

О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов

ФИЗИКА



2011

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

**10 ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ
РАЗБОР РЕШЕНИЙ
ОТВЕТЫ**

**РАЗРАБОТАНО
СОТРУДНИКАМИ ФИПИ**



ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

*Рекомендовано ИСМО Российской Академии Образования
для подготовки выпускников всех типов образовательных
учреждений РФ к сдаче экзаменов в форме ЕГЭ*

10 вариантов заданий

Разбор решений

Ответы

**Издательство
«ЭКЗАМЕН»**

**МОСКВА
2011**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22я72
К12

Кабардин, О.Ф.

К12 ЕГЭ 2011. Физика. Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов. — М.: Издательство «Экзамен», 2011. — 158, [2] с. (Серия «ЕГЭ 2011. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-03672-2

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2011 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2011 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, а также приводятся решения всех заданий одного из вариантов.

В состав авторского коллектива входят специалисты, имеющие большой опыт работы в школе и вузе и принимающие участие в разработке тестовых заданий для ЕГЭ.

Пособие предназначено учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам и абитуриентам — для самоподготовки и самоконтроля.

Учебные пособия издательства «Экзамен» допущены Министерством образования и науки Российской Федерации к использованию в общеобразовательных учреждениях на основании приказа № 729.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22я72

Подписано в печать 25.06.2010. Формат 84x108/32.

Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 4,36. Усл. печ. л. 8,4. Тираж 20 000 экз. Заказ № 10892.

ISBN 978-5-377-03672-2

© Кабардин О.Ф., Кабардина С.И.,
Орлов В.А., 2011
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы	4
Вариант 1	7
Часть 1	7
Часть 2	13
Часть 3	16
Вариант 2	18
Часть 1	18
Часть 2	24
Часть 3	27
Вариант 3	31
Часть 1	30
Часть 2	37
Часть 3	39
Вариант 4	42
Часть 1	42
Часть 2	49
Часть 3	51
Вариант 5	54
Часть 1	54
Часть 2	61
Часть 3	63
Вариант 6	66
Часть 1	66
Часть 2	73
Часть 3	75
Вариант 7	78
Часть 1	78
Часть 2	85
Часть 3	87
Вариант 8	90
Часть 1	90
Часть 2	96
Часть 3	99
Вариант 9	101
Часть 1	101
Часть 2	109
Часть 3	111
Вариант 10	114
Часть 1	114
Часть 2	121
Часть 3	123
Разбор варианта 3	126
Часть 1	126
Часть 2	136
Часть 3	137
Ответы	141

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы¹

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ. Значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. 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.

¹ Используются материалы сайта fipi.ru

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 мегаэлектронвольт	$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00727 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.м.}$

Плотность		нодсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

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

Нормальные условия давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

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

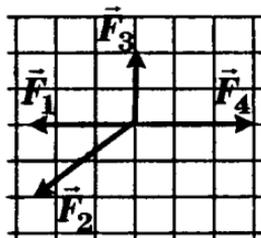
ВАРИАНТ 1

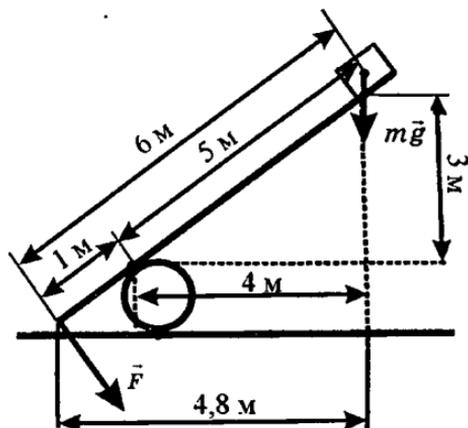
Часть 1

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. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид: $x = 1 + 4t - 2t^2$.
Проекция скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 1$ с при таком движении равна
1) 8 м/с 2) 3 м/с 3) 2 м/с 4) 0 м/с
- A2. В центрифуге стиральной машины белье при отжиме движется по окружности с постоянной по модулю скоростью в горизонтальной плоскости. При этом вектор его ускорения направлен
1) по радиусу от центра окружности
2) по радиусу к центру окружности
3) вертикально вниз
4) по направлению вектора скорости
- A3. Если при увеличении скорости тела его импульс увеличился в 4 раза, то при этом кинетическая энергия тела
1) увеличилась в 2 раза 3) увеличилась в 16 раз
2) увеличилась в 4 раза 4) уменьшилась в 4 раза
- A4. На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы \vec{F}_1 равен 3 Н. Модуль равнодействующей векторов \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 равен

- 1) $(8 + \sqrt{13})$ Н
- 2) $\sqrt{13}$ Н
- 3) 3 Н
- 4) 0 Н

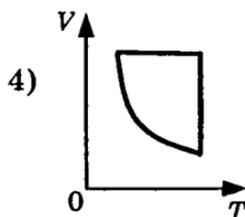
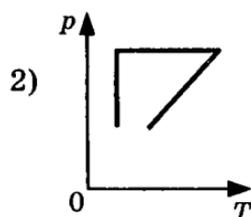
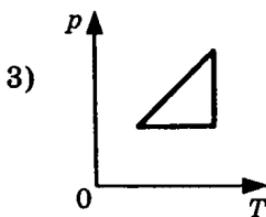
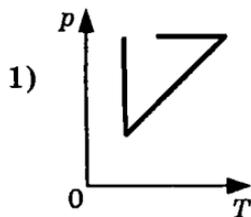




A8. При уменьшении объема идеального газа в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза давление газа

- 1) увеличилось в 8 раз
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) не изменилось
- 4) уменьшилось в 2 раза

A9. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объеме, потом его объем уменьшался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



- A13.** Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между телами в 2 раза
- 1) увеличивается в 16 раз
 - 2) увеличивается в 8 раз
 - 3) увеличивается в 2 раза
 - 4) не изменяется
- A14.** Прямой проводник длиной 0,2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом 30° к вектору индукции. Чему равен модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля при силе тока в нем 2 А?
- 1) 0,2 Н
 - 2) 0,8 Н
 - 3) 3,2 Н
 - 4) 20 Н
- A15.** Могут ли линзы давать мнимые изображения предметов?
- 1) Могут только собирающие линзы
 - 2) Могут только рассеивающие линзы
 - 3) Могут собирающие и рассеивающие линзы
 - 4) Никакие линзы не могут давать мнимые изображения
- A16.** Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода, если амплитуда колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?
- 1) 100 В
 - 2) $50\sqrt{2}$ В
 - 3) 50 В
 - 4) 25 В
- A17.** Какой из перечисленных ниже видов электромагнитных излучений имеет наибольшую длину волны?
- 1) Радиоволны
 - 2) Видимый свет
 - 3) Инфракрасное излучение
 - 4) Рентгеновское излучение

A18. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 53° , а угол преломления 37° ($\sin 37^\circ \approx 0,6$, $\sin 53^\circ \approx 0,8$). Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

- 1) $\approx 1,43$ 2) $\approx 1,33$ 3) $0,75$ 4) $\approx 0,65$

A19. Объектив телескопа при фотографировании небесных тел дает

- 1) действительное увеличенное изображение
2) действительное уменьшенное изображение
3) мнимое увеличенное изображение
4) мнимое уменьшенное изображение

A20. Какое физическое явление служит доказательством квантовой природы света?

- 1) Интерференция 3) Поляризация
2) Дифракция 4) Фотозффект

A21. Высказывается предположение о том, что длительное непрерывное использование мобильного телефона может принести вред человеческому организму. Такое предположение основано на том факте, что

- 1) мобильный телефон снабжен приемником радиоволн сверхвысокой частоты. Прием этих волн может принести вред живому организму
2) мобильный телефон снабжен передатчиком радиоволн сверхвысокой частоты. Эти волны от передатчика при определенной дозе облучения приносят вред живому организму
3) мобильный телефон снабжен приемником лазерного излучения, а это излучение вредно человеческому организму
4) мобильный телефон является слабым источником рентгеновского излучения

A22. Испускание какой частицы не сопровождается изменением зарядового и массового числа атомного ядра?

- 1) Альфа-частицы 3) Гамма-кванта
2) Бета-частицы 4) Нейтрона

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

В2. Установите соответствие между физическими процессами в микромире, перечисленными в первом столбце, и характеристиками этих процессов.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- А) Изменение кинетической энергии атомного ядра в результате столкновения с другим ядром или частицей
- Б) Изменение энергии атомного ядра как системы из протонов и нейтронов в результате взаимодействия с другим атомным ядром или частицей
- В) Испускание электромагнитных излучений возбужденным ядром

ИХ

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) Возможны любые изменения энергии
- 2) Возможен лишь набор квантованных изменений энергии
- 3) Спектр линейчатый
- 4) Спектр сплошной

А	Б	В

В3. При быстром движении поршня в цилиндре дизельного двигателя объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Температура | 2) Уменьшение |
| В) Внутренняя энергия | 3) Неизменность |

А	Б	В

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

В4. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет с напряжением на этой лампе, мощностью тока на ней и силой тока в цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

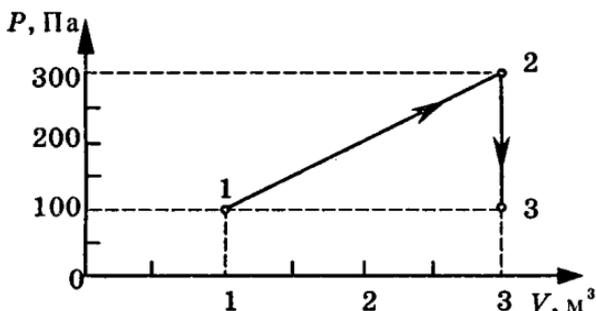
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью двигалась тележка в нижней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 2100 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.

С5. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж, освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле индукцией $7,87 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно вектору индукции. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

С6. Вычислите массу радиоактивных продуктов деления ядер урана, накапливающихся в ядерном реакторе тепловой мощностью $3 \cdot 10^9$ Вт за сутки, принимая выделение энергии при делении ядра урана 235 равным 200 МэВ.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид: $x = 20 - 6t + 2t^2$.

Через сколько секунд после начала отсчета времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

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

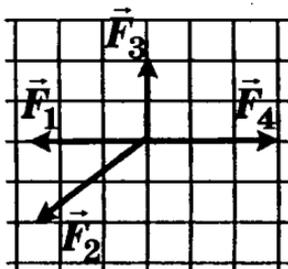
А2. Шар на нити колеблется как маятник. Как направлен вектор равнодействующей всех сил, действующих на шар в момент прохождения положения равновесия?

- 1) Вертикально вверх
- 2) Вертикально вниз
- 3) По направлению вектора скорости
- 4) Против направления вектора скорости

А3. Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. При растяжении этой пружины еще на 2 см ее потенциальная энергия упругой деформации увеличится на

- | | |
|---------|----------|
| 1) 4 Дж | 3) 12 Дж |
| 2) 8 Дж | 4) 16 Дж |

А4. На рисунке представлены четыре вектора сил. С исключением какого из четырех векторов равнодействующая оставшихся трех векторов равна нулю?



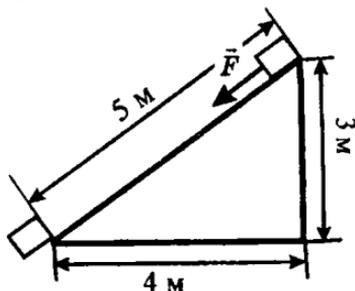
1) \vec{F}_1

3) \vec{F}_3

2) \vec{F}_2

4) \vec{F}_4

А5. Тело массой 3 кг под действием силы \vec{F} перемещается вниз по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом уменьшается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 20 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



1) 100 Дж

3) 60 Н

2) 90 Дж

4) -60 Н

А6. Гиля массой 2 кг подвешена на стальной пружине и совершает свободные колебания вдоль вертикально направленной оси Ox , координата x центра масс гири изменяется со временем по закону $x = 0,4 \cdot \sin 5t$. Кинетическая энергия гири изменяется по закону

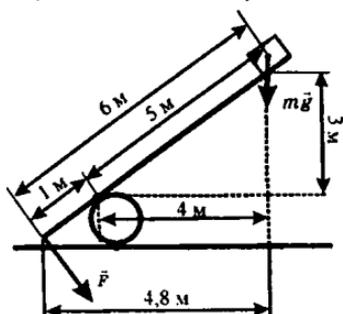
1) $4 \cdot \cos^2 5t$

3) $8 \cdot \sin^2 5t$

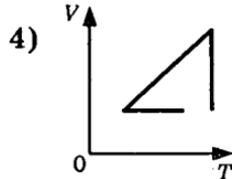
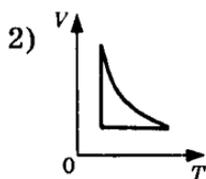
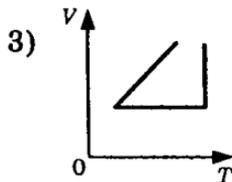
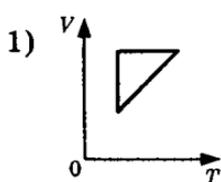
2) $4 \cdot \sin^2 5t$

4) $8 \cdot \cos^2 5t$

- A7. Под действием силы тяжести mg груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 600 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен
- 1) 100 Н 2) 120 Н 3) 150 Н 4) 2400 Н



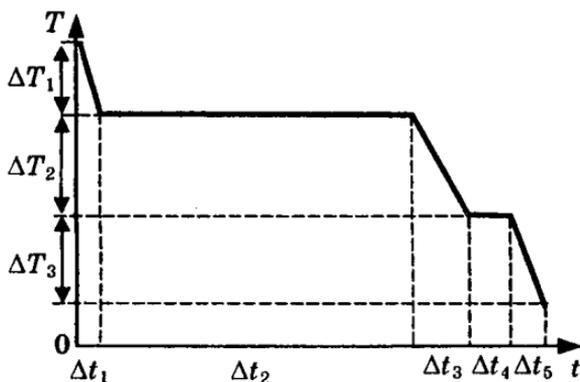
- A8. При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объем V_0 . Каков объем двух молей газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?
- 1) $4V_0$ 2) $2V_0$ 3) V_0 4) $8V_0$
- A9. Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



A10. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная внешними силами над газом, равна

- 1) 100 Дж
- 2) 200 Дж
- 3) -200 Дж
- 4) 0 Дж

A11. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоту конденсации водяного пара по результатам этого опыта?



- | | |
|--|--|
| 1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$ | 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ |
| 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ | 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$ |

A12. Идеальная тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя 50 Дж. Какое количество теплоты машина отдает за цикл холодильнику?

