом переходит в состояние  $E_1$
- 3) да, при этом атом ионизуется, распадаясь на протон и электрон
- 4) нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в другое возбужденное состояние



**A21**

На рисунке приведен спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения паров известных металлов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы

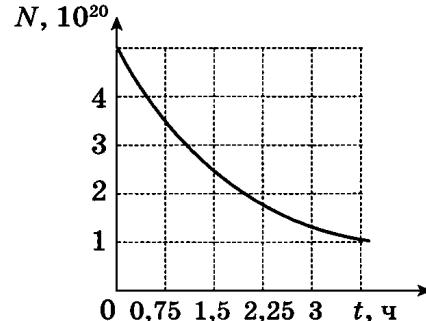


- 1) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
- 2) только натрия (Na) и стронция (Sr)
- 3) только стронция (Sr), кальция (Ca) и натрия (Na)
- 4) стронция (Sr), кальция (Ca), натрия (Na) и другого вещества

**A22**

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия  $^{230}_{88}\text{Ra}$  от времени. Каков период полураспада этого изотопа?

- 1) 3 ч
- 2) 2,5 ч
- 3) 1,5 ч
- 4) 0,75 ч

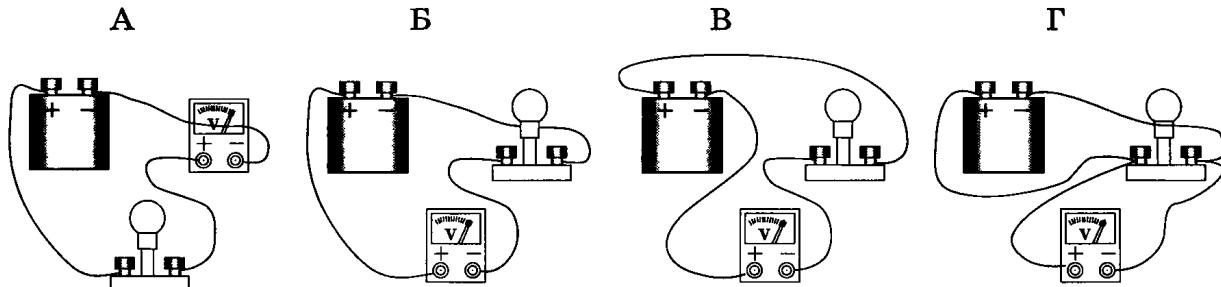
**A23**

Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны  $\lambda_{\text{кр}} = 600 \text{ нм}$ . Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

- 1) 133 нм
- 2) 300 нм
- 3) 400 нм
- 4) 1200 нм

**A24**

На каком из рисунков вольтметр правильно включен в цепь для измерения напряжения на лампочке?



- 1) А

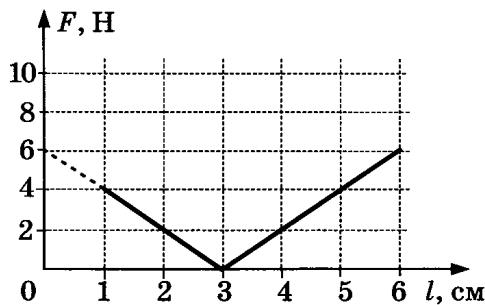
- 2) Б

- 3) В

- 4) Г

**A25**

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



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

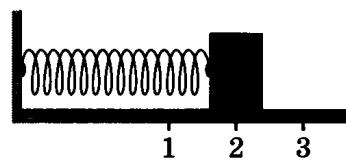
- А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.  
 Б. Жесткость пружины равна 100 Н/м.  
 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

## Часть 2

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

**B1**

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

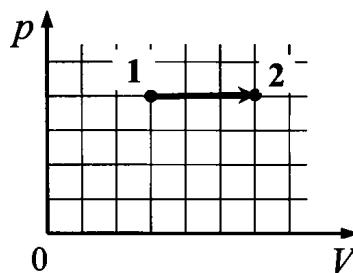
- 1) увеличивается      2) уменьшается      3) не изменяется

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

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жесткость пружины

**B2**

Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа, его объем и внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

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

Давление	Объем	Внутренняя энергия

**B3**

Два резистора с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  соединили последовательно и подключили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки равно  $U$ . 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) сила тока через батарейку  
Б) напряжение на резисторе с сопротивлением  $R_1$

**ФОРМУЛЫ**

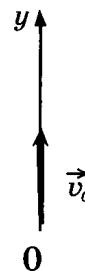
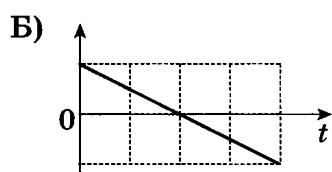
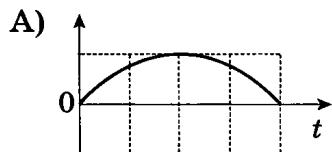
- 1)  $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2)  $U(R_1 + R_2)$
- 3)  $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$
- 4)  $\frac{U}{R_1}$

Ответ:

A	B

**B4**

Камень бросили вертикально вверх с поверхности земли. Считая сопротивление воздуха малым, 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**

Ответ:

<b>A</b>	<b>Б</b>

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) проекция скорости камня  $v_y$
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня  $a_y$
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

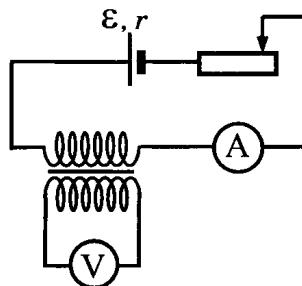
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.**

**Часть 3**

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

**C1**

На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен



в крайнем правом положении и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с  $\varepsilon$ .

**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, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2**

Брусок массой  $m_1 = 500$  г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты  $h = 0,8$  м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 300$  г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

**С3**

Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5$  Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С4**

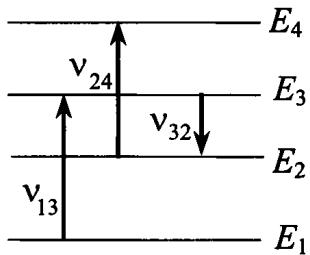
К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.)

**С5**

В горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота свай 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен  $30^\circ$ . Определите длину тени свай на дне водоёма. Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

**C6**

На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. 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?