- | | |
|----------|----------|
| 1) 20 Дж | 3) 50 Дж |
| 2) 30 Дж | 4) 80 Дж |

- A13.** Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами станет равна
- 1) 32 мН 2) 16 мН 3) 8 мН 4) 4 мН
- A14.** Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?
- 1) 50 В 2) 100 В 3) $50\sqrt{2}$ В 4) 25 В
- A15.** Какой из перечисленных ниже видов электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны?
- 1) Радиоволны
2) Видимый свет
3) Инфракрасное излучение
4) Рентгеновское излучение
- A16.** Одним из доказательств того, что электромагнитные волны поперечные, является существование у них свойства
- 1) поляризации 3) преломления
2) отражения 4) интерференции
- A17.** Собирающая линза, используемая в качестве лупы, дает изображение
- 1) действительное увеличенное
2) мнимое уменьшенное
3) мнимое увеличенное
4) действительное уменьшенное
- A18.** При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 30° , а угол преломления 60° . Каков относительный показатель преломления первой среды относительно второй?
- 1) 0,5 2) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 3) 2 4) $\sqrt{3}$

- A23.** При делении ядра плутония образуется два осколка, удельная энергия связи протонов и нейтронов в каждом из осколков ядра оказывается больше, чем удельная энергия связи нуклонов в ядре плутония. Выделяется или поглощается энергия при делении ядра плутония?
- 1) Выделяется
 - 2) Поглощается
 - 3) Не изменяется
 - 4) В одном осколке выделяется, в другом поглощается
- A24.** Конденсатор электроемкостью $0,5 \text{ Ф}$ был заряжен до напряжения 4 В . Затем к нему подключили параллельно незаряженный конденсатор электроемкостью $0,5 \text{ Ф}$. Энергия системы из двух конденсаторов после их соединения равна
- 1) 16 Дж
 - 2) 8 Дж
 - 3) 4 Дж
 - 4) 2 Дж
- A25.** Человек массой m прыгает с горизонтально направленной скоростью v относительно Земли из неподвижной лодки массой M на берег. Если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало, то скорость лодки относительно Земли в момент отрыва человека от лодки равна
- 1) $2v$
 - 2) v
 - 3) $mv/(m + M)$
 - 4) mv/M

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Положительно заряженная альфа-частица, испущенная радиоактивным ядром, движется по направлению к атомному ядру, вектор скорости направлен под некоторым углом к прямой, соединяющей частицу с ядром. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения частицы к ядру и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

В2. Установите соответствие между описанием действий человека в первом столбце таблицы и названиями этих действий во втором столбце.

ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА**НАЗВАНИЕ
ДЕЙСТВИЯ**

- А) В летний день человек увидел на небе радугу после дождя
- Б) Он подумал, что возможно разноцветная радуга возникает в результате какого-то взаимодействия белого солнечного света с каплями дождя
- В) Для проверки этого предположения человек в солнечный день взял садовый шланг и пустил из него струю воды так, чтобы она распалась на множество мелких капель воды. И он увидел маленькую радугу
- 1) Эксперимент
2) Наблюдение
3) Гипотеза

А	Б	В

В3. При быстром движении поршня в закрытом цилиндре воздушного насоса объем воздуха увеличился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- А) Давление
- Б) Температура
- В) Внутренняя энергия
- 1) Увеличение
2) Уменьшение
3) Неизменность

А	Б	В

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

В4. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет с напряжением на этой лампе, мощностью тока на ней и силой тока в цепи при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара
при различной температуре**

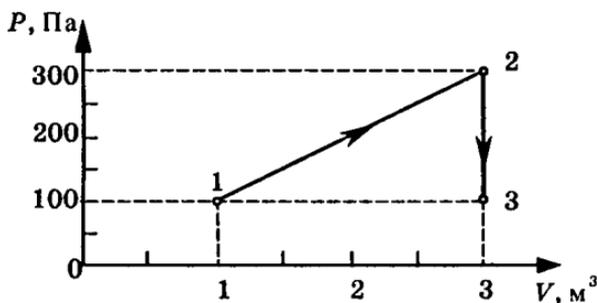
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью 10 м/с сила давления человека на сидение тележки была равна 1800 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. Ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$ — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией $3,34 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно вектору \vec{B} индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.

С5. Спектр наблюдается с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. При расположении решетки у глаза спектральная линия в спектре первого порядка наблюдается на расстоянии $a = 9$ см от щели в экране, расстояние от решетки до экрана $l = 40$ см. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.

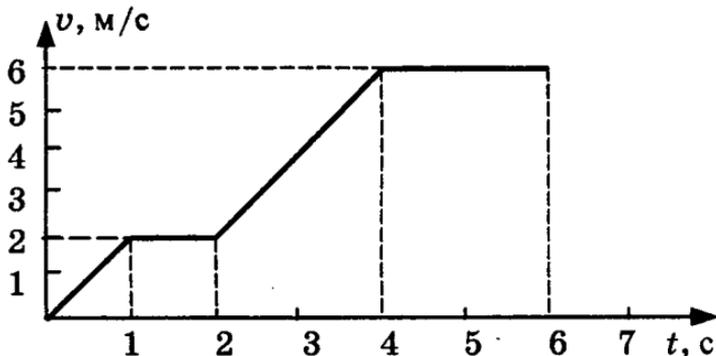
С6. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20}$ Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

ВАРИАНТ 3

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- А1.** По графику зависимости модуля скорости тела от времени, представленному на рисунке, определите путь, пройденный телом от момента времени $t = 0$ с до момента времени $t = 2$ с.



- 1) 1 м
 - 2) 2 м
 - 3) 3 м
 - 4) 4 м
- А2.** Метеорит пролетает около Земли за пределами атмосферы. В тот момент, когда вектор силы гравитационного притяжения Земли перпендикулярен вектору скорости метеорита, вектор ускорения метеорита направлен
- 1) параллельно вектору скорости
 - 2) по направлению вектора силы
 - 3) по направлению вектора скорости
 - 4) по направлению суммы векторов силы и скорости

A3. Маятник массой m проходит точку равновесия со скоростью v . Через половину периода колебаний он проходит точку равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью v . Модуль изменения импульса маятника за это время равен

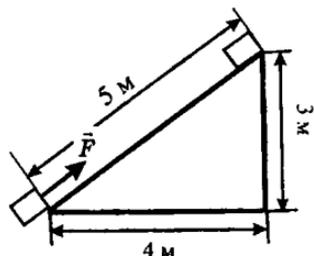
- 1) mv 2) $-2mv$ 3) $2mv$ 4) 0

A4. Две силы 3 Н и 4 Н приложены к одной точке тела, угол между векторами сил равен 90° . Модуль равнодействующей сил равен

- 1) 1 Н 2) 5 Н 3) 7 Н 4) 25 Н

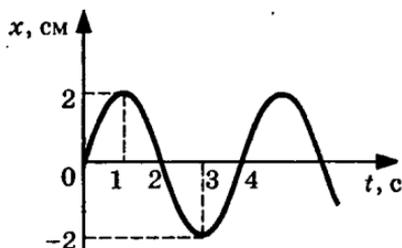
A5. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} ? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.

- 1) 150 Дж
2) 60 Дж
3) 40 Дж
4) - 40 Дж



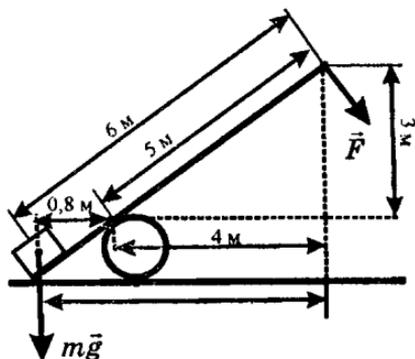
A6. На рисунке представлен график смещения x тела от положения равновесия с течением времени t при гармонических колебаниях. Чему равны амплитуда x_0 колебаний и период T колебаний?

- 1) $x_0 = 2 \text{ см}$, $T = 1 \text{ с}$
2) $x_0 = 2 \text{ см}$, $T = 2 \text{ с}$
3) $x_0 = 2 \text{ см}$, $T = 4 \text{ с}$
4) $x_0 = 4 \text{ см}$, $T = 4 \text{ с}$

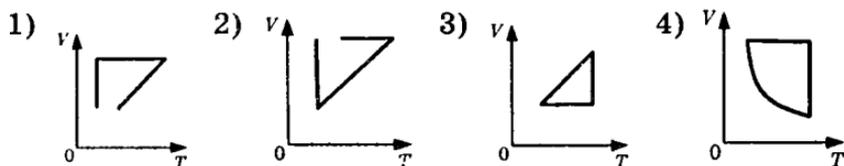


- A7.** Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы \vec{F} перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 120 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен

- 1) 20 Н 3) 600 Н
2) 30 Н 4) 750 Н



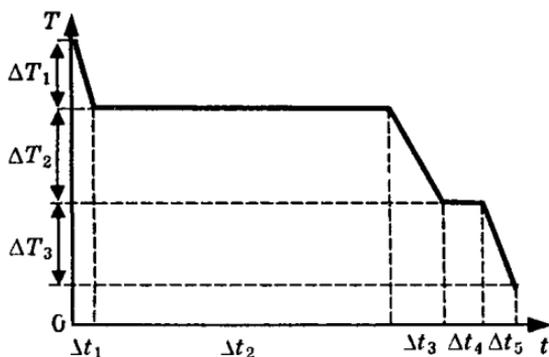
- A8.** При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза, при этом давление газа
- 1) увеличилось в 16 раз 3) увеличилось в 4 раза
2) увеличилось в 2 раза 4) не изменилось
- A9.** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа уменьшился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



A10. Идеальный газ совершил работу 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты отдал или получил газ в этом процессе?

- 1) Отдал 600 Дж
- 2) Отдал 300 Дж
- 3) Получил 600 Дж
- 4) Получил 300 Дж

A11. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоту кристаллизации воды по результатам этого опыта?

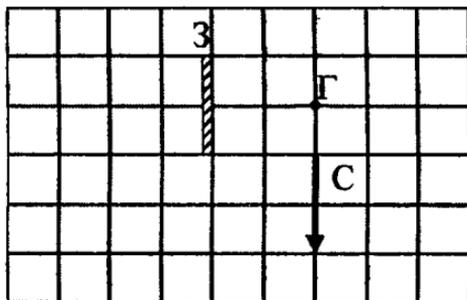


- | | |
|--|--|
| 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$ | 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ |
| 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ | 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$ |

A12. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

- 1) 600 Дж
- 2) 250 Дж
- 3) 150 Дж
- 4) 60 Дж

A17. В плоском зеркале Z наблюдается изображение стрелки C , глаз находится в точке Γ . Какая часть изображения стрелки видна глазу?



- 1) Вся стрелка
- 2) $\frac{1}{2}$
- 3) $\frac{1}{4}$
- 4) Не видна вообще

A18. Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из вакуума в воду? Выберите верное утверждение.

- 1) Длина волны уменьшается, частота увеличивается
- 2) Длина волны увеличивается, частота уменьшается
- 3) Длина волны уменьшается, частота не изменяется
- 4) Длина волны увеличивается, частота не изменяется

A19. На пленке фотоаппарата получено уменьшенное изображение предмета. На основании этого можно утверждать, что объектив в виде собирающей линзы при фотографировании находился от фотопленки на расстоянии

- 1) равном фокусному
- 2) меньше фокусного
- 3) больше фокусного, но меньше двух фокусных
- 4) больше двух фокусных

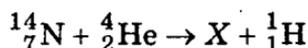
A20. Электроскоп соединен с цинковой пластиной и заряжен отрицательным зарядом. При освещении пластины ультрафиолетовым светом электроскоп разряжается. С уменьшением частоты света при неизменной мощности светового потока максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов

- 1) не изменяется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается

A21 Может ли ядро атома одного химического элемента самопроизвольно превратиться в ядро атома другого химического элемента?

- 1) Может любое ядро
- 2) Не может никакое ядро
- 3) Могут только ядра атомов радиоактивных изотопов
- 4) Могут только ядра атомов, стоящие за ураном в таблице Д.И. Менделеева

A22. При столкновении α -частицы с ядром атома азота произошла ядерная реакция:



Ядро какого изотопа X было получено в этой реакции?

- 1) ${}^{17}_8\text{O}$ 2) ${}^{16}_8\text{O}$ 3) ${}^{19}_9\text{F}$ 4) ${}^{20}_{10}\text{Ne}$

A23. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой ν происходит фотоэлектрический эффект. Максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. При освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой 2ν значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов будет

- 1) 1 эВ
- 2) 4 эВ
- 3) больше 2 эВ, но меньше 4 эВ
- 4) больше . эВ

A24. Как изменится емкость конденсатора, если заряд на его обкладках увеличить в 2 раза?

- 1) Увеличится в 2 раза
- 2) Уменьшится в 2 раза
- 3) Не изменится
- 4) Увеличится в 4 раза

A25. Вагон массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным вагоном массой $2m$. Каким суммарным импульсом обладают два вагона после столкновения? Взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

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

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Гири массой 2 кг подвешена на длинном тонком шнуре. Если ее отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания как математический маятник с периодом 1 с. Что произойдет с периодом, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

В2. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) Скорость | 1) Не изменяется |
| Б) Ускорение | 2) Увеличивается |
| В) Кинетическая энергия | 3) Уменьшается |
| Г) Потенциальная энергия | |

А	Б	В	Г

В3. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Температура | 2) Уменьшение |
| В) Внутренняя энергия | 3) Неизменность |

А	Б	В

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

В4. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдет с силой тока в цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $12\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара
при различной температуре**

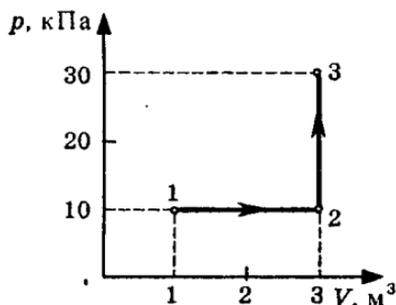
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сидение тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

С5. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он еще виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух—вода равен 1,33.

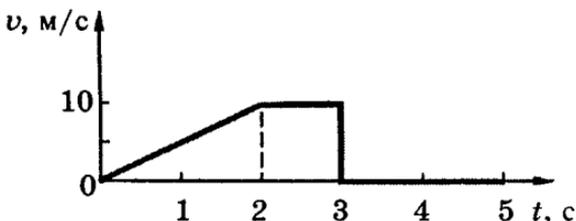
С6. Фотоэффект с поверхности данного металла наблюдается при частоте излучения не менее $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Найдите частоту падающего света, если вылетающие с поверхности металла фотоэлектроны полностью задерживаются сеткой, потенциал которой относительно металла составляет 3 В.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

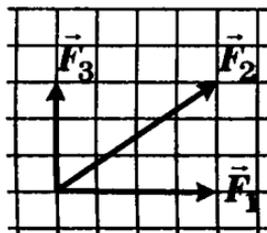
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v тела от времени t . Найдите путь, пройденный телом за время от момента времени 0 с до момента времени 5 с.

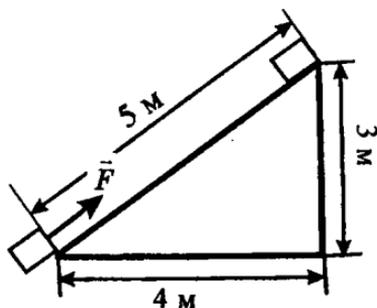


- 1) 0 м 2) 15 м 3) 20 м 4) 30 м
- A2. Самолет летит по окружности в горизонтальной плоскости с постоянной по модулю скоростью. Вектор ускорения самолета направлен
- 1) вертикально вверх
 - 2) к центру окружности
 - 3) от центра окружности
 - 4) вертикально вниз
- A3. Груз массой m на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью v . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Модуль изменения кинетической энергии груза за это время равен
- 1) mv^2
 - 2) $2mv^2$
 - 3) $\frac{mv^2}{2}$
 - 4) 0

- A4.** На рисунке представлены три вектора сил, лежащих в одной плоскости и приложенных к одной точке. Масштаб рисунка таков, что сторона одного квадрата сетки соответствует модулю силы 1 Н. Определите модуль вектора равнодействующей трех векторов сил.