↓ Единый государственный экзамен - 2011

**Бланк ответов №1**



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

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О Р С Т У Ф Ч Ш Ъ Ы Ъ Э Ю Я 1 2 3 4 5,6 7 8 9 0  
А В С Д Е F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , - А А Ä Ö Õ È É Ë Í Ú Õ Õ

Код региона

Код предмета

Название предмета

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Резерв 5

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

Номера заданий типа А с выбором ответа из предложенных вариантов

Образец написания метки

ЗАПРЕЩЕНЫ исправления в области ответов

Будьте аккуратны! Случайный штрих внутри квадрата может быть воспринят как метка

Номера вариантов ответа	A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 A28 A29				1
	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Номера вариантов ответа	A31 A32 A33 A34 A35 A36 A37 A38 A39 A40 A41 A42 A43 A44 A45 A46 A47 A48 A49 A50 A51 A52 A53 A54 A55 A56 A57 A58 A59 A60				1
	1	2	3	4	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Замена ошибочных ответов на задания типа А	1   2   3   4				1   2   3   4	1   2   3   4	Резерв - 6	
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				A
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
								Резерв - 7

Результаты выполнения заданий типа В с ответом в краткой форме

B11

B12

B13

B14

B15

B16

B17

B18

B19

B20

Замена ошибочных ответов на задания типа В

B	-	B	-
B	-	B	-
B	-	B	-

«Бланк ответов №2»



Код  
региона

Код  
предмета:

Название предмета:

Размер - 5

Дополнительный  
бланк ответов №2

Лист №

Перепишите значение полей «код региона», «код предмета», «название предмета» из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задание типа С, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забывайте указывать номер задания, на которое Вы отвечаете, например С1.

Условия задания переписывать не нужно.

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

Бланк ответов №2	
Код региона	Код предмета:
Название предмета:	
Дополнительный бланк ответов №2	
Лист №	Размер - 5
Поместите здесь свои ответы	

# СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

## Ответы к заданиям части 1

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

№ вар. № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	1	1	3	1	1	3	3	1	4	4
A2	2	1	4	4	3	3	1	1	3	2
A3	4	4	1	2	2	2	4	4	4	4
A4	2	3	2	3	1	1	3	3	3	1
A5	3	3	3	2	4	4	2	2	1	1
A6	2	4	4	3	4	3	1	1	4	2
A7	1	2	1	4	3	2	1	3	1	2
A8	1	4	1	4	1	4	2	2	1	3
A9	4	2	1	4	2	4	4	1	2	2
A10	2	1	3	3	3	1	3	4	2	2
A11	1	3	2	2	4	2	1	4	2	1
A12	3	4	4	4	2	3	2	4	2	3
A13	2	4	4	2	4	4	2	1	4	4
A14	3	1	2	1	1	3	4	3	3	4
A15	4	3	2	3	2	1	3	3	3	3
A16	2	3	3	3	2	2	3	2	1	1
A17	1	3	3	4	1	1	3	3	3	1
A18	3	3	3	1	3	3	4	4	1	1
A19	4	1	3	1	1	4	3	3	1	3
A20	4	4	4	1	3	1	4	2	4	4
A21	3	4	2	1	2	2	2	1	3	4
A22	3	3	1	3	2	2	1	4	4	3
A23	2	2	4	4	3	3	3	1	2	3
A24	3	2	1	2	3	4	1	2	2	4
A25	4	2	2	3	3	1	2	4	2	4

**Ответы к заданиям части 2**

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1 – В4 правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

**Вариант 1**

№ задания	Ответ
B1	312
B2	212
B3	43
B4	31

**Вариант 2**

№ задания	Ответ
B1	311
B2	112
B3	41
B4	24

**Вариант 3**

№ задания	Ответ
B1	121
B2	121
B3	24
B4	24

**Вариант 4**

№ задания	Ответ
B1	212
B2	212
B3	41
B4	14

**Вариант 5**

№ задания	Ответ
B1	221
B2	311
B3	23
B4	34

**Вариант 6**

№ задания	Ответ
B1	112
B2	322
B3	14
B4	12

**Вариант 7**

№ задания	Ответ
B1	232
B2	131
B3	43
B4	23

**Вариант 8**

№ задания	Ответ
B1	121
B2	232
B3	13
B4	42

**Вариант 9**

№ задания	Ответ
B1	113
B2	232
B3	14
B4	21

**Вариант 10**

№ задания	Ответ
B1	223
B2	311
B3	13
B4	41

# КРИТЕРИИ ПРОВЕРКИ И ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ<sup>1</sup>

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критерииев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

## C1

### 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 отдает получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объем 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 все время сопровождается увеличением его объема.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае — <i>изменение объема газа, п. 3</i> ), и полное верное объяснение (в данном случае — <i>п. 1–2</i> ) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — <i>получение тепла газом при неизменности его внутренней энергии на этапе 1 → 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; <b>ИЛИ</b> — рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты; <b>ИЛИ</b> — указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2

<sup>1</sup> Подробные указания по оцениванию выполнения задания приведены только в варианте 1. В последующих вариантах применяются аналогичные указания по оцениванию соответствующих заданий.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ; ИЛИ</li> <li>– приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан; ИЛИ</li> <li>– представлен только правильный ответ без обоснований.</li> </ul>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C2

Образец возможного решения (рисунок не обязательен):

Путь, пройденный самолетом в первом случае:  $s = v_{\text{св}} t_1$ , где  $v_{\text{св}}$  — скорость самолета относительно воздуха.



Закон сложения скоростей в векторном виде для перелета во время ветра:  $\vec{v}_c = \vec{v}_{\text{св}} + \vec{v}_B$ , где  $v_c$  — скорость самолета относительно Земли,  $v_B$  — скорость ветра.

Выражение для модуля скорости самолета относительно Земли во втором случае имеет вид:

$$v_c = \sqrt{v_{\text{св}}^2 + v_B^2}.$$

Тогда путь, пройденный самолетом во втором случае:

$$s = v_c t_2 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 + v_B^2} \cdot t_2.$$

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

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

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон сложения скоростей, уравнения кинематики для равномерного движения);</li> <li>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</li> </ol>	3

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</li> </ul>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</li> </ul>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**С3****Образец возможного решения:**

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

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

$$\frac{s\Delta m_{\text{в}}}{MV} RT \geq mg \cdot \frac{L}{l}, \text{ или } L \leq \frac{l s R T \Delta m_{\text{в}}}{mg M V}.$$

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 открывается в момент, когда выполнится равенство  $L = \frac{t l s R T w}{mg M V}$ .