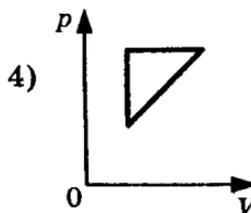
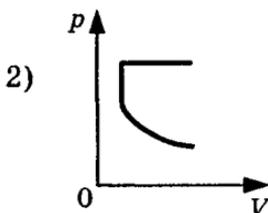
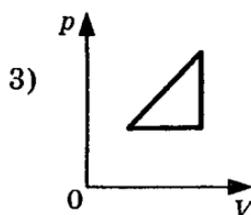
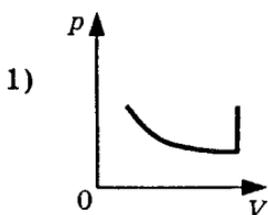


- 1) 0 Н
 - 2) 5 Н
 - 3) 10 Н
 - 4) 12 Н
- A5.** Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние 5 м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на 3 м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила трения? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



- 1) 150 Дж
- 2) 60 Дж
- 3) 40 Дж
- 4) -40 Дж

- А8.** При уменьшении абсолютной температуры идеального газа в 4 раза средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул
- 1) уменьшится в 16 раз
 - 2) уменьшится в 2 раза
 - 3) уменьшится в 4 раза
 - 4) не изменится
- А9.** Идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях p — V соответствует этим изменениям состояния газа?



- А10.** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна
- 1) 400 Дж
 - 2) 200 Дж
 - 3) -400 Дж
 - 4) -100 Дж
- А11.** Жидкости передано количество теплоты Q при постоянной температуре T . В результате жидкость массой m перешла в газообразное состояние. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоту парообразования этого вещества?
- 1) $\frac{Q}{m}$
 - 2) $\frac{Q}{m\Delta T}$
 - 3) $\frac{Q}{T}$
 - 4) $Q\Delta m\Delta T$

A12. Идеальная тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 200 Дж | 3) 100 Дж |
| 2) 150 Дж | 4) 50 Дж |

A13. Как направлены силы электрического взаимодействия двух точечных отрицательных зарядов и как эти силы зависят от расстояния между зарядами? Выберите верное утверждение.

- 1) Они являются силами отталкивания, убывают обратно пропорционально расстоянию между зарядами
- 2) Они являются силами отталкивания, убывают обратно пропорционально квадрату расстояния между зарядами
- 3) Они являются силами притяжения, убывают обратно пропорционально расстоянию между зарядами
- 2) Они являются силами притяжения, убывают обратно пропорционально квадрату расстояния между зарядами

A14. Модуль напряженности однородного электрического поля равен 100 В/м. Какова разность потенциалов между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля на расстоянии 5 см?

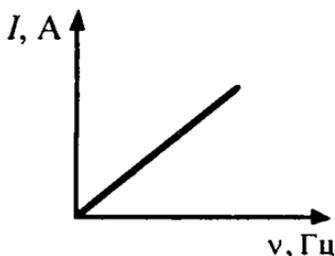
- 1) 5 В
- 2) 20 В
- 3) 500 В
- 4) 2000 В

A15. При подключении резистора с неизвестным сопротивлением к источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом напряжение на выходе источника тока равно 8 В. Сила тока в цепи равна

- | | |
|---------|--------|
| 1) 10 А | 3) 2 А |
| 2) 8 А | 4) 1 А |

A16. Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения, обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является

- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой



A17. При расположении предмета на расстоянии 25 см от глаза на сетчатке получается его четкое изображение. Как должно измениться фокусное расстояние линзы-хрусталика при приближении предмета к глазу для получения четкого изображения этого предмета?

- 1) Должно увеличиться
- 2) Должно уменьшиться
- 3) Не должно меняться
- 4) Увеличится или уменьшится в зависимости от размера предмета

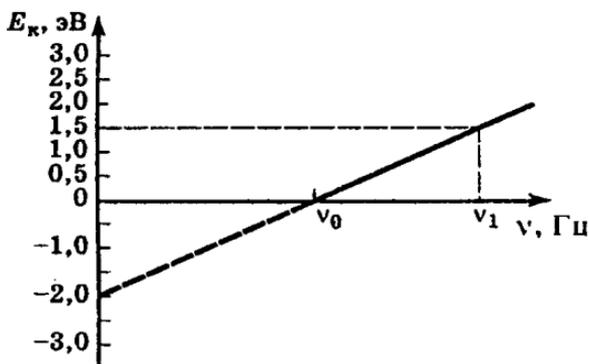
A18. Какое явление служит доказательством поперечности световых волн?

- 1) Интерференция света
- 2) Дифракция света
- 3) Поляризация света
- 4) Дисперсия света

A19. Какие по размерам изображения предметов может давать собирающая линза?

- 1) Только увеличенные
- 2) Только уменьшенные
- 3) Увеличенные, равные и уменьшенные
- 4) Только увеличенные или равные предмету

A20. График на рисунке представляет зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающих на катод фотонов. Определите по графику энергию фотона с частотой ν_1 .

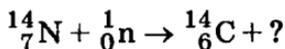


- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 1,5 ЭВ | 3) 3,5 эВ |
| 2) 2,0 эВ | 4) 0,5 эВ |

A21. Какое вещество из перечисленных ниже используется в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего?

- 1) Уран
- 2) Графит
- 3) Кадмий
- 4) Тяжелая вода

A22. Определите второй продукт ядерной реакции:



- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) ${}^1_0\text{n}$ | 3) ${}^4_2\text{He}$ |
| 2) ${}^1_1\text{p}$ | 4) γ |

А	Б	В

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

В4. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдет с силой тока в общей цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

сила тока	напряжение	мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какова относительная влажность воздуха? Почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры? Для решения задачи воспользуйтесь таблицей.

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

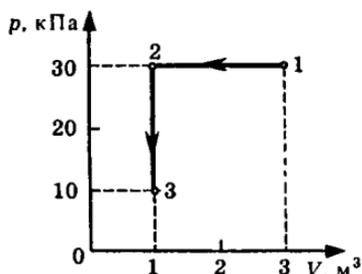
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сидение тележки равна 200 Н при скорости движения тележки $7,5\text{ м/с}$? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

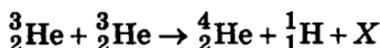
С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в цепи равна 20 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 5,4 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

С5. Бассейн глубиной 3 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух—вода 1,33. Каков радиус светового круга на поверхности воды от электрической лампы на дне бассейна?

С6. Определите, ядро какого изотопа X освобождается при осуществлении ядерной реакции:



Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

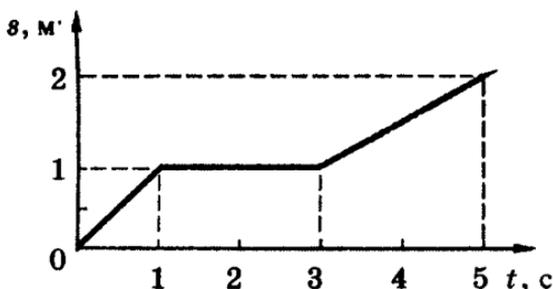
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

ВАРИАНТ 5

Часть 1

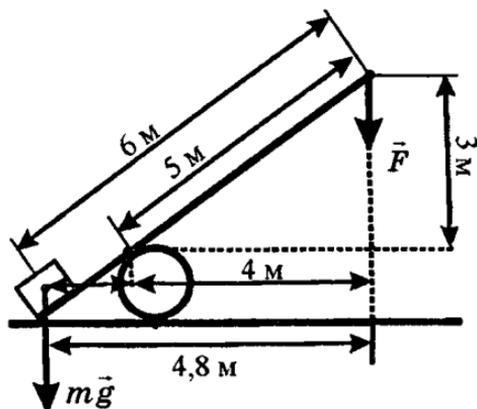
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного велосипедистом, от времени t . Определите по графику скорость движения велосипедиста в интервале от момента времени 1 с до момента времени 3 с после начала движения.

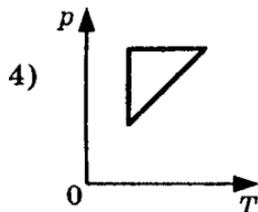
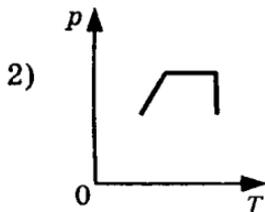
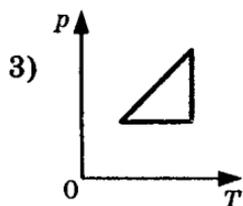
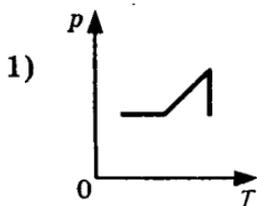


- 1) 0 м/с
 - 2) $\approx 0,33$ м/с
 - 3) 0,5 м/с
 - 4) 1 м/с
- A2. Шар, подвешенный на нити, движется по круговой траектории в горизонтальной плоскости с постоянной по модулю скоростью, между нитью и вертикалью угол 25° . Вектор ускорения движения шара направлен
- 1) перпендикулярно прямой, вдоль которой расположена нить
 - 2) к центру окружности
 - 3) от центра окружности
 - 4) вертикально вниз

- A7.** Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 300 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен
- 1) 50 Н
 - 2) 60 Н
 - 3) 1500 Н
 - 4) 1800 Н

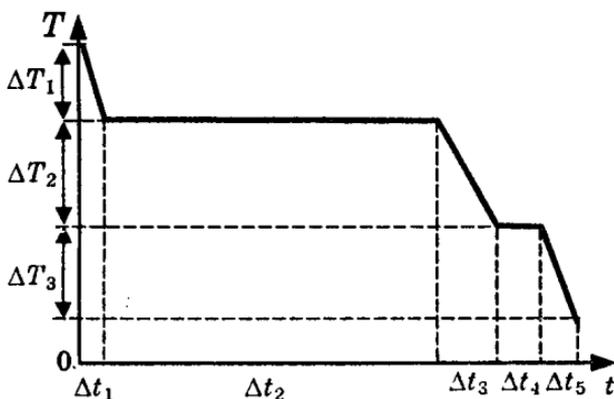


- A8.** Если давление идеального газа при постоянной концентрации увеличилось в 2 раза, то это значит, что его абсолютная температура
- 1) увеличилась в 4 раза
 - 2) увеличилась в 2 раза
 - 3) уменьшилась в 2 раза
 - 4) уменьшилась в 4 раза
- A9.** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $p-T$ на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



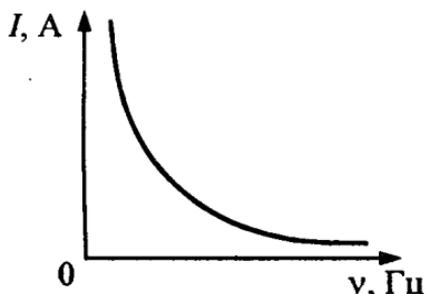
A10. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом равна
 1) 400 Дж 2) 200 Дж 3) -400 Дж 4) -200 Дж

A11. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта?



- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$ 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой



- A17.** Контур радиоприемника настроен на длину волны 30 м. Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приемника, чтобы он при неизменной емкости конденсатора в контуре был настроен на волну длиной 15 м?
- 1) Увеличить в 2 раза
 - 2) Увеличить в 4 раза
 - 3) Уменьшить в 2 раза
 - 4) Уменьшить в 4 раза
- A18.** Как изменяются частота и длина волны света при переходе из вакуума в среду с абсолютным показателем преломления n ? Выберите верное утверждение.
- 1) Длина волны уменьшается в n раз, частота увеличивается в n раз
 - 2) Длина волны увеличивается в n раз, частота уменьшается в n раз
 - 3) Длина волны уменьшается в n раз, частота не изменяется
 - 4) Длина волны увеличивается в n раз, частота не изменяется
- A19.** При отодвигании предмета от глаза для получения его четкого изображения на сетчатке глаза фокусное расстояние линзы-хрусталика должно
- 1) увеличиться
 - 2) уменьшиться
 - 3) оставаться неизменным
 - 4) увеличиться для больших предметов, уменьшиться для маленьких

A20. Чему равен импульс, переданный фотоном веществу при нормальном падении на поверхность, в случае поглощения фотона веществом и в случае его отражения?

1) В обоих случаях $\frac{h}{\lambda}$

2) В первом случае $\frac{h}{\lambda}$, во втором $\frac{2h}{\lambda}$

3) В обоих случаях $\frac{2h}{\lambda}$

4) В первом случае $\frac{2h}{\lambda}$, во втором $\frac{h}{\lambda}$

A21. Каков спектр энергетических состояний атомного ядра и какие частицы испускает ядро при переходе из возбужденного состояния в нормальное?

1) Спектр линейчатый, испускает гамма-кванты

2) Спектр сплошной, испускает гамма-кванты

3) Спектр сплошной, испускает бета-частицы

4) Спектр линейчатый, испускает альфа-частицы

A22. При освещении мыльной пленки белым светом наблюдаются разноцветные полосы. Какое физическое явление обуславливает появление этих полос?

1) Дифракция

3) Дисперсия

2) Интерференция

4) Поляризация

A23. Явление дифракции света происходит

1) только на малых круглых отверстиях

2) только на больших отверстиях

3) только на узких щелях

4) на краях любых отверстий и экранов

A24. Плоский воздушный конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменится заряд на обкладке конденсатора, если пространство между ними заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

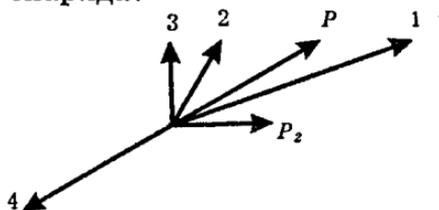
1) Не изменится

3) Уменьшится в 2 раза

2) Увеличится в 2 раза

4) Увеличится в 4 раза

A25. Снаряд, обладавший импульсом P , разорвался на две части. Векторы импульса P снаряда до разрыва и импульса P_2 одной из этих частей после разрыва представлены на рисунке. Какой из векторов на этом рисунке соответствует вектору импульса второй части снаряда?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Брусок движется равномерно вверх по поверхности наклонной плоскости. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы, перечисленными в первом столбце таблицы и свойствами вектора силы:

- 1) перпендикулярно поверхности наклонной плоскости
- 2) вертикально вниз
- 3) против направления вектора скорости
- 4) вертикально вверх
- 5) обратно пропорционален площади поверхности бруска
- 6) пропорционален силе нормального давления
- 7) обратно пропорционален силе нормального давления
- 8) пропорционален площади поверхности бруска
- 9) не зависит от площади поверхности бруска

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

Направление вектора	
Модуль вектора	

В2. При освещении металлической пластины светом частотой ν наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс фотоэффекта, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце при увеличении частоты падающего на пластину света в 2 раза.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--|-------------------------------------|
| А) Длина световой волны | 1) Остается неизменной |
| Б) Энергия фотона | 2) Увеличивается в 2 раза |
| В) Работа выхода | 3) Уменьшается в 2 раза |
| Г) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона | 4) Увеличивается более чем в 2 раза |
| | 5) Увеличивается менее чем в 2 раза |

А	Б	В	Г

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Объем | 2) Уменьшение |
| В) Температура | 3) Неизменность |
| Г) Внутренняя энергия | |

А	Б	В	Г

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

В4. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдет с электрическим сопротивлением нити лампы, напряжением на ней и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при увеличении силы тока в цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Электрическое сопротивление нити лампы	Напряжение на нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29°C на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до 7°C . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана 7°C . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара
при различной температуре**

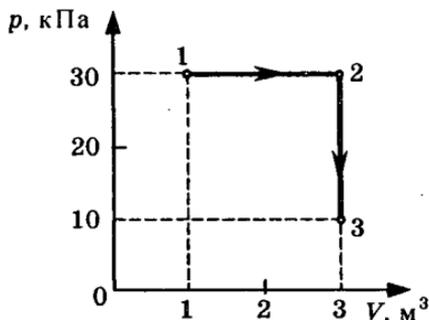
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 6,4 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. В однородном магнитном поле, индукция которого $1,67 \cdot 10^{-5}$ Тл, протон движется перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} по окружности радиусом 5 м. Определите скорость протона.

С5. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием 1 м и окуляр с фокусным расстоянием 5 см. Какого диаметра изображение Солнца можно получить с помощью этого телескопа, если есть возможность удалять экран от окуляра до расстояния 1,5 м? Угловой диаметр Солнца $30'$.

С6. Определите, какая частица X образуется при осуществлении ядерной реакции ${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + X$

Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

ВАРИАНТ 6

Часть 1

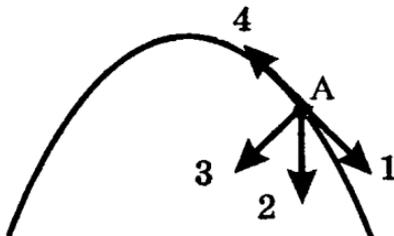
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- А1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути s от времени t имеет вид:

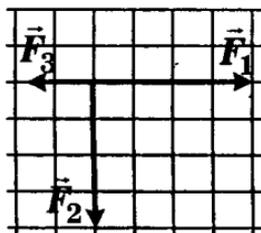
$$s = 4t + t^2.$$

Скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении равна

- | | |
|-----------|----------|
| 1) 12 м/с | 3) 6 м/с |
| 2) 8 м/с | 4) 4 м/с |
- А2. Тело, брошенное под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Если сопротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке А этой траектории вектор скорости тела имеет направление по стрелке 1 на рисунке, то вектор его ускорения имеет направление, указанное стрелкой
- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1) 1 | 2) 2 | 3) 3 | 4) 4 |
|------|------|------|------|



- А3. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_1 равен 4 Н. Модуль равнодействующей векторов F_1 , F_2 и F_3 равен
- | | |
|--------|--------|
| 1) 9 Н | 3) 5 Н |
| 2) 7 Н | 4) 1 Н |

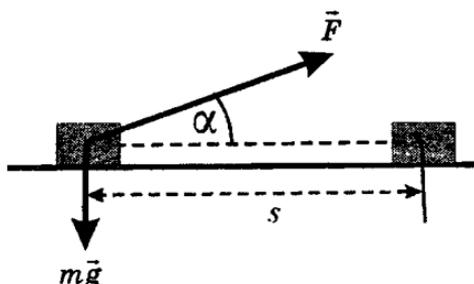


A4. При свободном падении в вакууме свинцового шарика, пробки, птичьего пера

- 1) свинцовый шарик падает с наибольшим ускорением
- 2) пробка падает с наименьшим ускорением
- 3) птичье перо падает с наименьшим ускорением
- 4) все эти тела падают с одинаковым ускорением

A5. Брусок массой m под действием силы \vec{F} , направленной под углом α к горизонту, перемещается на расстояние s по прямой на горизонтальной поверхности с коэффициентом трения μ . Работа силы трения равна

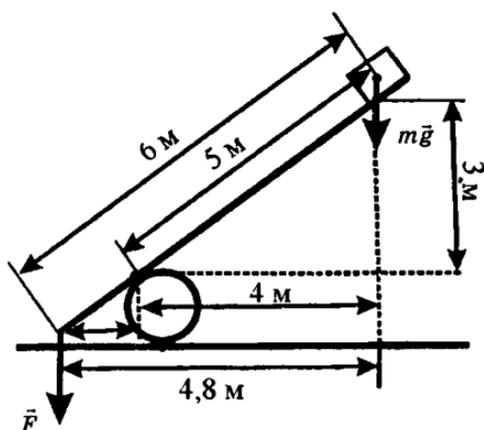
- 1) $-\mu mgs$
- 2) $-\mu(mg - F\sin\alpha)s$
- 3) $\mu(mg - F\sin\alpha)s$
- 4) 0



A6. При свободных колебаниях на пружине груз массой m проходит положение равновесия со скоростью v . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Модуль изменения полной механической энергии груза за это время равен

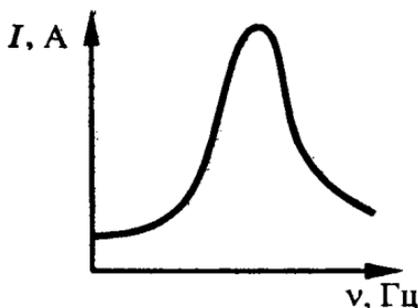
- 1) 0
- 2) $\frac{mv^2}{2}$
- 3) mv^2
- 4) $2mv^2$

- A7** Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 150 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен
- 1) 25 Н
 - 2) 30 Н
 - 3) 750 Н
 - 4) 900 Н



- A8.** Если давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 2 раза, то это значит, что абсолютная температура газа
- 1) увеличилась в 2 раза
 - 2) уменьшилась в 4 раза
 - 3) уменьшилась в 2 раза
 - 4) не изменилась
- A9.** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объеме, потом его объем увеличивался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $p-T$ на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?

- A14.** Если три резистора электрическими сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены параллельно в цепь постоянного тока, то количества теплоты, выделяющиеся на этих резисторах за одинаковое время, относятся как
- 1) 1 : 2 : 3
 - 2) 3 : 6 : 9
 - 3) 6 : 3 : 2
 - 4) 1 : 4 : 9
- A15.** В каком из перечисленных ниже технических объектов используется явление движения проводника с током под действием магнитного поля?
- 1) В электромагните
 - 2) В электродвигателе
 - 3) В электрогенераторе
 - 4) В электронагревателе
- A16.** Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения, обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является
- 1) активным сопротивлением
 - 2) конденсатором
 - 3) катушкой
 - 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой



A17. Контур радиоприемника настроен на длину волны 15 м. Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приемника, чтобы он при неизменной емкости конденсатора был настроен на волну длиной 30 м?

- 1) Увеличить в 2 раза
- 2) Увеличить в 4 раза
- 3) Уменьшить в 2 раза
- 4) Уменьшить в 4 раза

A18. Как изменяются частота и длина волны света при переходе из воды с показателем преломления 1,33 в вакуум? Выберите верное утверждение.

- 1) Длина волны уменьшается в 1,33 раза, частота увеличивается в 1,33 раза
- 2) Длина волны увеличивается в 1,33 раза, частота уменьшается в 1,33 раза
- 3) Длина волны уменьшается в 1,33 раза, частота не изменяется
- 4) Длина волны увеличивается в 1,33 раза, частота не изменяется

A19. Собирающая линза может давать

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

A20. При расположении предмета на расстоянии 3 м от фотоаппарата на фотоплёнке получается его четкое изображение. При приближении предмета к фотоаппарату для получения четкого изображения расстояние от объектива до фотоплёнки

- 1) должно увеличиться
- 2) должно уменьшиться
- 3) не должно меняться
- 4) должно увеличиться или уменьшиться в зависимости от размеров предмета

- A21.** Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергии фотона?
- 1) Квадрату скорости фотона
 - 2) Скорости фотона
 - 3) Частоте излучения
 - 4) Длине волны
- A22.** Из четырех физических величин — пути, скорости, массы и силы — векторными величинами являются
- 1) путь и скорость
 - 2) масса и сила
 - 3) скорость и сила
 - 4) путь, скорость и сила
- A23.** Сумма масс ядра изотопа кислорода ${}^{18}_8\text{O}$ и протона ${}^1_1\text{p}$ меньше суммы масс ядра изотопа фтора ${}^{18}_9\text{F}$ и нейтрона ${}^1_0\text{n}$. Возможна ли в принципе ядерная реакция ${}^{18}_8\text{O} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{18}_9\text{F} + {}^1_0\text{n}$?
- 1) Реакция невозможна
 - 2) Возможна только с поглощением энергии
 - 3) Возможна только с выделением энергии
 - 4) Возможна как с поглощением энергии, так и с выделением энергии
- A24.** Основным свойством *p-n*-перехода является
- 1) уменьшение сопротивления при нагревании
 - 2) уменьшение сопротивления при освещении
 - 3) односторонняя проводимость
 - 4) увеличение сопротивления при нагревании
- A25.** При подъеме вверх поршня в цилиндре водяного насоса вода поднимается вверх вслед за ним потому, что
- 1) атмосферное давление снаружи больше давления разреженного воздуха в цилиндре насоса
 - 2) жидкость обладает свойством расширения и заполняет любое пустое пространство
 - 3) пустой сосуд втягивает воду
 - 4) воздух обладает способностью заполнять пустоту. Он стремится в цилиндр насоса и вталкивает туда находящуюся на его пути воду

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы, перечисленными в первом столбце таблицы и свойствами вектора силы:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) обратно пропорционален площади поверхности бруска
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления
- 7) пропорционален площади поверхности бруска
- 8) не зависит от площади поверхности бруска

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

Направление вектора	
Модуль вектора	

В2. При освещении металлической пластины светом длиной волны λ наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс фотоэффекта, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце при уменьшении в 2 раза длины волны падающего на пластину света.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|-------------------------------------|
| А) Частота световой волны | 1) Остается неизменной |
| Б) Энергия фотона | 2) Увеличивается в 2 раза |
| В) Работа выхода | 3) Уменьшается в 2 раза |
| Г) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона | 4) Увеличивается более чем в 2 раза |
| | 5) Увеличивается менее чем в 2 раза |

А	Б	В	Г

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изобарный процесс нагревания воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Объем | 2) Уменьшение |
| В) Температура | 3) Неизменность |
| Г) Внутренняя энергия | |

А	Б	В	Г

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

В4. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдет с электрическим сопротивлением нити лампы и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при уменьшении силы тока в цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Электрическое сопротивление нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

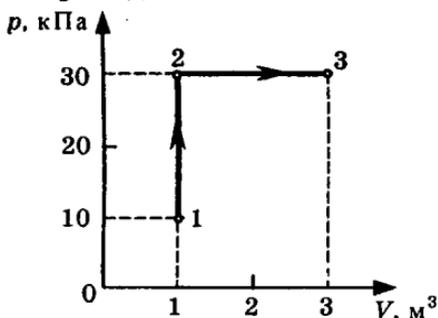
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 4,9 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

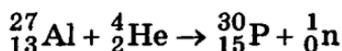
С3. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

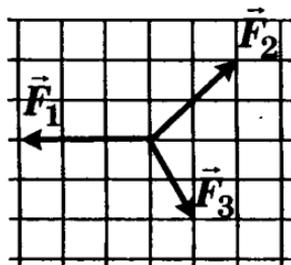
С5. Человек читает книгу, держа ее на расстоянии 50 см от глаз. Если это для него расстояние наилучшего видения, то какой оптической силы очки позволят ему читать книгу на расстоянии 25 см?

С6. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции



Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

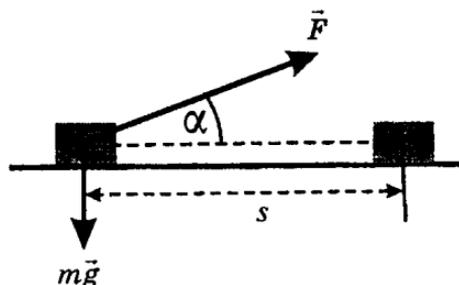


A4. Пловец плывет по течению реки. Определите скорость пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды $0,4$ м/с, а скорость течения реки $0,3$ м/с.

- | | |
|---------------|--------------|
| 1) $0,1$ м/с | 3) $0,5$ м/с |
| 2) $0,25$ м/с | 4) $0,7$ м/с |

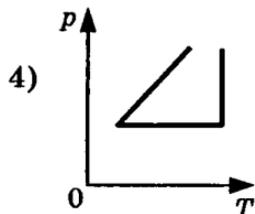
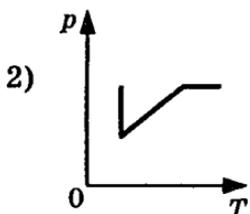
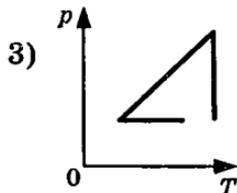
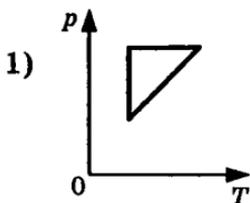
A5. Брусок массой m перемещается на расстояние s по прямой на горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , направленной под углом α к горизонту. Коэффициент трения равен μ . Работа силы тяжести бруска на этом пути равна

- 1) $-\mu mgs$
- 2) $-\mu(mg - F \sin \alpha)s$
- 3) $\mu(mg - F \sin \alpha)s$
- 4) 0



A6. Гири массой 4 кг, подвешенная на стальной пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с. С каким периодом будет совершать свободные колебания гири массой 1 кг, подвешенная на этой пружине?

- | | |
|------------|----------|
| 1) $0,5$ с | 3) 4 с |
| 2) 1 с | 4) 8 с |



A10. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 100 Дж
- 2) 200 Дж
- 3) -200 Дж
- 4) 0 Дж

A11. При осуществлении теплопередачи при постоянной температуре T происходит превращение вещества массой m из жидкого состояния в газообразное состояние. Какое из приведенных ниже выражений определяет переданное веществу в этом процессе количество теплоты Q , если удельная теплота парообразования этого вещества r ?

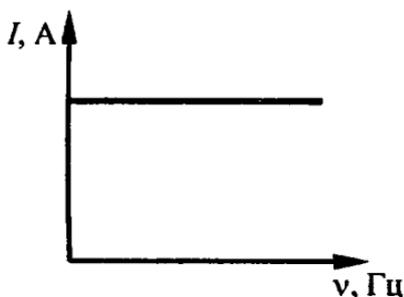
- | | |
|----------|-------------------|
| 1) rmT | 3) $\frac{rm}{T}$ |
| 2) rm | 4) $\frac{rT}{m}$ |

A12. Идеальная тепловая машина с КПД 20% за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

- | | |
|-----------|----------|
| 1) 100 Дж | 3) 20 Дж |
| 2) 64 Дж | 4) 16 Дж |

- A13.** Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении расстояния между ними в 3 раза и увеличении заряда одного из тел в 3 раза?
- 1) Увеличится в 27 раз
 - 2) Увеличится в 9 раз
 - 3) Не изменится
 - 4) Уменьшится в 3 раза
- A14.** Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора?
- 1) Увеличится в 2 раза
 - 2) Увеличится в 4 раза
 - 3) Уменьшится в 2 раза
 - 4) Уменьшится в 4 раза
- A15.** При силе тока в проводнике 20 А на участок прямого проводника длиной 50 см в однородном магнитном поле действует сила Ампера 12 Н. Вектор индукции магнитного поля направлен под углом 37° к проводнику ($\sin 37^\circ \approx 0,6$, $\cos 37^\circ \approx 0,8$). Значение модуля индукции магнитного поля в этом случае равно
- 1) 2 Тл
 - 2) 1,5 Тл
 - 3) 0,02 Тл
 - 4) 0,015 Тл
- A16.** Если, при подключении неизвестного элемента электрической цепи к выходу генератора переменного тока с изменяемой частотой гармонических колебаний при неизменной амплитуде колебаний напряжения, обнаружена зависимость амплитуды колебаний силы тока от частоты, представленная на рисунке, то этот элемент электрической цепи является

- 1) активным сопротивлением
- 2) конденсатором
- 3) катушкой
- 4) последовательно соединенными конденсатором и катушкой



- A17.** При увеличении частоты переменного тока в 4 раза индуктивное сопротивление катушки
- 1) не изменится
 - 2) увеличится в 4 раза
 - 3) уменьшится в 2 раза
 - 4) уменьшится в 4 раза
- A18.** Контур радиоприемника настроен на длину волны 30 м. Как нужно изменить емкость конденсатора в контуре приемника, чтобы он при неизменной индуктивности катушки колебательного контура был настроен на волну длиной 15 м?
- 1) Увеличить в 2 раза
 - 2) Увеличить в 4 раза
 - 3) Уменьшить в 2 раза
 - 4) Уменьшить в 4 раза
- A19.** Технология «просветления» объективов оптических систем основана на использовании явления
- 1) дифракции
 - 2) интерференции
 - 3) дисперсии
 - 4) поляризации
- A20.** Какое из приведенных ниже равенств является условием красной границы фотоэффекта (с поверхности тела с работой выхода A) под действием света с частотой ν ?
- 1) $h\nu = A$
 - 2) $E = h\nu - A$
 - 3) $E = h\nu$
 - 4) $A = 0$

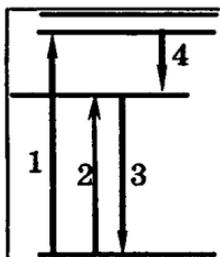
A21. В результате электронного β -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z получается ядро атома элемента с зарядовым числом

- | | |
|------------|------------|
| 1) $Z - 2$ | 3) $Z - 1$ |
| 2) $Z + 1$ | 4) $Z + 2$ |

A22. На основании исследования явления рассеяния альфа-частиц при прохождении через тонкие слои вещества Резерфорд сделал вывод, что

- 1) альфа-частицы являются ядрами атомов гелия
- 2) альфа-распад является процессом самопроизвольного превращения ядра одного химического элемента в ядро другого элемента
- 3) внутри атомов имеются положительно заряженные ядра очень малых размеров, вокруг ядер обращаются электроны
- 4) при альфа-распаде атомных ядер выделяется ядерная энергия, значительно большая, чем в любых химических реакциях

A23. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомами света наименьшей частоты?