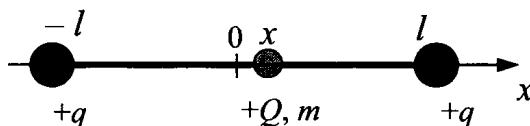
Ответ:  $L \approx 0,5$  м.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>условие равновесия рычага и уравнение Клапейрона–Менделеева</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</li> </ul>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</li> </ul>	1

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**C4****Образец возможного решения:**

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



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

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

При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых  $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$ . При увеличении заряда бусинки в два раза  $Q_1 = 2Q$  период колебаний уменьшится:  $\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{Q}{Q_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ .

Ответ:  $T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$ .

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон Кулона, второй закон Ньютона, взаимосвязь циклической частоты и периода колебаний, связь ускорения со смещением в гармонических колебаниях);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие кциальному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3

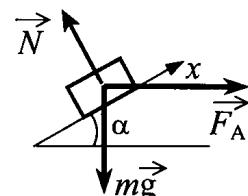
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях допущена ошибка;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимые математические преобразования логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный ответ в общем виде;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до ответа.</li> </ul>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</li> </ul>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C5

Образец возможного решения:

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

- сила тяжести  $\vec{mg}$ , 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.



(1)

2) Модуль силы Ампера  $F_A = IBL$ ,

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):

$$ma_x = -mg \sin \alpha + IBL \cos \alpha, \quad (2)$$

где  $m$  — масса стержня.

$$\text{Отсюда находим } I = \frac{m}{L} \frac{(a_x + g \sin \alpha)}{B \cos \alpha}. \quad (3)$$

Ответ:  $I \approx 4 \text{ А.}$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражение для силы Ампера и второй закон Ньютона</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие кциальному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</li> </ul>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ИЛИ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</li> </ul>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**C6****Образец возможного решения:**

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид:

$\frac{hc}{\lambda_{kp}} = \frac{hc}{\lambda_{kp}} + \frac{mv^2}{2}$ , из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона  $v_0 = 0$ . Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля:  $A = \frac{mv^2}{2}$ .

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

Отсюда  $E = mv^2/2eS$ .

Ответ:  $E \approx 5 \cdot 10^4$  В/м.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для изменения кинетической энергии частицы и для работы электрического поля</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие кциальному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 <u>полного решения</u>, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решение содержит ошибку в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</li> </ul>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</li> </ul> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в решении отсутствует <u>ОДНА</u> из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи;</li> </ul>	1

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>– в ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

## Вариант 2

**C1**

**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 отдает получаемую энергию, совершая работу, т.е. в данном процессе его объем увеличивается.
- 2) В процессе  $2 \rightarrow 3$  теплообмена газа с внешней средой нет, но его внутренняя энергия увеличивается. Следовательно, этот процесс связан с сжатием газа, поскольку над ним совершают работу.
- 3) **Ответ:** при переходе газа из состояния 1 в состояние 2 объем газа увеличивается, а при переходе из состояния 2 в состояние 3 объем уменьшается.

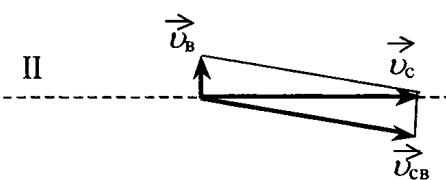
**C2**

**Образец возможного решения (рисунок не обязательен):**

Путь, пройденный самолетом в первом случае:  $s = v_{cb} t_1$ ,  
где  $\vec{v}_{cb}$  — скорость самолета относительно воздуха.



Закон сложения скоростей в векторном виде для перелета во время ветра:  
 $\vec{v}_c = \vec{v}_{cb} + \vec{v}_b$ , где  $\vec{v}_c$  — скорость самолета относительно Земли,  $\vec{v}_b$  — скорость ветра.



Выражение для модуля скорости самолета относительно Земли во втором случае имеет вид:  $v_c = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2}$ .

Тогда путь, пройденный самолетом во втором случае:

$$s = v_c t_2 = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2.$$

Следовательно,  $v_{cb} t_1 = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2$ . Отсюда находим

$$t_2 = \frac{t_1}{\sqrt{1 - (v_b / v_{cb})^2}} \text{ и } t = t_2 - t_1$$

**Ответ:**  $t = 3/20 \text{ ч} = 9 \text{ мин.}$

**C3****Образец возможного решения:**

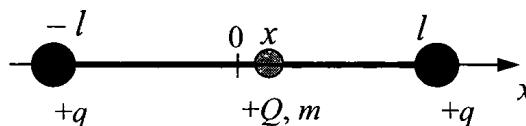
Клапан откроется, когда избыточная сила  $F$  давления воздуха на клапан изнутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным  $\Delta p$ , а площадь клапана  $s$ , то  $F = s \cdot \Delta p$ . Сила действия стержня на клапан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

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:

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

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 открывается в момент, когда выполнится равенство  $l = \frac{mgMVL}{tsRTw}$ .

Ответ:  $l \approx 0,1$  м.

**C4****Образец возможного решения:**

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

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

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

При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические колебания, период которых  $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$ .

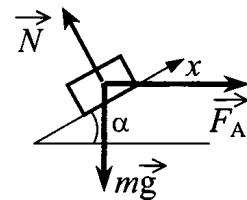
При уменьшении заряда бусинки в два раза:  $Q_1 = (1/2)Q$  период колебаний увеличится:  $T_1 / T = \sqrt{2}$ .

Ответ:  $T_1 = T\sqrt{2}$ .

**C5**

**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  $F_A = IBL$ ,  
где  $L$  — длина стержня. (1)
  - 3) Систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.
- Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось  $x$  (см. рисунок):  $ma_x = -mg \sin \alpha + IBL \cos \alpha$ ,  
где  $m$  — масса стержня.
- Отсюда находим  $a_x = -g \sin \alpha + IBL \cos \alpha / m$  (3)
- Ответ:  $a = 1,9 \text{ м/с}^2$ .

**C6**

**Образец возможного решения:**

Уравнение Эйнштейна в данном случае будет иметь вид:

$$\frac{hc}{\lambda_{kp}} = \frac{hc}{\lambda_{kp}} + \frac{mv^2}{2}$$
, из чего следует, что начальная скорость вылетевшего электрона  $v_0 = 0$ . Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля:  $A = \frac{mv^2}{2}$ .

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

Отсюда  $S = mv^2/2eE$ .

Ответ:  $S \approx 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ .

### Вариант 3

**C1**

**Образец возможного решения:**

1. Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.
2. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.
3. При выдвижении поршня пар изотермически расширяется. Давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, для пополнения количества вещества пара будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

**C2**

**Образец возможного решения:**

Введем обозначения:

$2m$  — масса снаряда до взрыва;

$v_0$  — модуль скорости снаряда до взрыва;

$v_1$  — модуль скорости осколка, летящего вперед;

$v_2$  — модуль скорости осколка, летящего назад.

Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2 & \text{— закон сохранения импульса;} \\ 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} & \text{— закон сохранения энергии.} \end{cases}$$

Выразим  $v_2$  из первого уравнения:  $v_2 = v_1 - 2v_0$  и подставим во второе уравнение. Получим:  $v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$ .

Отсюда следует:  $\Delta E = m(v_1 - v_0)^2$ .

**Ответ:**  $\Delta E = 0,5$  МДж.

**C3**

**Образец возможного решения:**

Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где  $\Delta U$  — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах),  $A$  — работа газа во втором опыте. Работа  $A$  совершилась газом в ходе изобарного расширения, так что

$$A = p\Delta V, \quad (3)$$

( $\Delta V$  — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа:

$$p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь:  $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR}$ .

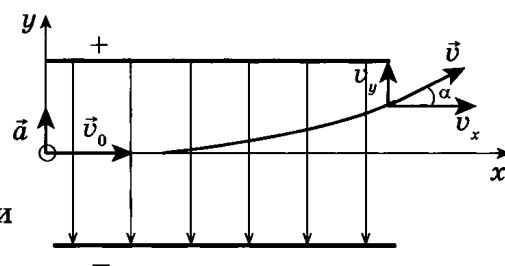
**Ответ:**  $\Delta T \approx 1$  К.

**C4**

**Образец возможного решения (рисунок не обязательен):**

1) Зависимость координат электрона от времени с учетом начальных условий:

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{at^2}{2} \end{cases}$$



2) Уравнения для проекций скорости

$$v_x = v_0; \quad v_y = at.$$

3) В момент вылета из конденсатора  $x = L = v_0 t$ , поэтому  $t = \frac{L}{v_0}$ .

По второму закону Ньютона  $a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\phi}{mdv_0^2}$ , так как  $F = eE$ .

Отсюда  $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2}$ .

Ответ:  $\alpha = \arctg \left( \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2} \right)$ .

**C5**

**Образец возможного решения:**

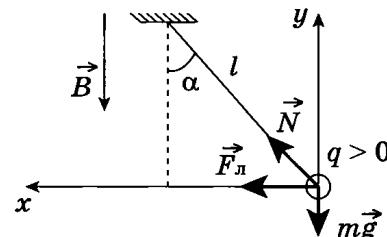
1) На чертеже указаны силы, действующие на шарик.

2) II закон Ньютона в проекциях на оси:  $\begin{cases} N \sin \alpha + qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$ .

3) Так как  $R = l \sin \alpha$ , то выражение для заряда:

$$q = \frac{m}{B} \left( \frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right).$$

Ответ:  $q = \frac{m}{B} \left( \frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right)$ .

**C6**

**Образец возможного решения:**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$hv = \frac{mv^2}{2} + A_{\text{вых}}. \quad (1)$$

Энергия ускоренных электронов:

$$E_e = \frac{mv^2}{2} + e\Delta U = hv - A_{\text{вых}} + e\Delta U. \quad (2)$$

По условию  $E_e = 2hv$ .

Отсюда  $A_{\text{вых}} = e\Delta U - hv$ .

Ответ:  $A_{\text{вых}} = 2 \text{ эВ}$ .

## Вариант 4

**C1**

**Образец возможного решения:**

1. Ответ: Во время перемещения катушки индуктивности вверх и снятия ее с сердечника показания амперметра будут оставаться неизменными, а гальванометр будет регистрировать ток в цепи второй катушки. (Примечание: Когда катушка будет полностью снята с сердечника, изменение магнитного потока в мотке проволоки прекратится, и сила тока, регистрируемого гальванометром, станет равной нулю. При этом амперметр будет регистрировать постоянную силу тока в цепи катушки индуктивности. Это утверждение для полного ответа не требуется).

2. При медленном перемещении катушки вверх ее индуктивность будет уменьшаться, что вызовет уменьшение потока вектора магнитной индукции через железный сердечник и небольшую ЭДС индукции  $\mathcal{E}_{\text{инд}}$  в цепи этой катушки  $\mathcal{E}_{\text{инд}} \ll \mathcal{E}$ , которой можно пренебречь.
3. Сила тока через амперметр не изменится, поскольку в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи она определяется выражением  $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ , где  $R$  — сопротивление подключенной части реостата.
4. Уменьшение потока вектора магнитной индукции через поперечное сечение сердечника вызывает изменение потока вектора индукции магнитного поля в проволочном мотке, соединенном с гальванометром. В соответствии с законом индукции Фарадея  $\mathcal{E}_2 = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ , что вызывает ток через гальванометр.

**C2****Образец возможного решения:**

Введем обозначения:

 $2m$  — масса снаряда до взрыва; $v_0$  — модуль скорости снаряда до взрыва; $v_1$  — модуль скорости осколка, летящего вперед; $v_2$  — модуль скорости осколка, летящего назад.

Система уравнений для решения задачи:

$$\begin{cases} 2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2 & \text{закон сохранения импульса;} \\ 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} & \text{закон сохранения энергии.} \end{cases}$$

Выразим  $v_2$  из первого уравнения:  $v_2 = v_1 - 2v_0$  и подставим во второе уравнение. Получим:  $v_1^2 - 2v_0v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$ .

Отсюда следует:  $\Delta E = m(v_1 - v_0)^2$ . Скорость осколка  $v_1 = v_0 + \sqrt{\Delta E/m}$ .

Ответ:  $v_1 = 900$  м/с.