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

A24. Свет в прозрачной среде с абсолютным показателем преломления n имеет длину волны λ . Какова длина волны λ_1 этого света в вакууме?

- 1) $\lambda_1 = \lambda$
- 2) $\lambda_1 = n \lambda$
- 3) $\lambda_1 = \lambda/n$
- 4) $\lambda_1 = n^2 \lambda$

A25. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. Если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало, то лодка после прыжка человека движется относительно Земли со скоростью

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

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения спутника к Земле и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

В2. Установите соответствие между описанием действий человека в первом столбце таблицы и названиями этих действий во втором столбце.

ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА

**НАЗВАНИЕ
ДЕЙСТВИЯ**

- | | |
|---|--|
| <p>А) В летний день человек увидел, как в воздухе парит птица на расправленных крыльях</p> <p>Б) Он подумал, что, возможно, птица не падает без взмахов крыльев потому, что нагретый воздух поднимается от земли вверх и поддерживает ее</p> <p>В) Человек сорвал одуванчик, дунул на него и стал смотреть за полетом семян одуванчика с пушистыми верхушками, подобными маленьким парашютикам, чтобы проверить свое предположение</p> | <p>1) Эксперимент</p> <p>2) Наблюдение</p> <p>3) Гипотеза</p> |
|---|--|

А	Б	В

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

А) Давление

1) Увеличение

Б) Объем

2) Уменьшение

В) Температура

3) Неизменность

Г) Внутренняя энергия

А	Б	В	Г

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

В4. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет с силой тока в цепи, напряжением на лампе и мощностью тока при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличение

2) уменьшение

3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды из воздуха может начинаться при различных значениях температуры воздуха.

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

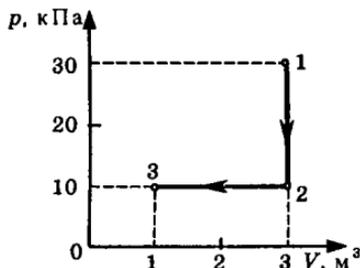
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если при скорости 10 м/с , направленной вертикально вверх, сила нормального давления человека на сидение тележки равна 1600 Н ? Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .

С3. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.

С5. Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние d между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна $1'$ (одна угловая минута), длина световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м.

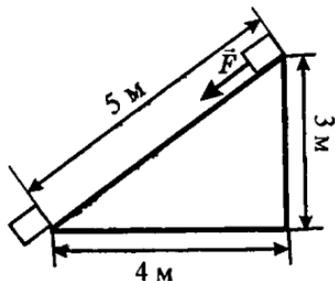
С6. Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм. Красная граница фотоэффекта фотокатода 450 нм. Вычислите запирающее напряжение U между анодом и катодом.

A4. Под действием силы 8 Н тело массой 4 кг будет двигаться

- 1) равномерно со скоростью 2 м/с
- 2) равноускоренно с ускорением 2 м/с²
- 3) равноускоренно с ускорением 0,5 м/с²
- 4) равномерно со скоростью 0,5 м/с

A5. Тело массой 3 кг под действием силы \vec{F} перемещается вниз по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом уменьшается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 20 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} ? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с², коэффициент трения $\mu = 0,5$.

- 1) 100 Дж
- 2) 90 Дж
- 3) 60 Н
- 4) -60 Н



A6. Две одинаковые струны, натянутые одинаково на гитаре и на обыкновенной доске, после щипка совершают свободные колебания с одинаковой частотой и одинаковой начальной амплитудой колебаний. От какой из этих струн будет слышен более громкий звук и от какой звук будет слышен дольше?

- 1) Громче и дольше будет слышен звук от струны на гитаре
- 2) Громче будет слышен звук от струны на гитаре, дольше от струны на доске
- 3) Громче будет слышен звук от струны на гитаре, длительность звука от обеих струн будет одинаковой
- 4) Громкость звучания и длительность звука от обеих струн будет одинаковой

- A12.** Если идеальная тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 100 Дж, то ее КПД равен
- | | |
|---------|---------|
| 1) 100% | 3) ~33% |
| 2) 50% | 4) ~67% |
- A13.** Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами при уменьшении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между телами в 2 раза
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) уменьшится в 8 раз | 3) уменьшится в 2 раза |
| 2) уменьшится в 4 раза | 4) не изменится |
- A14.** В подключенном к источнику постоянного тока плоском конденсаторе при увеличении в 2 раза расстояния между обкладками энергия электрического поля
- | |
|------------------------|
| 1) увеличится в 2 раза |
| 2) увеличится в 4 раза |
| 3) уменьшится в 2 раза |
| 4) уменьшится в 4 раза |
- A15.** На участок прямого проводника длиной 50 см в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл при силе тока в проводнике 20 А и направлении вектора индукции магнитного поля под углом 37° к проводнику ($\sin 37^\circ \approx 0,6$, $\cos 37^\circ \approx 0,8$) действует сила Ампера
- | | |
|---------|-----------|
| 1) 12 Н | 3) 1200 Н |
| 2) 16 Н | 4) 1600 Н |
- A16.** Как изменится индуктивное сопротивление катушки при уменьшении частоты переменного тока в 4 раза?
- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) Не изменится | 3) Уменьшится в 2 раза |
| 2) Увеличится в 4 раза | 4) Уменьшится в 4 раза |
- A17.** При каком движении электрического заряда не происходит излучение электромагнитных волн?
- | |
|--|
| 1) При любом движении |
| 2) При равномерном прямолинейном движении |
| 3) При колебательном движении по гармоническому закону |
| 4) При любом движении с ускорением |

- A18.** Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из воды в вакуум?
- 1) Длина волны уменьшается, частота увеличивается
 - 2) Длина волны увеличивается, частота уменьшается
 - 3) Длина волны уменьшается, частота не изменяется
 - 4) Длина волны увеличивается, частота не изменяется
- A19.** Могут ли линзы давать действительные изображения предметов?
- 1) Могут только собирающие линзы
 - 2) Могут только рассеивающие линзы
 - 3) Могут собирающие и рассеивающие линзы
 - 4) Никакие линзы не могут давать действительные изображения
- A20.** Объектив фотоаппарата при фотографировании обычно дает на пленке
- 1) действительное увеличенное изображение
 - 2) действительное уменьшенное изображение
 - 3) мнимое увеличенное изображение
 - 4) мнимое уменьшенное изображение
- A21.** В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе?
- 1) В счетчике Гейгера
 - 2) В камере Вильсона
 - 3) В фотоэмульсии
 - 4) В сцинтилляционном счетчике
- A22.** Изменится ли масса системы из одного свободного протона и одного свободного нейтрона после соединения их в атомное ядро?
- 1) Не изменится
 - 2) Увеличится
 - 3) Уменьшится
 - 4) Сначала увеличится, затем вернется к первоначальному значению

- A23.** При освещении металлической пластины с работой выхода A монохроматическим светом частотой ν происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна $E_{\text{макс}}$. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этим же монохроматическим светом пластины с работой выхода $2A$, если фотоэффект происходит?
- 1) $2E_{\text{макс}}$ 2) $0,5E_{\text{макс}}$ 3) $E_{\text{макс}} + A$ 4) $E_{\text{макс}} - A$
- A24.** Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если заряд на его обкладках увеличить в 2 раза, а расстояние между пластинами уменьшить в 2 раза?
- 1) Увеличится в 2 раза 3) Не изменится
2) Уменьшится в 2 раза 4) Увеличится в 4 раза
- A25.** Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v с берега в неподвижную лодку массой M . Каким суммарным импульсом обладают лодка с человеком, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?
- 1) 0 2) mv 3) $(m + M)v$ 4) $mMv/(m + M)$

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Как изменяются перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения кометы к Солнцу, если считать, что на нее действует только тяготение Солнца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

В2. Установите соответствие между физическими процессами в микромире, перечисленными в первом столбце, и характеристиками этих процессов во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ

- А) Изменение кинетической энергии атома в результате столкновения с другим атомом
- Б) Изменение энергии атома как системы из ядра и электронной оболочки в результате взаимодействия с другим атомом или частицей
- В) Испускание электромагнитного излучения возбужденным атомом
- Г) Поглощение электромагнитного излучения атомом

- 1) Спектр возможных изменений энергии линейчатый
- 2) Спектр возможных изменений энергии сплошной
- 3) Спектр электромагнитного излучения линейчатый
- 4) Спектр электромагнитного излучения сплошной

А	Б	В	Г

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изобарный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Объем | 2) Уменьшение |
| В) Температура | 3) Неизменность |
| Г) Внутренняя энергия | |

А	Б	В	Г

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

В4. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет с силой тока в цепи, напряжением на лампе и мощностью тока при подключении параллельно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в бане $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $29\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

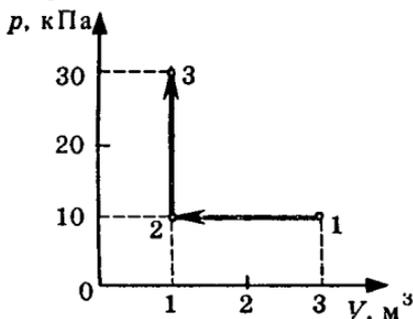
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 100 кг совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Когда вектор скорости был направлен вертикально вниз, сила нормального давления человека на сидение была 2000 Н. Найдите скорость тележки в этой точке при радиусе круговой траектории 5 м. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

С3. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?

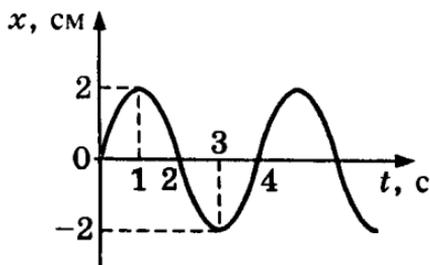


С4. В однородном магнитном поле с индукцией $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ протон движется перпендикулярно вектору \vec{B} индукции со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.

С5. Масляная пленка на воде при наблюдении вертикально к поверхности кажется оранжевой. Каково минимальное возможное значение толщины пленки? Показатель преломления воды 1,33, масла — 1,47. Длина световой волны $588 \cdot 10^{-9} \text{ м}$. Учтите, что отражение света от оптически более плотной среды происходит с потерей полуволны, а от оптически менее плотной среды без потери полуволны.

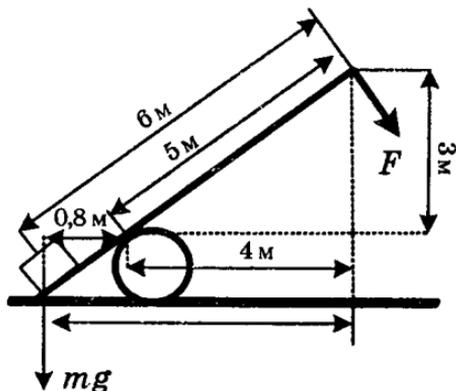
С6. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия $8,3 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$. Эта энергия получается в основном за счет деления ядер урана 238. При делении одного ядра урана 238 освобождается 200 МэВ, масса ядра равна примерно 238 а.е.м. Вычислите массу ядер урана, испытавших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

- А6.** На рисунке представлен график зависимости координаты x тела от времени t при гармонических колебаниях вдоль оси Ox . Чему равны амплитуда x_0 колебаний и частота ν колебаний?



- 1) $x_0 = 2$ см, $\nu = 1$ Гц
 - 2) $x_0 = 2$ см, $\nu = 4$ Гц
 - 3) $x_0 = 2$ см, $\nu = 0,25$ Гц
 - 4) $x_0 = 4$ см, $\nu = 0,25$ Гц
- А7.** Под действием силы тяжести $m\bar{g}$ груза и силы \bar{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы \bar{F} перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \bar{F} равен 240 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен

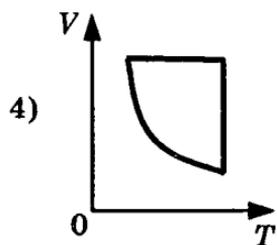
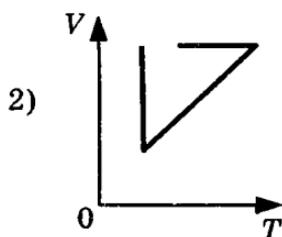
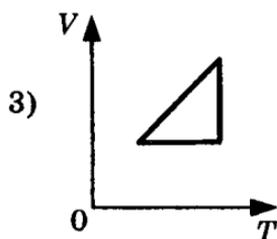
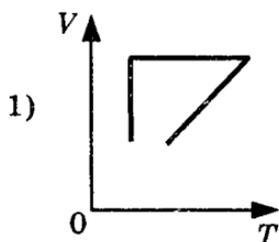
- 1) 40 Н
- 2) 60 Н
- 3) 1200 Н
- 4) 1500 Н



А8 При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. При этом давление газа

- 1) уменьшилось в 16 раз
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) уменьшилось в 4 раза
- 4) не изменилось

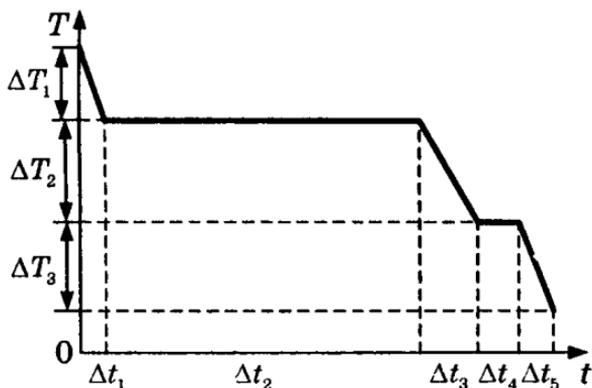
А9. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объеме, потом его объем уменьшался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $V-T$ на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



А10. Если идеальный газ совершил работу 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, то газ в этом процессе

- 1) отдал 600 Дж
- 2) отдал 300 Дж
- 3) получил 300 Дж
- 4) не отдал и не получил теплоту

A11. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость льда по результатам этого опыта?