**C3****Образец возможного решения:**

Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где  $\Delta U$  — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах),  $A$  — работа газа во втором опыте. Работа  $A$  совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что

$$A = p\Delta V, \quad (3)$$

( $\Delta V$  — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа:

$$p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T. \quad (4)$$

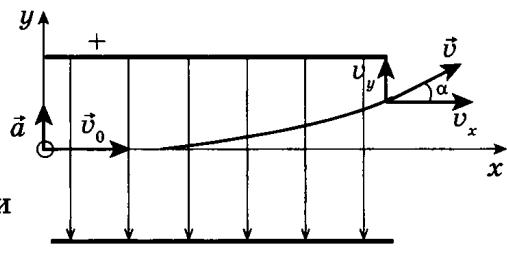
Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь:  $m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T}$ .

Ответ:  $m \approx 1$  кг.

**C4****Образец возможного решения** (рисунок не обязателен):

- 1) Зависимость координат электрона от времени с учетом начальных условий:

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{at^2}{2}. \end{cases}$$



- 2) Уравнения для проекций скорости  
 $v_x = v_0$ ;  $v_y = at$ .

- 3) В момент вылета из конденсатора  $x = L = v_0 t$ , поэтому  $t = \frac{L}{v_0}$ .

По второму закону Ньютона  $a_y = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{e\Delta\phi}{md}$ , так как  $F = eE$ .

Отсюда  $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2}$ .

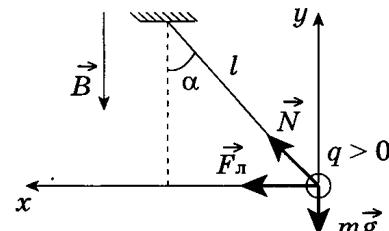
Ответ:  $\Delta\phi = \frac{mdv_0^2 \tan \alpha}{eL}$ .

**C5****Образец возможного решения:**

- 1) На чертеже указаны силы, действующие на шарик.

- 2) II закон Ньютона в проекциях на оси:

$$\begin{cases} N \sin \alpha + qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$



- 3) Так как  $R = l \sin \alpha$ , то выражение для заряда:

$$q = \frac{m}{B} \left( \frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \tan \alpha \right).$$

Ответ:  $m = \frac{qvB}{\frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g \tan \alpha}{v}}$ .

**C6****Образец возможного решения:**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

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

Энергия ускоренных электронов:

$$E_e = \frac{mv^2}{2} + eU = h\nu - A_{\text{вых}} + eU. \quad (1)$$

По условию  $E_e = 2h\nu$ . (2)

Отсюда  $U = (A_{\text{вых}} + h\nu)/e$ .

Ответ:  $U = 5$  В.

**Вариант 5****C1****Образец возможного решения:**

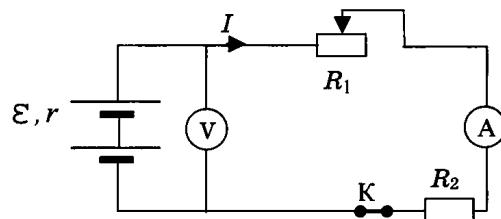
1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где  $I$  — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$ .

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром:  $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$ .

3. При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растет.

**C2****Образец возможного решения:**

Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью  $\vec{v}$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Высота полета определяется из выражения  $h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$ .

Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии  $\frac{mv^2}{2} = mgH$ , так что  $\frac{v^2}{2g} = H$ . При  $\alpha = 30^\circ$  получаем  $h = H \sin^2 \alpha = \frac{H}{4}$ .

Ответ: высота подъема  $h = \frac{H}{4}$ .

**C3****Образец возможного решения:**

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль:  $F_A = m_{He}g + m_{ob}g$ . Силы выражены через радиус  $r$ :

$$\rho_e g V = m_{ob}g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}Vg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_e g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He} g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3,$$

$$\text{откуда радиус: } r = \frac{3b}{\rho_e - \rho_{He}},$$

где  $b = 2 \text{ кг/м}^2$  — отношение массы оболочки к ее площади.

Плотности гелия и воздуха:  $pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$ ,  
 $\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}$ ,  $\rho_e = \frac{M_e p}{RT}$ .

Радиус оболочки:  $r = \frac{3bRT}{p(M_e - M_{He})} \approx 5,44$  м,

её масса:  $m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 745$  кг.

Ответ:  $m \approx 745$  кг.

**C4**

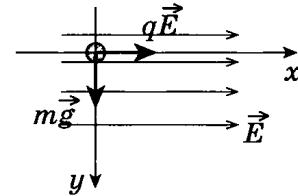
**Образец возможного решения:**

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 отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него:  $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ .

3) При движении из состояния покоя 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,  $\tan \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$ . Отсюда  $E = \frac{mg}{q}$ .

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

**C5**

**Образец возможного решения:**

При колебаниях маятника максимальная скорость груза  $v$  может быть определена из закона сохранения энергии:  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ , где  $h = l(1 - \cos \alpha) = 2l \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$  — максимальная высота подъема груза. Максимальный угол отклонения  $\alpha \approx \frac{A}{l}$ , где  $A$  — амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда  $A = v \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

Амплитуда  $A_1$  колебаний смещения изображения груза на экране, расположенным 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,  $A_1 = A \frac{b}{a} = v \sqrt{\frac{l}{g}} \left( \frac{b}{F} - 1 \right)$ .

Ответ:  $A_1 = 0,1$  м.

**C6****Образец возможного решения:**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

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

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

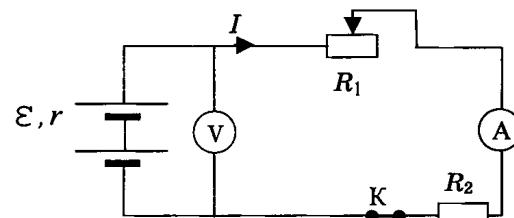
$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем:  $\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}$ .Ответ:  $\lambda \approx 215$  нм.**Вариант 6****C1****Образец возможного решения:**

1. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где  $I$  — сила тока в цепи.



Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

2. Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:  $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$ .

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром:  $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$ .

3. При перемещении движка реостата влево его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом возрастает, а напряжение на батарее уменьшается.

**C2****Образец возможного решения:**Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью  $v$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Дальность полета определяется из выражения  $L = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$ .Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии  $\frac{mv^2}{2} = mgH$ , так что  $\frac{v^2}{g} = 2H$ . При  $\alpha = 30^\circ$  получаем

$$L = 2H \sin 2\alpha = H\sqrt{3}.$$

Ответ: дальность полета  $L = H\sqrt{3}$ .

**C3****Образец возможного решения:**

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль:  $F_A = m_{He}g + m_0g$ .

Силы выражены через радиус  $r$ :

$$\rho_e gV = m_0g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}Vg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_e g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He} g \cdot \frac{4}{3} \pi r^3,$$

$$\text{откуда радиус: } r = \frac{3b}{\rho_e - \rho_{He}},$$

где  $b$  — отношение массы оболочки к ее площади.

Плотности гелия и воздуха:  $pV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$ ,

$$\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}, \quad \rho_e = \frac{M_e p}{RT}.$$

$$\text{Радиус оболочки: } r = \frac{3bRT}{p(M_e - M_{He})},$$

$$\text{ее масса: } m = 4\pi r^2 \cdot b = 4\pi \left[ \frac{3RT}{p(M_e - M_{He})} \right]^2 b^3.$$

$$\text{Отсюда } b = \left\{ \frac{m}{4\pi} \left[ \frac{p(M_e - M_{He})}{3RT} \right]^2 \right\}^{1/3} \approx 1,75 \text{ кг/м}^2.$$

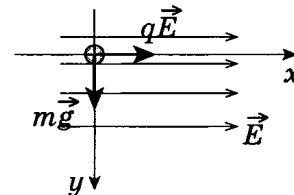
**Ответ:** масса одного квадратного метра материала оболочки шара  $m_0 \approx 1,75$  кг.

**C4****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 отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него:  $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ .

3) При движении из состояния покоя 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,  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$ . Отсюда  $q = \frac{mg}{E}$ .



**Ответ:**  $q = 8 \cdot 10^{-9}$  Кл = 8 нКл.

**C5****Образец возможного решения:**

При колебаниях маятника максимальная скорость груза  $v$  может быть определена из закона сохранения энергии:  $\frac{mv^2}{2} = mgh$ , где

$h = l(1 - \cos \alpha) = 2l \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{l\alpha^2}{2}$  — максимальная высота подъема груза. Максимальный угол отклонения  $\alpha \approx \frac{A}{l}$ , где  $A$  — амплитуда колебаний (амплитуда смещения). Отсюда  $A = v \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

Амплитуда  $A_1$  колебаний смещения изображения груза на экране, расположенному 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,  $A_1 = A \frac{b}{a} = v \sqrt{\frac{l}{g}} \left( \frac{b}{F} - 1 \right)$ .

Отсюда  $l = g \left[ \frac{A_1 F}{v(b - F)} \right]^2 \approx 4,4$  м.

Ответ:  $l \approx 4,4$  м.

**C6**

**Образец возможного решения:**

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

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем:

$$U = \frac{hc}{e} \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda \lambda_0} \approx 1,36 \text{ В.}$$

Ответ:  $U \approx 1,36$  В.

### Вариант 7

**C1**

**Образец возможного решения:**

1. Льдинка сможет высокользнуть из ямы через ее правый край.
2. Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А

позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.

3. Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

**C2**

**Образец возможного решения** (рисунок не обязателен):

Пусть  $m$  — масса куска пластилина,  $M$  — масса бруска,  $v_0$  — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.

Согласно закону сохранения импульса:  $Mv_{\text{бр}} - mv_{\text{пл}} = (M + m)v_0$ .

Так как  $M = 4m$  и  $v_{\text{бр}} = \frac{1}{3}v_{\text{пл}}$ , то  $4m \cdot \frac{1}{3}v_{\text{пл}} - mv_{\text{пл}} = 5mv_0$

и  $v_0 = \frac{1}{15}v_{\text{пл}}$ .

По условию конечная скорость бруска с пластилином  $v = 0,5v_0$ .

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{(M+m)v^2}{2} + \mu(M+m)gS, \text{ откуда:}$$

$$\frac{5m \left( \frac{1}{15}v_{\text{пл}} \right)^2}{2} = \frac{5m \left( 0,5 \cdot \frac{1}{15}v_{\text{пл}} \right)^2}{2} + 5m\mu gS,$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 - \frac{0,25}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 = \mu gS,$$

$$S = \frac{3}{8 \cdot 15^2} \cdot \frac{v_{\text{пл}}^2}{\mu g} = \frac{3 \cdot 15^2}{8 \cdot 15^2 \cdot 0,17 \cdot 10} \approx 0,22 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $S = 0,22$  м.

**C3**

**Образец возможного решения:**

Внутренняя энергия газа пропорциональна его температуре и количеству вещества (газа) в сосуде:  $U \sim v \cdot T$ .

Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,  $v \sim pV/T$ .

Следовательно,  $U \sim pV \cdot T/T \sim pV$ .

Согласно условию задачи,  $p$  возросло в 2 раза, а  $V$  уменьшилось в 8 раз. Следовательно,  $U$  уменьшилась в 4 раза.

Ответ: внутренняя энергия воздуха в сосуде уменьшилась в 4 раза.

**C4**

**Образец возможного решения:**

Закон Ома для полной цепи:  $I = \frac{\epsilon}{r + R}$ .

Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны  $U = IR$ .

В однородном электрическом поле конденсатора  $U = Ed$ , где  $E$  — напряженность поля.

$$\text{Следовательно, } E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{d} = \frac{\varepsilon R}{d(r + R)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

Ответ:  $E = 4$  кВ/м.

**C5**

**Образец возможного решения:**

Согласно закону Ома, сила тока в рамке  $I = \varepsilon/r$ , где ЭДС индукции

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{\Delta t}.$$

Здесь  $r$  — сопротивление рамки,  $S$  — ее площадь,  $\Delta t$  — время изменения поля.

$$\text{Поскольку } I = \frac{q}{\Delta t}, \text{ то } \frac{q}{\Delta t} = -\frac{S}{r} \frac{\Delta B_x}{\Delta t}, S = -\frac{qr}{\Delta B_x} = \frac{1,6 \cdot 5}{4} = 2 \text{ (м}^2\text{).}$$

Ответ:  $S = 2$  м<sup>2</sup>.

**C6**

**Образец возможного решения:**

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние  $E^{(0)}$ . Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной  $E = E_0 + 3,5$  эВ, где  $E_0$  — энергия электрона до столкновения; отсюда:  $E_0 = E - 3,5$  эВ. Импульс  $p$  электрона связан с его кинетической энергией соотношением  $p^2 = m^2v^2 = 2mE$ , или  $E = \frac{p^2}{2m}$ , где  $m$  — масса электрона.