1) $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$

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

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

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

A12. Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

1) 100 Дж

3) 120 Дж

2) 160 Дж

4) 140 Дж

A13. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен F . Чему станет равен модуль силы взаимодействия между телами если заряд каждого тела уменьшить в n раз и расстояние между телами уменьшить в n раз?

1) nF

2) F

3) F/n^2

4) F/n^4

A18. Свет от двух точечных когерентных монохроматических источников приходит в точку 1 экрана с разностью фаз $\Delta = \frac{3}{2}\lambda$, в точку 2 экрана с разностью фаз $\Delta = \lambda/2$. Одинакова ли в этих точках освещенность и если не одинакова, то в какой точке больше? Расстояние от источников света до экрана значительно больше длины волны.

- 1) Одинакова и отлична от нуля
- 2) Одинакова и равна нулю
- 3) Не одинакова, больше в точке 1
- 4) Не одинакова, больше в точке 2

A19. На пленке фотоаппарата получено изображение предмета в натуральную величину. На основании этого можно утверждать, что объектив при фотографировании находился от фотопленки на расстоянии

- 1) равном фокусному расстоянию
- 2) равном двум фокусным расстояниям
- 3) больше фокусного, но меньше двух фокусных расстояний
- 4) больше двух фокусных расстояний

A20. Если электроскоп соединен с цинковой пластиной и заряжен отрицательным зарядом, то при освещении пластины ультрафиолетовым светом электроскоп разряжается. С уменьшением длины световой волны при неизменной мощности светового потока максимальная кинетическая энергия выбиваемых электронов

- 1) уменьшается
- 2) не изменяется
- 3) увеличивается
- 4) сначала уменьшается, затем увеличивается

A21. Для какой цели в ядерных реакторах применяются замедлители?

- 1) Замедление нейтронов уменьшает вероятность деления ядер урана
- 2) Замедление нейтронов увеличивает вероятность деления ядер нейтронами

- 3) Для замедления осколков атомных ядер
- 4) Для замедления скорости протекания цепной ядерной реакции

A22. В результате столкновения α -частицы с ядром атома бериллия ${}^9_4\text{Be}$ образовалось ядро атома углерода ${}^{12}_6\text{C}$ и освободилась какая-то элементарная частица. Эта частица —

- 1) нейтрон
- 2) протон
- 3) электрон
- 4) нейтрино

A23. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой ν происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой $0,5\nu$, если фотоэффект происходит?

- 1) 1 эВ
- 2) 4 эВ
- 3) Больше 1 эВ, но меньше 2 эВ
- 4) Меньше 1 эВ

A24. Если заряд на обкладках конденсатора уменьшить в 2 раза, то его емкость

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

A25. Атом массой m , движущийся со скоростью v , столкнулся с неподвижным атомом массой $2m$. Каким суммарным импульсом обладают два атома после столкновения?

- | | |
|-----------|----------|
| 1) $mv/3$ | 3) mv |
| 2) $mv/2$ | 4) $3mv$ |

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если её отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

В2. Камень свободно падает вертикально вниз. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время его движения вниз и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) Скорость | 1) Не изменяется |
| Б) Ускорение | 2) Увеличивается |
| В) Кинетическая энергия | 3) Уменьшается |
| Г) Потенциальная энергия | |

А	Б	В	Г

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Объем | 2) Уменьшение |
| В) Температура | 3) Неизменность |
| Г) Внутренняя энергия | |

А	Б	В	Г

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

В4. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет с силой тока в цепи, напряжением на этой лампе и мощностью тока на ней при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента и последовательно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинаться при той же температуре стакана $14\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

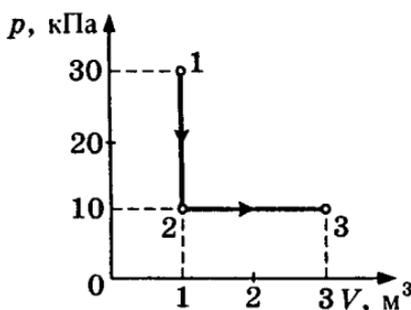
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 5 м. Какова сила давления человека на сидение тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

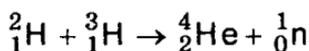
С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. Катод фотоэлемента с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

С5. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух—вода 1,33. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз?

С6. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода — дейтерия и трития:



Массы атомных ядер

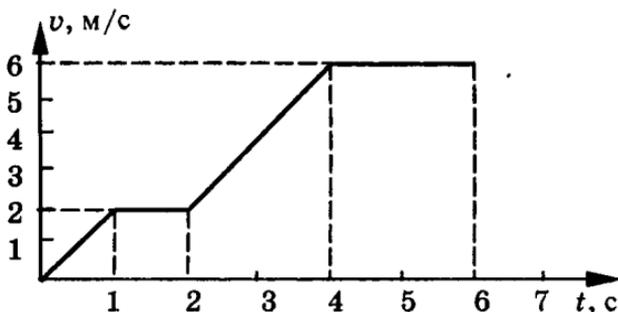
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а.е.м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюми- ний	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	${}^{31}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1. На рисунке представлен график зависимости модуля v скорости тела от времени t . Какой путь был пройден телом за вторую секунду?



- 1) 0 м
 - 2) 1 м
 - 3) 2 м
 - 4) 3 м
- A2. Самолет выполняет фигуру высшего пилотажа «мертвая петля». Как направлен вектор ускорения самолета в тот момент времени, когда вектор равнодействующей всех сил направлен вертикально вверх к центру окружности, а вектор скорости самолета направлен горизонтально?
- 1) Вертикально вверх
 - 2) По направлению вектора скорости
 - 3) Противоположно вектору скорости
 - 4) Вертикально вниз

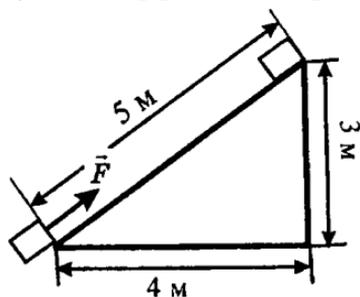
А3. Груз массой m на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью v . Через половину периода колебаний он проходит положение равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью v . Модуль изменения кинетической энергии груза за это время равен

- | | |
|------------|---------------------|
| 1) mv^2 | 3) $\frac{mv^2}{2}$ |
| 2) $2mv^2$ | 4) 0 |

А4. Тело подвешено на двух нитях и находится в равновесии. Угол между нитями равен 90° , а силы натяжения нитей равны 3 Н и 4 Н. Вес тела равен

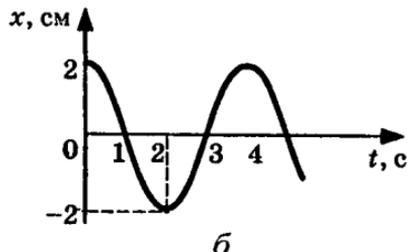
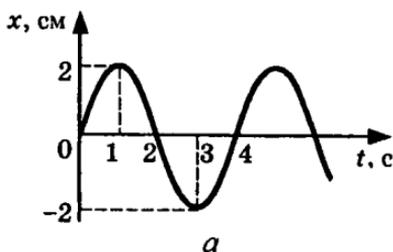
- | | |
|--------|---------|
| 1) 1 Н | 3) 7 Н |
| 2) 5 Н | 4) 25 Н |

А5. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} против действия силы трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.

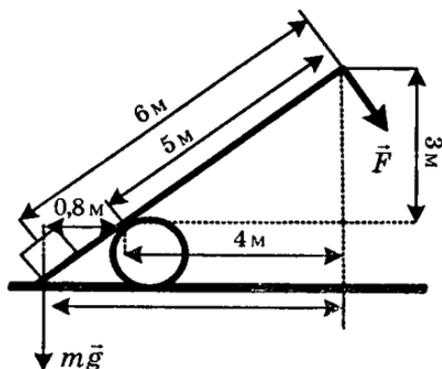


- 1) 150 Дж
- 2) 60 Дж
- 3) 40 Дж
- 4) -40 Дж

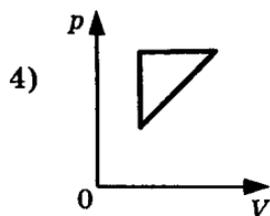
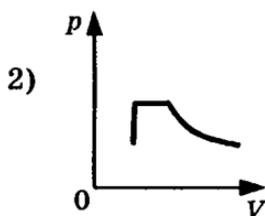
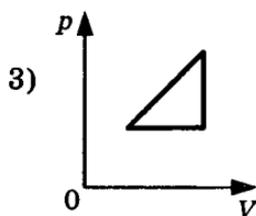
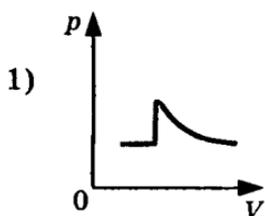
- А6.** На графиках представлена зависимость координаты x центров масс тела a и тела b от времени t при гармонических колебаниях вдоль оси Ox . На каком расстоянии друг от друга находятся центры масс тел a и b в момент времени 0 с?



- 1) 4 см
2) 2 см
3) 0 см
4) -2 см
- А7.** Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы \vec{F} перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы тяжести, действующей на груз, равен 1500 Н, то модуль силы \vec{F} равен
- 1) 240 Н
2) 360 Н
3) 6000 Н
4) 7500 Н



- A8.** При неизменной концентрации молекул абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. При этом давление газа
- 1) увеличилось в 4 раза
 - 2) увеличилось в 2 раза
 - 3) не изменилось
 - 4) уменьшилось в 4 раза
- A9.** Идеальный газ нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Этим изменениям состояния газа соответствует график на рисунке



- A10.** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. При этом внутренняя энергия газа
- 1) увеличилась на 400 Дж
 - 2) увеличилась на 200 Дж
 - 3) уменьшилась на 200 Дж
 - 4) уменьшилась на 400 Дж

- A11.** При теплопередаче твердому телу массой m количества теплоты Q температура тела повысилась на ΔT . Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела?

1) $\frac{Q}{m}$

3) $\frac{Q}{m\Delta T}$

2) $\frac{Q}{\Delta T}$

4) $Q \cdot m \cdot \Delta T$

A12. Идеальная тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. КПД тепловой машины равен

1) 40%

3) ~29%

2) 60%

4) ~43%

A13. Капля, имеющая положительный заряд $+e$, при освещении потеряла один электрон. Каким стал заряд капли?

1) 0

2) $-2e$

3) $+2e$

4) $+e$

A14. Резистор 1 с электрическим сопротивлением 3 Ом и резистор 2 с электрическим сопротивлением 6 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе 1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе 2 за одинаковое время?

1) $1/2$

2) 2

3) 4

4) $1/4$

A15. Какое явление наблюдалось в опыте Эрстеда?

1) Взаимодействие двух параллельных проводников с током

2) Взаимодействие двух магнитных стрелок

3) Поворот магнитной стрелки вблизи проводника при пропускании через него тока

4) Возникновение электрического тока в катушке при вдвигании в нее магнита

A16. В колебательном контуре из конденсатора и катушки индуктивностью 0,5 Гн происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$. Амплитуда колебаний силы тока в контуре 0,01 А. Амплитуда колебаний напряжения на катушке равна

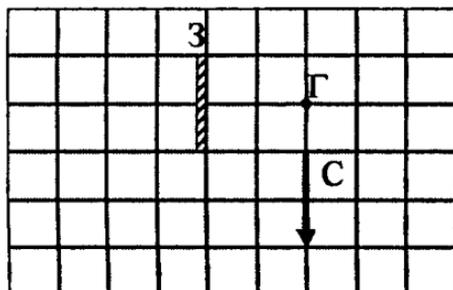
1) $2 \cdot 10^{-5} \text{ В}$

3) 0,02 В

2) 0,05 В

4) 5 В

- A17. В плоском зеркале З наблюдается изображение стрелки С, глаз находится в точке Г. На какое минимальное количество клеток и в каком направлении следует переместить стрелку, чтобы её изображение в зеркале не было видно глазу?



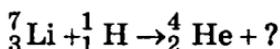
- 1) Стрелка и так не видна глазу
 - 2) На 1 клетку вправо
 - 3) На 1 клетку влево
 - 4) На 1 клетку вниз
- A18. Свет от двух точечных когерентных монохроматических источников приходит в точку 1 экрана с разностью фаз $\Delta = \frac{3}{2}\lambda$, в точку 2 экрана с разностью фаз $\Delta = \lambda$. Одинакова ли в этих точках освещенность и если не одинакова, то в какой точке она больше?
- 1) Одинакова и отлична от нуля
 - 2) Одинакова и равна нулю
 - 3) Не одинакова, больше в точке 1
 - 4) Не одинакова, больше в точке 2
- A19. На сетчатке глаза изображение предметов получается
- 1) увеличенным прямым
 - 2) увеличенным перевернутым
 - 3) уменьшенным прямым
 - 4) уменьшенным перевернутым
- A20. Незаряженная изолированная от других тел металлическая пластина освещается ультрафиолетовым светом. Заряд какого знака будет иметь эта пластина в результате фотоэффекта?

- 1) Положительный
- 2) Отрицательный
- 3) Пластина останется нейтральной
- 4) Знак заряда зависит от времени освещения

A21. Какой вид ионизирующих излучений из перечисленных ниже наиболее опасен при внешнем облучении человека?

- 1) Альфа-излучение
- 2) Бета-излучение
- 3) Гамма-излучение
- 4) Все одинаково опасны

A22. Укажите второй продукт ядерной реакции:



- 1) ${}^1_0\text{n}$ 2) e 3) ${}^1_1\text{H}$ 4) ${}^4_2\text{He}$

A23. Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атома к излучению и поглощению фотонов?

- 1) Атом может поглощать и излучать фотоны с любой частотой
- 2) Атом может поглощать фотоны с любой частотой, излучать фотоны лишь с некоторыми определенными значениями частоты
- 3) Атом может поглощать фотоны лишь с некоторыми определенными значениями частоты, излучать фотоны с любой частотой
- 4) Атом может поглощать и излучать фотоны только с некоторыми определенными значениями частоты

A24. При подключении к источнику постоянного тока заряд на одной обкладке плоского электрического конденсатора равен q . Какой заряд будет на одной обкладке конденсатора с таким же диэлектриком и таким же расстоянием между обкладками, но в 4 раза меньшей площадью пластин при подключении к тому же источнику постоянного тока?

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

A25. Вагон массой m , движущийся со скоростью \vec{v} , сталкивается с таким же вагоном, движущимся со скоростью $-\vec{v}$ в противоположном направлении. Каков модуль суммарного импульса двух вагонов после столкновения? Столкновение считать упругим, взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

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

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В4 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1. Люстра подвешена к потолку на крючке. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце таблицы, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к люстре
- 2) приложена к крючку
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

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

Сила тяжести люстры	
Сила веса люстры	

В2. По мере повышения температуры воды от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ вода находилась сначала в твердом состоянии, затем происходил процесс плавления, и нагревание жидкой воды. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трех процессов и если изменялась, то как? Установите соответствие между физическими процессами, перечисленными в первом столбце, и изменениями внутренней энергии воды, перечисленными во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ **ИЗМЕНЕНИЕ
ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| А) Нагревание льда | 1) Остается неизменной |
| Б) Плавление льда | 2) Увеличивается |
| В) Нагревание жидкой воды | 3) Уменьшается |

А	Б	В

В3. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) Давление | 1) Увеличение |
| Б) Объем | 2) Уменьшение |
| В) Температура | 3) Неизменность |
| Г) Внутренняя энергия | |

А	Б	В	Г

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

В4. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет, с силой тока через эту лампу, напряжением и мощностью тока на ней при подключении параллельно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента и параллельно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара
при различной температуре**

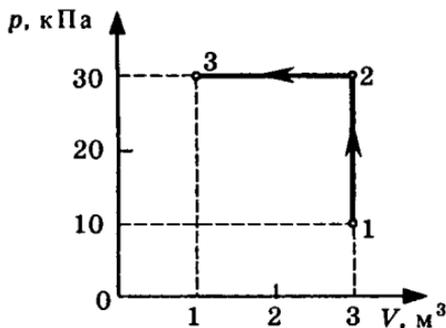
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

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 аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сидение тележки равна 700 Н при скорости движения тележки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

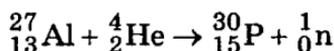
С3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



С4. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление аккумулятора.

С5. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса $R = 10$ мм. Вычислите скорость электрона.

С6. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции:



Массы атомных ядер

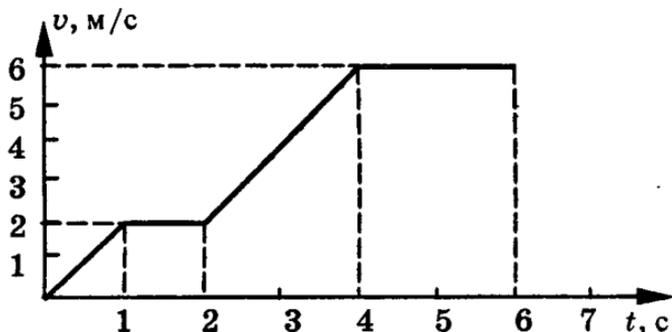
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{15}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

РАЗБОР ВАРИАНТА 3

Часть 1

A1. По графику зависимости модуля скорости тела от времени, представленному на рисунке, определяем, что в интервале времени от 0 с до 1 с скорость тела линейно возрастала от 0 м/с до 2 м/с. Это было равноускоренное движение с начальной скоростью, равной нулю. При таком движении ускорение равно

$$a = \frac{v}{t}, \quad a = \frac{2 \text{ м/с}}{1 \text{ с}} = 2 \text{ м/с}^2,$$



пройденный за это время путь равен

$$s_1 = \frac{at^2}{2}, \quad s_1 = \frac{2 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2}{2} = 1 \text{ м}.$$

В интервале времени от 1 с до 2 с скорость тела не изменялась и была равна 2 м/с. Это было равномерное движение. При таком движении пройденный за 1 с путь равен

$$s_2 = vt, \\ s_2 = 2 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} = 2 \text{ м}.$$

Общий путь, пройденный в интервале времени от 0 с до 2 с, равен

$$s = s_1 + s_2, \\ s = 1 \text{ м} + 2 \text{ м} = 3 \text{ м}.$$

Можно решать такого типа задачу и вычислением площади под данным участком графика (в единицах произведения величин, отложенных по осям координат).

Правильный ответ под номером 3.

A2. Направление вектора ускорения любого тела всегда совпадает с направлением равнодействующей всех сил, приложенных к телу, и не зависит от направления вектора скорости тела. За пределами атмосферы на метеорит действует только сила гравитационного притяжения Земли. Поэтому направление вектора ускорения метеорита совпадает с направлением вектора силы гравитационного притяжения Земли.

Правильный ответ под номером 2.

A3. При движении со скоростью $-\vec{v}$ маятник массой m обладал импульсом $\vec{p}_1 = m\vec{v}$.

При движении со скоростью $-\vec{v}$ в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью он обладал импульсом $\vec{p}_2 = -m\vec{v}$. Модуль изменения импульса маятника за это время равен

$$|\vec{p}_2 - \vec{p}_1| = |-m\vec{v} - m\vec{v}| = 2mv.$$

Правильный ответ под номером 3.

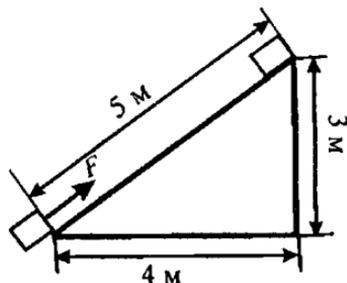
A4. Модуль равнодействующей сил определяется по правилу параллелограмма. Так как угол между векторами сил равен 90° , длина диагонали параллелограмма равна

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}, \quad F = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ Н} = 5 \text{ Н}.$$

Правильный ответ под номером 2.

A5. Работа A силы \vec{F} на прямолинейном отрезке траектории длиной l равна произведению модуля силы \vec{F} на пройденный путь l и на косинус угла α между вектором \vec{F} силы и вектором \vec{v} скорости:

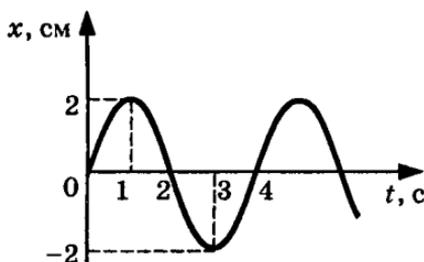
$$A = Fl \cos \alpha.$$



Вектор \vec{F} силы при перемещении совпадал с направлением вектора скорости, $\alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$. Работа равна $A = 30 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 150 \text{ Дж}$.

Правильный ответ под номером 1.

А6. Амплитуда x_0 колебаний равна модулю максимального смещения x тела от положения равновесия, $x_0 = 2 \text{ см}$. Период T колебаний равен минимальному интервалу времени, через который тело проходит через ту же точку пространства с той же по модулю и направлению скоростью. В момент времени $t = 0$ смещение $x = 0$, с увеличением времени t координата x возрастает. Через 2 с выполняется равенство $x = 0$, но координата x в этот момент не возрастает, а убывает, то есть тело движется в противоположном направлении. В момент времени $t = 4 \text{ с}$ снова выполняется равенство $x = 0$ и координата x возрастает со временем. Период T колебаний равен 4 с .



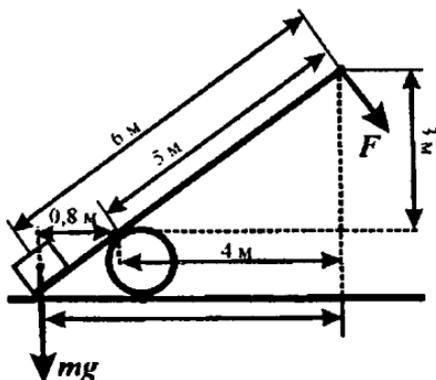
Правильный ответ под номером 3.

А7. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг находится в равновесии при равенстве модулей моментов сил, вращающих его в противоположных направлениях:

$$mgl_1 = Fl_2.$$

Из этого равенства модуль силы тяжести равен:

$$mg = \frac{Fl_2}{l_1}.$$



По схеме на рисунке находим, что $l_2=5$ м, $l_1=0,8$ м. Следовательно

$$mg = \frac{120 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м}}{0,8 \text{ м}} = 750 \text{ Н}.$$

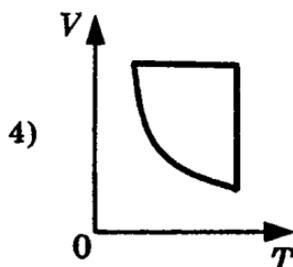
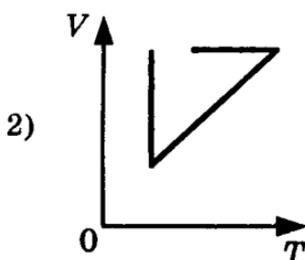
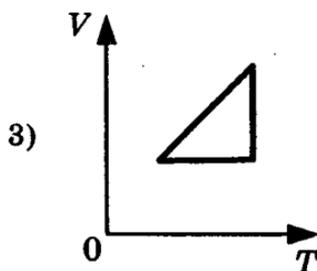
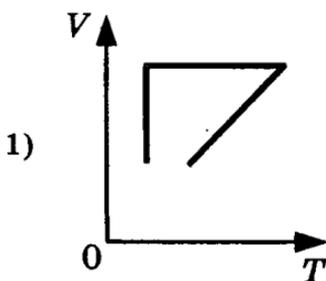
Правильный ответ под номером 4.

А8. Давление идеального газа связано со средней квадратичной скоростью теплового движения его молекул выражением $p = (1/3) nm_0v^2$.

При неизменной концентрации n молекул идеального газа и увеличении квадратичной скорости теплового движения его молекул в 4 раза давление газа увеличилось в 16 раз.

Правильный ответ под номером 1.

А9. Нагреванию газа при постоянном давлении в координатных осях $V-T$ соответствуют участки наклонных прямых, продолжения которых проходят через начало координат на графиках 1, 2 и 3. Но на графике 2 этот участок не соответствует началу процесса. Уменьшению давления при постоянном объеме после нагревания соответствует горизонтальный отрезок на графике 1. Вертикальный отрезок на этом же графике соответствует процессу уменьшения объема газа до первоначального значения при постоянной температуре.



Правильный ответ под номером 1.

A10. По первому закону термодинамики

$$\Delta U = Q - A',$$

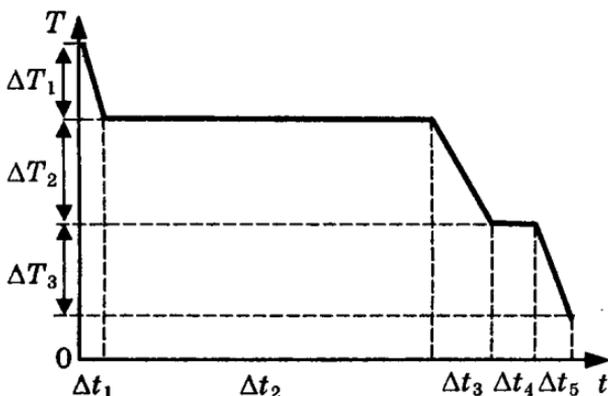
$$Q = \Delta U + A',$$

$$Q = 300 \text{ Дж} + 300 \text{ Дж} = 600 \text{ Дж}.$$

Правильный ответ под номером 3.

A11. При охлаждении воды из газообразного состояния сначала происходит понижение температуры пара в течение интервала времени Δt_1 . Затем в течение интервала времени Δt_2 происходит процесс конденсации пара в жидкость при постоянной температуре. Далее в течение интервала времени Δt_3 происходит процесс понижения температуры жидкости. При достижении температуры кристаллизации воды, в течение интервала времени Δt_4 происходит процесс кристаллизации жидкости при постоянной температуре. За этот интервал времени выделяется количество теплоты

$$Q = p\Delta t_4 = \lambda m.$$



Отсюда получаем $\lambda = \frac{p\Delta t_4}{m}$.

Правильный ответ под номером 4.

A12. КПД η тепловой машины равен

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

отсюда следует

$$Q_1(1 - \eta) = Q_2, \quad Q_1 = \frac{Q_2}{1 - \eta} = \frac{100 \text{ Дж}}{1 - 0,60} = 250 \text{ Дж}.$$

Правильный ответ под номером 2.

A13. По закону Кулона сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами определяется выражением $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Если заряд одного тела увели-

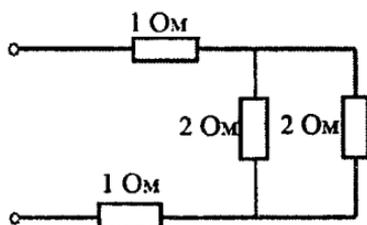
чить в 2 раза, а расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами увели-

чится в 8 раз: $F_1 = k \frac{2q_1 q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 8k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

Правильный ответ под номером 4.

A14. Общее сопротивление R двух параллельно соединенных резисторов по 2 Ом находим по формуле

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \quad R = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} \text{ Ом} = 1 \text{ Ом}.$$

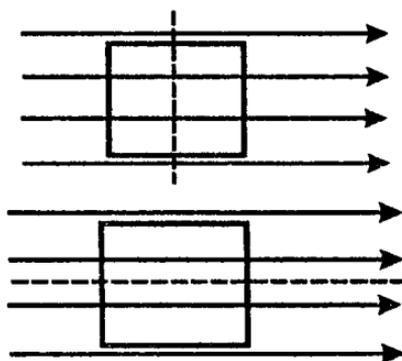


Общее сопротивление электрической цепи из трех последовательно включенных элементов цепи с электрическими сопротивлениями 1 Ом каждый равно 3 Ом.

Правильный ответ под номером 3.

A15. По закону электромагнитной индукции ток в рамке возникает только при изменении магнитного потока, проходящего через рамку. При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле вокруг оси, совпадающей с направлением вектора магнитной индукции, магнитный поток через рамку не изменяется, он все время остается равным нулю. Индукционный ток в рамке в этом случае не возникает.

При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной направлению вектора магнитной индукции, магнитный поток через рамку изменяется, в рамке возникает индукционный ток.



Правильный ответ под номером 4.

A16. В колебательном контуре из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L циклическая частота ω свободных электромагнитных колебаний равна:

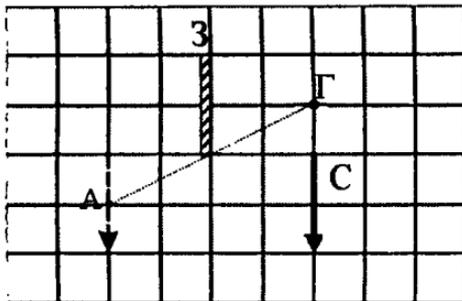
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Подставив значения индуктивности катушки и емкости конденсатора из условия задачи, получаем:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{2 \text{ Гн} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}} \text{ с}^{-1} = 100 \text{ с}^{-1}.$$

Правильный ответ под номером 1.

A17. В плоском зеркале изображение стрелки расположено симметрично относительно плоскости зеркала. Глаз видит изображение точки в том случае, если прямая, соединяющая точку изображения с глазом, проходит через зеркало. Зеркало можно рассматривать как окно в стене, через которое глаз может увидеть изображение. Проведя прямую ГА от глаза Г через нижний край зеркала, мы получаем, что самая нижняя видимая глазу точка А изображения находится на середине изображения стрелки в зеркале. Видна только половина изображения стрелки.



Правильный ответ под номером 2.

A18. Частота электромагнитных колебаний в световой волне не зависит от того, в какой среде распространяется волна. Скорость распространения электромагнитной волны зависит от свойств среды. С наибольшей скоростью свет распространяется в вакууме. Длина волны λ света связана со скоростью ее распространения v и частотой ν выражением $\lambda = \frac{v}{\nu}$. Отсюда

следует, что с уменьшением скорости света длина волны уменьшается. Скорость света в воде меньше его скорости в вакууме, следовательно, при переходе света из вакуума в воду длина волны уменьшается.

Правильный ответ под номером 3.

A19. Собирающая линза строит действительное уменьшенное изображение очень далеких предметов на фокусном расстоянии. По мере приближения предмета к линзе действительное изображение удаляется от линзы и увеличивается в размерах. При расстоянии до предмета, равном двум фокусным расстояниям линзы, расстояние от линзы до изображения равно двум фокусным расстояниям, размеры изображения равны размерам предмета. При расстоянии до предмета, меньшем двух фокусных расстояний, но больше фокусного расстояния, расстояние от линзы до действительного изображения больше двух фокусных расстояний, изображение увеличенное. При расстоянии до предмета, меньшем фокусного расстояния, линза дает мнимое увеличенное изображение предмета.