Следовательно,

$$E_0 = \frac{p^2}{2m} - 3,5 \text{ эВ} = \frac{1,44 \cdot 10^{-48}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} - 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж).}$$

Ответ:  $E_0 \approx 2,3 \cdot 10^{-19}$  Дж.

## Вариант 8

**C1**

**Образец возможного решения:**

- Льдинка сможет высокользнуть из ямы через ее правый край.
- Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия составит 4 Дж.
- Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка высокользнет из ямы через правый край.

**C2****Образец возможного решения:**

Пусть  $m$  — масса куска пластилина,  $M$  — масса бруска,  $v_0$  — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.

Согласно закону сохранения импульса:  $Mv_{\text{бр}} - mv_{\text{пл}} = (M + m)v_0$ .

Так как  $M = 4m$  и  $v_{\text{бр}} = \frac{1}{3}v_{\text{пл}}$ , то  $4m \cdot \frac{1}{3}v_{\text{пл}} - mv_{\text{пл}} = 5mv_0$

и  $v_0 = \frac{1}{15}v_{\text{пл}}$ .

По условию конечная скорость бруска с пластилином  $v = 0,5v_0$ .

По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M+m)v_0^2}{2} = \frac{(M+m)v^2}{2} + \mu(M+m)gS, \text{ откуда:}$$

$$\frac{5m \left( \frac{1}{15}v_{\text{пл}} \right)^2}{2} = \frac{5m \left( 0,5 \cdot \frac{1}{15}v_{\text{пл}} \right)^2}{2} + 5m\mu gS,$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 - \frac{0,25}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{\text{пл}}^2 = \mu gS \text{ и}$$

$$\mu = \frac{3}{8 \cdot 15^2} \cdot \frac{v_{\text{пл}}^2}{Sg} = \frac{3 \cdot 15^2}{8 \cdot 15^2 \cdot 0,22 \cdot 10} \approx 0,17.$$

Ответ:  $\mu = 0,17$ .

**C3****Образец возможного решения:**

Внутренняя энергия газа пропорциональна его температуре и количеству вещества (газа) в сосуде:  $U \sim v \cdot T$ .

Согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,  $v \sim pV/T$ .

Следовательно,  $U \sim pV \cdot T/T \sim pV$ .

Согласно условию задачи,  $p$  возросло в 4 раза, а  $V$  уменьшилось в 4 раза. Следовательно,  $U$  не изменилось.

Ответ: внутренняя энергия воздуха в сосуде не изменилась.

**C4****Образец возможного решения:**

Закон Ома для полной цепи:  $I = \frac{\epsilon}{r + R}$ .

Значения напряжения на конденсаторе и параллельно подсоединенном резисторе одинаковы и равны  $U = IR$ .

В однородном электрическом поле конденсатора  $U = Ed$ , где  $d$  — расстояние между его пластинами.

Следовательно,  $d = \frac{U}{E} = \frac{IR}{E} = \frac{\epsilon R}{E(r + R)} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

Ответ:  $d = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$

**C5****Образец возможного решения:**

Согласно закону Ома, сила тока в рамке  $I = \varepsilon/r$ , где ЭДС индукции

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{\Delta t}.$$

Здесь  $r$  — сопротивление рамки,  $S$  — ее площадь,  $\Delta t$  — время изменения поля.

$$\text{Поскольку } I = \frac{q}{\Delta t}, \text{ то } \frac{q}{\Delta t} = -S \frac{\Delta B_x}{r \Delta t}, q = -S \frac{\Delta B_x}{r} = \frac{2 \cdot 4}{5} = 1,6 \text{ (Кл).}$$

Ответ:  $q = 1,6$  Кл.

**C6****Образец возможного решения:**

Если при столкновении с атомом электрон приобрел энергию, то атом перешел в состояние  $E^{(0)}$ . Следовательно, после столкновения кинетическая энергия электрона стала равной  $E = E_0 + 3,5$  эВ, где  $E_0$  — энергия электрона до столкновения; отсюда:  $E = 2,3 \cdot 10^{-19} + 3,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 7,9 \cdot 10^{-19}$  (Дж).

Импульс  $p$  электрона связан с его кинетической энергией соотношением  $p^2 = m^2 v^2 = 2mE$ , где  $m$  — масса электрона.

Следовательно,

$$p^2 = 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 7,9 \cdot 10^{-19} \approx 1,44 \cdot 10^{-48}, p \approx 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ (кг} \cdot \text{м/с).}$$

Ответ:  $p \approx 1,2 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с.

**Вариант 9****C1****Образец возможного решения:**

1. Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно уменьшаться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки. Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем правом положении. (Когда движок придет в крайнее правое положение и движение его прекратится, амперметр будет показывать постоянную силу тока в цепи, а напряжение, измеряемое вольтметром, окажется равным нулю.)

2. При перемещении ползунка вправо сопротивление цепи увеличивается, а сила тока уменьшается в соответствии с законом Ома для полной цепи:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ , где  $R$  — сопротивление внешней цепи.

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.

В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции  $\varepsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  во вторичной обмотке, а следовательно, напряжение  $U$  на ее концах, регистрируемое вольтметром.

**C2****Образец возможного решения:**

Кинетическая энергия брусков после столкновения  $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$ ,

где  $v$  — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке:  $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$ . Исключая из системы уравнений скорость  $v$ , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости:  $\frac{m_1v_1^2}{2} = m_1gh$ , что дает выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1gh$$

$$\text{Следовательно } h = \frac{E(m_1 + m_2)}{gm_1^2}$$

Подставляя значения, получим  $h = 0,8$  м.

**C3****Образец возможного решения:**

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю. В проекциях на вертикальную ось это дает:  $(M + m)g + m_r g - m_b g = 0$ , где  $M$  и  $m$  — массы оболочки шара и груза,  $m_r$  — масса гелия, а  $F = m_b g$  — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_b - m_r.$$

Давление  $p$  гелия и его температура  $T$  равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клаудиуса—Менделеева,  $pV = \frac{m_r}{\mu_r} RT = \frac{m_b}{\mu_b} RT$ , где  $\mu_r$  — молярная

масса гелия,  $m_b$  — средняя молярная масса воздуха,  $V$  — объем шара.

$$\text{Отсюда } m_b = m_r \frac{\mu_b}{\mu_r};$$

$$m_b - m_r = m_r \left( \frac{\mu_b}{\mu_r} - 1 \right) = m_r \left( \frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_r;$$

$$M + m = 6,25m_r.$$

Следовательно,  $m_r = 100$  кг.