На пленке фотоаппарата получено уменьшенное действительное изображение предмета. Следовательно, собирающая линза объектива фотоаппарата находится от фотопленки на расстоянии больше фокусного, но меньше двух фокусных расстояний.

Правильный ответ под номером 3.

A20. При фотоэлектрическом эффекте связь между частотой ν поглощенного фотона света, работой выхода A электрона и максимальной кинетической энергией выбиваемых электронов $E_{\text{макс}}$ дается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A + E_{\text{макс}}.$$

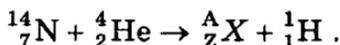
Из этого уравнения следует, что максимальная кинетическая энергия выбиваемых электронов с уменьшением частоты света уменьшается.

Правильный ответ под номером 2.

A21. Ядра атомов радиоактивных изотопов могут самопроизвольно превращаться в ядра атомов других химических элементов.

Правильный ответ под номером 3.

A22. Запишем уравнение ядерной реакции в виде:



Массовое число A (число нуклонов) неизвестного продукта ядерной реакции находим из уравнения:

$$14 + 4 = A + 1, \quad A = 17.$$

Зарядовое число Z (число элементарных электрических зарядов) неизвестного продукта ядерной реакции находим из уравнения:

$$7 + 2 = Z + 1, \quad Z = 8.$$

Зарядовым числом 8 (8 протонов) обладает ядро атома кислорода. Число нуклонов в этом ядре $A = 17$.

Правильный ответ под номером 1.

A23. При фотоэффекте связь между частотой ν поглощенного фотона света, работой выхода A электрона и максимальной кинетической энергией выбиваемых электронов $E_{\text{макс}}$ дается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A + E_{\text{макс}}.$$

Из уравнения для фотоэлектрического эффекта следует, что максимальная кинетическая энергия $E_{\text{макс1}}$ выбиваемых электронов в первом случае связана с частотой света ν уравнением:

$$E_{\text{макс1}} = h\nu - A = 2 \text{ эВ}.$$

Во втором случае имеем уравнение:

$$E_{\text{макс2}} = 2 h\nu - A = h\nu + h\nu - A = h\nu + 2 \text{ эВ}.$$

Из первого уравнения следует:

$$h\nu = 2 \text{ эВ} + A,$$

поэтому

$$E_{\text{макс2}} = 2 \text{ эВ} + A + 2 \text{ эВ} = 4 \text{ эВ} + A > 4 \text{ эВ}.$$

Правильный ответ под номером 4.

A24. Электроемкость конденсатора не изменяется при изменении заряда на его пластинах.

Правильный ответ под номером 3.

A25. По закону сохранения импульса суммарный импульс двух вагонов после столкновения равен сумме импульсов двух вагонов до столкновения:

$$m\bar{v} + 2m \cdot 0 = m\bar{v}.$$

Правильный ответ под номером 4.

Часть 2

B1. При колебания гири на длинном тонком шнуре с небольшой амплитудой период колебаний и частота колебаний почти не изменяются при изменении амплитуды колебаний. Максимальная потенциальная энергия гири при увеличении начального отклонения увеличивается.

B2. При движении камня его скорость убывает, ускорение свободного падения на небольших расстояниях от поверхности Земли можно считать неизменным, кинетическая энергия по мере убывания скорости уменьшается, а потенциальная энергия с увеличением расстояния от поверхности Земли увеличивается.

B3. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса поддерживается процесс теплового равновесия воздуха в цилиндре насоса со стенками цилиндра и окружающей средой, поэтому температура воздуха не изменяется. При изотермическом процессе произведение давления газа на его объем остается неизменным, поэтому при уменьшении объема воздуха его давление увеличивается. При изотермическом процессе внутренняя энергия не изменяется.

B4. При подключении к источнику постоянного тока одной электрической лампы, электрическое сопротивление R которой равно внутреннему сопротивлению r источника тока сил тока I_1 в цепи равна:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{2r}.$$

Напряжение U_1 на выходе источника тока при этом равно:

$$U_1 = \varepsilon - I_1 r = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{2r} r = \frac{\varepsilon}{2}.$$

Мощность тока P_1 на внешней цепи при этом равна.

$$P_1 = I_1 U_1 = \frac{\varepsilon}{2r} \cdot \frac{\varepsilon}{2} = \frac{\varepsilon^2}{4r}.$$

При подключении последовательно с первой лампой второй такой же лампы сила тока I_2 в цепи равна:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{2R + r} = \frac{\varepsilon}{3r}.$$

Напряжение U_2 на выходе источника тока при этом равно:

$$U_2 = \varepsilon - I_2 r = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{3r} r = \frac{2\varepsilon}{3}.$$

Мощность тока P_2 на внешней цепи при этом равна:

$$P_2 = I_2 U_2 = \frac{\varepsilon}{3r} \cdot \frac{2\varepsilon}{3} = \frac{2\varepsilon^2}{9r}.$$

Таким образом получаем: $I_2 < I_1$, $U_2 > U_1$, $P_2 < P_1$.

Часть 3

С1. Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12°C .

Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12°C , из таблицы $p = 14$ гПа.

Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 23°C равно 28 гПа.

Относительной влажностью воздуха φ называется отношение:

$$\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$$

Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.

С2. При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.

$$ma = mg + F \quad (1)$$

Сила N давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:

$$|N| = |F| \quad (2)$$

Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:

$$a = v^2/R \quad (3)$$

Из уравнений (1), (2) и (3) следует:

$$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(g + \frac{N}{m}\right)R}, \quad v = 10 \text{ м/с}$$

С3. При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A' . По первому закону термодинамики

$$\Delta U = Q - A$$

Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A' , совершенной газом:

$$Q = \Delta U + A', \quad Q = U_3 - U_1 + A'$$

Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$$

Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:

$$A' = p_1 \Delta V$$

Получение правильного численного значения количества теплоты:

$$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$$

Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q .

$$Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

С4. По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$, сила тока в цепи равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}. \quad I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 12 \text{ А}$$

Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:

$$r = \frac{\varepsilon}{12} \text{ Ом}$$

При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{12}} = 2 \text{ А}$$

Отсюда получаем:

$$\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \frac{\varepsilon}{12}, \quad 5\varepsilon = 60 \text{ В}, \quad \varepsilon = 12 \text{ В}$$

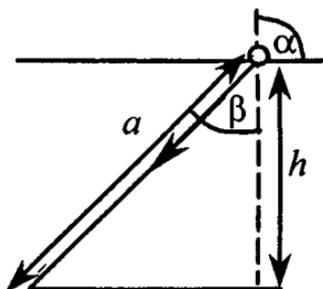
С5. Максимальный угол α падения луча света из воздуха в воду равен 90° , соответствующий ему угол преломления β определяется по известному значению относительного показателя преломления n воды:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

Отсюда находим максимальное значение угла преломления:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$$

Рисунок, поясняющий решение.



Максимальное расстояние a , на котором виден комар на глубине h , равно:

$$a = \frac{h}{\cos \beta} = \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} = \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$a \approx 3,0 \text{ м}$$

Сб. Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта с учетом задерживающего потенциала:

$$h\nu = A + E_k$$

Записано выражение связи максимальной кинетической энергии фотоэлектрона с запирающим напряжением и условие красной границы фотоэффекта:

$$E_k = eU, h\nu_0 = A$$

Получено выражение для вычисления частоты и ответ в численном виде:

$$\nu = \nu_0 + \frac{eU}{h}, \nu \approx 1,33 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$$

ОТВЕТЫ

Вариант 1

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	4	A14	2
A2	2	A15	3
A3	3	A16	1
A4	3	A17	1
A5	2	A18	2
A6	3	A19	2
A7	3	A20	4
A8	1	A21	2
A9	2	A22	3
A10	4	A23	3
A11	2	A24	1
A12	4	A25	1
A13	1		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	55321
B2	123
B3	111
B4	222

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 50\%$ Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре $16\text{ }^\circ\text{C}$ увеличится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.
С2	$v = 10\text{ м/с}$
С3	$Q = 700\text{ Дж}$
С4	$\varepsilon = 2\text{ В}$
С5	$R \approx 5 \cdot 10^{-3}\text{ м} \approx 5\text{ мм}$
С6	$m \approx 3,2\text{ кг}$

Вариант 2

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	1	A14	4
A2	1	A15	4
A3	3	A16	1
A4	1	A17	3
A5	4	A18	4
A6	1	A19	4
A7	3	A20	2
A8	1	A21	1
A9	3	A22	4
A10	3	A23	1
A11	2	A24	4
A12	1	A25	4
A13	1		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	54321
B2	231
B3	222
B4	222

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 90\%$ Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.
С2	$R = 5 \text{ м}$
С3	$Q = -700 \text{ Дж}$
С4	$v \approx 16\,000 \text{ м/с}$
С5	$\lambda \approx 4,39 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
С6	$m \approx 12 \text{ кг}$

Вариант 4

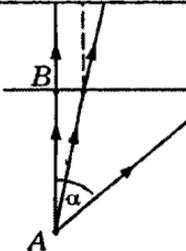
Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	3	A14	1
A2	2	A15	3
A3	3	A16	2
A4	3	A17	2
A5	4	A18	3
A6	2	A19	3
A7	2	A20	3
A8	2	A21	1
A9	2	A22	2
A10	2	A23	2
A11	1	A24	4
A12	1	A25	1
A13	2		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	333
B3	233
B4	122

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 50\%$ Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.
С2	$R = 4,5 \text{ м/с}$
С3	$Q = -18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
С4	$r = 0,6 \text{ Ом}, \varepsilon = 12 \text{ В}$
С5	 <p style="text-align: center;">$BC \approx 3,4 \text{ м}$</p>
С6	$\Delta E \approx 12,9 \text{ МэВ}$

Вариант 5

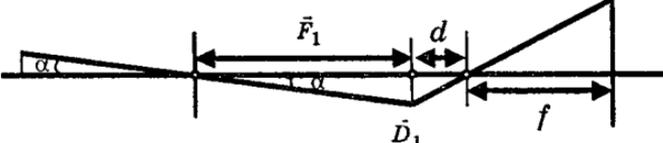
Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	1	A14	2
A2	2	A15	3
A3	3	A16	3
A4	4	A17	4
A5	3	A18	3
A6	2	A19	1
A7	3	A20	2
A8	2	A21	1
A9	1	A22	2
A10	3	A23	4
A11	3	A24	2
A12	2	A25	2
A13	3		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	369
B2	3214
B3	1311
B4	112

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 25\%$ Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7°C уменьшится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.
С2	$v = 8 \text{ м/с}$
С3	$Q = 6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
С4	$v \approx 8000 \text{ м/с}$
С5	 <p style="text-align: center;">$D_2 = 0,26 \text{ м}$</p>
С6	$\Delta E \approx 8,73 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 5,5 \text{ МэВ}$

Вариант 6

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	2	A14	3
A2	2	A15	2
A3	3	A16	4
A4	4	A17	2
A5	2	A18	4
A6	1	A19	3
A7	2	A20	1
A8	3	A21	3
A9	2	A22	3
A10	4	A23	2
A11	2	A24	3
A12	1	A25	1
A13	1		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	258
B2	2214
B3	3111
B4	21

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 40\%$ Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре $7\text{ }^\circ\text{C}$ увеличится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара понижении температуры воздуха уменьшается.
С2	$v = 7\text{ м/с}$
С3	$Q = 18 \cdot 10^4\text{ Дж}$
С4	$\varepsilon = 24\text{ В}, r = 1\text{ Ом}$
С5	$D_2 = 2\text{ дптр}$
С6	$\Delta E \approx -2,64\text{ МэВ}$

Вариант 7

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	3	A14	1
A2	2	A15	1
A3	4	A16	1
A4	4	A17	2
A5	4	A18	4
A6	2	A19	2
A7	3	A20	1
A8	1	A21	2
A9	3	A22	3
A10	2	A23	2
A11	2	A24	2
A12	3	A25	4
A13	4		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	231
B3	23??
B4	111

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 50\%$ Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.
С2	$R = 5 \text{ м}$
С3	$Q = -14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$
С4	$3r = R \text{ Ом}, r = 1 \text{ Ом}$
С5	$d = 2 \text{ мм}$
С6	$U \approx 1,4 \text{ В}$

Вариант 8

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	2	A14	3
A2	1	A15	1
A3	3	A16	4
A4	2	A17	2
A5	1	A18	4
A6	2	A19	1
A7	2	A20	2
A8	4	A21	1
A9	1	A22	3
A10	4	A23	4
A11	3	A24	1
A12	3	A25	2
A13	4		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	2133
B3	3222
B4	111

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 20\%$ Относительная влажность при повышении температуры воздуха и конденсации паров при той же температуре $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ уменьшится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.
С2	$v = 10\text{ м/с}$
С3	$Q = -2 \cdot 10^4\text{ Дж}$
С4	$R \approx 5\text{ м}$
С5	$d = 10^{-7}\text{ м}$
С6	$\Delta m \approx 0,9\text{ кг}$

Вариант 9

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	3	A14	3
A2	2	A15	2
A3	2	A16	4
A4	2	A17	2
A5	4	A18	2
A6	3	A19	2
A7	4	A20	3
A8	1	A21	2
A9	2	A22	1
A10	4	A23	4
A11	1	A24	2
A12	1	A25	3
A13	2		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	332
B2	2123
B3	1211
B4	333

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 50\%$ Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре $14\text{ }^\circ\text{C}$ уменьшится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.
С2	$N = 1800\text{ Н}$
С3	$Q = 2 \cdot 10^4\text{ Дж}$
С4	$R \approx 5 \cdot 10^{-3}\text{ м} = 5\text{ мм}$
С5	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">$h' \approx 3\text{ м}$</p>
С6	$E \approx 4,2 \cdot 10^{14}\text{ Дж}$

Вариант 10

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	3	A14	1
A2	1	A15	3
A3	4	A16	4
A4	2	A17	4
A5	3	A18	4
A6	2	A19	4
A7	1	A20	1
A8	1	A21	3
A9	1	A22	4
A10	2	A23	4
A11	3	A24	1
A12	2	A25	1
A13	3		

Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	222
B3	2122
B4	333

Часть 3

№ задания	Ответ
С1	$\varphi = 80\%$ Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ увеличится, так как давление p водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.
С2	$R = 5\text{ м}$
С3	$Q = -6 \cdot 10^4\text{ Дж}$
С4	$r = 1\text{ Ом}$
С5	$v \approx 7 \cdot 10^5\text{ м/с}$
С6	$\Delta E \approx -2,6\text{ МэВ}$

Справочное издание

**Кабардин Олег Федорович
Кабардина Светлана Ильинична
Орлов Владимир Алексеевич**

ЕГЭ ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство «ЭКЗАМЕН»

Гигиенический сертификат
№ 77.99.60.953.Д.007297.05.10 от 07.05.2010 г.

Главный редактор Л.Д. Лапто

Редактор Г.А. Лонцова

Технический редактор Т.В. Фатюхина

Корректор В.В. Кожуткина

Дизайн-обложки Л.В. Демьянова

Компьютерная верстка Н.Э. Николаева, А.П. Юскова

105066, Москва, ул. Нижняя Красносельская, д. 35, стр. 1
www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;

по вопросам реализации: sale@examen.biz

тел./факс 641-00-30 (многоканальный)

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

Текст отпечатан с диапозитивов
в ОАО «Владимирская книжная типография»
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

Качество печати соответствует
качеству предоставленных диапозитивов

**По вопросам реализации обращаться по тел.:
641-00-30 (многоканальный).**