**C4****Образец возможного решения:**

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

( $S$  — площадь поперечного сечения проводника).

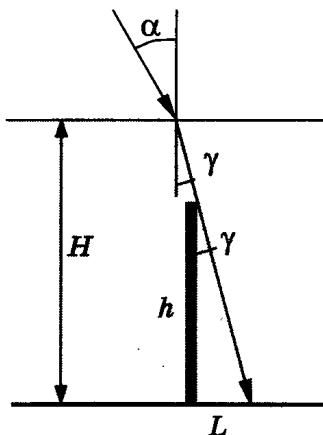
$$\text{Сопротивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

Из (1)–(4), получаем:  $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) \approx 16 \text{ К.}$

**C5**

**Образец возможного решения:**

Согласно рисунку, длина тени  $L$  определяется высотой сваи  $h$  и углом  $\gamma$  между сваей и скользящим по ее вершине лучом света:



$L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$ . Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно,  $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$ , а высота сваи  $h = L \sqrt{4n^2 - 1}$ .

**Ответ:**  $h \approx 2 \text{ м.}$

**C6**

**Образец возможного решения:**

Частота фотона, испускаемого или поглощаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому имеем:  $v_{41} = v_{31} + v_{43}$ ,  $v_{43} = v_{42} - v_{32}$

Отсюда:  $v_{41} = v_{31} + v_{42} - v_{32}$

$$\text{Имеем: } v_{31} = \frac{c}{\lambda_{13}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)},$$

$$v_{42} = \frac{c}{\lambda_{24}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 0,6 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)},$$

$$v_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Поэтому  $v_{41} = 0,85 \cdot 10^{15}$  Гц,

$$\lambda_{41} = \frac{c}{v_{41}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,85 \cdot 10^{15}} \approx 350 \text{ (нм).}$$

## Вариант 10

**C1**

**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:  $I = \frac{\epsilon}{R + r}$ , где  $R$  — сопротивление внешней цепи.
3. Изменение тока, текущего по первичной обмотке трансформатора, вызывает изменение индукции магнитного поля, созданного этой обмоткой. Это приводит к изменению магнитного потока через вторичную обмотку трансформатора.

В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции  $\epsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  во вторичной обмотке, а следовательно, напряжение  $U$  на ее концах, регистрируемое вольтметром.

**C2**

**Образец возможного решения:**

Кинетическая энергия брусков после столкновения  $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$ ,

где  $v$  — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке:  $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$ .

Исключая из системы уравнений скорость  $v$ , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении

по наклонной плоскости:  $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h$ , что дает выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 g h.$$

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение  $E_k = 2,5 \text{ Дж.}$

**C3****Образец возможного решения:**

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю. В проекциях на вертикальную ось это дает:  $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_Bg = 0$ , где  $M$  и  $m$  — массы оболочки шара и груза,  $m_{\Gamma}$  — масса гелия, а  $F = m_Bg$  — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_B - m_{\Gamma}.$$

Давление  $p$  гелия и его температура  $T$  равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—Менделеева,

$$pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_B}{\mu_B} RT, \text{ где } \mu_{\Gamma} \text{ — молярная масса гелия, } m_B \text{ — средняя молярная масса воздуха, } V \text{ — объем шара.}$$

$$\text{Отсюда } m_B = m_{\Gamma} \frac{\mu_B}{\mu_{\Gamma}};$$

$$m_B - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left( \frac{\mu_B}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left( \frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_{\Gamma};$$

$$M + m = 6,25m_{\Gamma}.$$

$$\text{Следовательно, } 6,25m_{\Gamma} - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225 \text{ (кг).}$$

Масса груза  $m = 225 \text{ кг.}$

**C4****Образец возможного решения:**

Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cmt\Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

( $S$  — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопротивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4), получаем: } U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{\text{эл}}l^2\Delta T}{t}}.$$

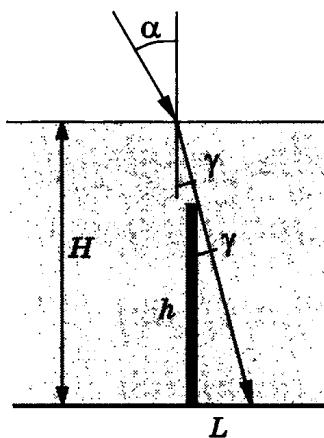
$$U \approx 10 \text{ В.}$$

**C5****Образец возможного решения:**

Согласно рисунку, длина тени  $L$  определяется высотой свай  $h$  и углом  $\gamma$  между сваей и скользящим по ее вершине лучом света:

$L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$ . Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n, \quad \sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$



$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м).}$$

Ответ:  $L \approx 0,8$  м.

**C6**

**Образец возможного решения:**

Частота фотона, испускаемого или поглощаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней:

$$\nu_{21} = \frac{|E_2 - E_1|}{h}.$$

Поэтому запишем:

$$\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{42} - \nu_{32} = (6 + 4 - 3)10^{14} = 7 \cdot 10^{14} \text{ (Гц).}$$

$$\text{Отсюда: } \lambda_{14} = \frac{c}{\nu_{41}}.$$

Ответ:  $\lambda_{14} \approx 4,3 \cdot 10^{-7}$  м.

Издание для дополнительного образования

**ЕГЭ-2011. ФИПИ – ШКОЛЕ**

**ЕГЭ-2011. ФИЗИКА**

**ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ.  
10 ВАРИАНТОВ**

**Под ред. М. Ю. Демидовой**

Главный редактор *И. Федосова*  
Заведующая редакцией *И. Артюхова*  
Редактор *С. Лаптева*  
Художественный редактор *М. Левыкин*  
Компьютерная верстка *С. Терентьева*

ООО «Национальное образование»  
119021, Москва, ул. Россолимо, д. 17, стр. 1, тел. 788-0075(76)

Свои пожелания и предложения по качеству и содержанию книг  
Вы можете сообщить по эл. адресу: [editorial@n-obr.ru](mailto:editorial@n-obr.ru)

Подписано в печать 29.12.2010. Формат 60×90<sup>1</sup>/8.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,0.  
Тираж 8000 экз. Заказ 232.

Республиканское унитарное предприятие  
«Издательство «Белорусский Дом печати».  
ЛП № 02330/0494179 от 03.04.2009.  
Пр. Независимости, 79, 220013, Минск.