

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

# ФИЗИКА



# 2012

## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

10 ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ  
РАЗБОР РЕШЕНИЙ  
ОТВЕТЫ

СОЗДАНО  
РАЗРАБОТЧИКАМИ ФИПИ



**ЕДИНЬЙ 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  
2012**

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22я72  
К12

**Кабардин, О.Ф.**

К12 ЕГЭ 2012. Физика. Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов. — М.: Издательство «Экзамен», 2012. — 192 с. (Серия «ЕГЭ 2011. Типовые тестовые задания») ISBN 978-5-377-04614-1

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2012 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2012 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.

Приказом № 729 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных учреждениях.

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22я72

*Справочное издание*

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

**ЕГЭ. ФИЗИКА. ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

Издательство «**ЭКЗАМЕН**»

Гигиенический сертификат № РОСС RU. АЕ51. Н 15295 от 13.04.2011 г.

Главный редактор *Л.Д. Лаппо*. Редактор *Г.А. Лонцова*

Технический редактор *Т.В. Фатюхина*. Корректор *В.В. Кожуткина*

Дизайн обложки *Л.В. Демьянова*. Компьютерная верстка *И.Ю. Иванова*

105066, Москва, ул. Нижняя Красносельская, д. 35, стр. 1. [www.examen.biz](http://www.examen.biz)

E-mail: по общим вопросам: [info@examen.biz](mailto:info@examen.biz); по вопросам реализации:

[sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz). тел./факс 641-00-30 (многоканальный)

Подписано в печать 01.07.2011. Формат 84x108/16. Гарнитура «Школьная». Бумага газетная. Уч.-изд. л. 4,36. Усл. печ. л. 10,08. Тираж 20 000 экз. Заказ № 11776.

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

ISBN 978-5-377-04614-1

© Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А., 2012  
© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2012

# СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы .....	4
Вариант 1 .....	7
Часть 1 .....	7
Часть 2 .....	13
Часть 3 .....	15
Вариант 2 .....	19
Часть 1 .....	19
Часть 2 .....	25
Часть 3 .....	27
Вариант 3 .....	31
Часть 1 .....	31
Часть 2 .....	36
Часть 3 .....	39
Вариант 4 .....	42
Часть 1 .....	42
Часть 2 .....	48
Часть 3 .....	50
Вариант 5 .....	54
Часть 1 .....	54
Часть 2 .....	59
Часть 3 .....	62
Вариант 6 .....	66
Часть 1 .....	66
Часть 2 .....	72
Часть 3 .....	74
Вариант 7 .....	78
Часть 1 .....	78
Часть 2 .....	84
Часть 3 .....	86
Вариант 8 .....	90
Часть 1 .....	90
Часть 2 .....	96
Часть 3 .....	98
Вариант 9 .....	101
Часть 1 .....	101
Часть 2 .....	107
Часть 3 .....	109
Вариант 10 .....	113
Часть 1 .....	113
Часть 2 .....	118
Часть 3 .....	121
Разбор варианта 8 .....	125
Ответы .....	137

# ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

## Инструкция по выполнению работы<sup>1</sup>

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

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). 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 содержит 4 задания с выбором ответа (A22–A25) и 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.

---

<sup>1</sup> Используются материалы сайта [fipi.ru](http://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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>

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

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

**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

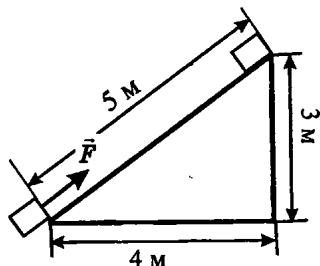




ростью  $v$ . Через половину периода колебаний он проходит положение равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью  $v$ . Модуль изменения кинетической энергии груза за это время равен

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

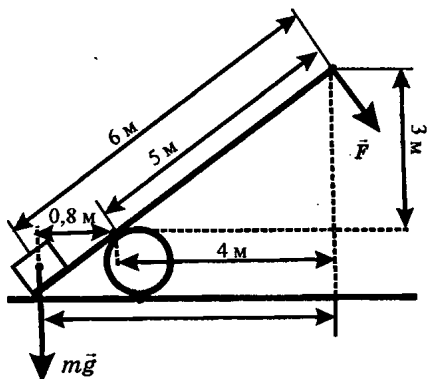
- А5. Тело массой 2 кг под действием силы  $\vec{F}$  перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние  $l = 5$  м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на  $h = 3$  м. Вектор силы  $\vec{F}$  направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы  $\vec{F}$  равен 30 Н.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



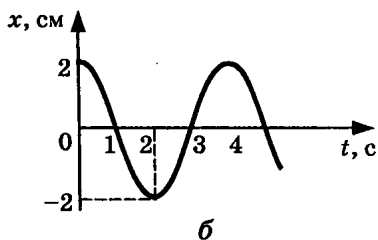
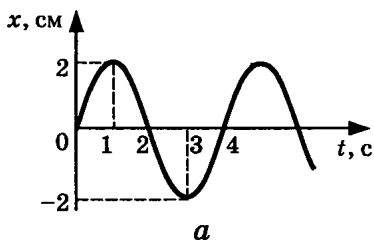
Какую работу при этом перемещении совершила сила  $\vec{F}$  против действия силы трения? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .

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

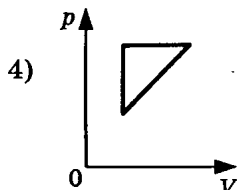
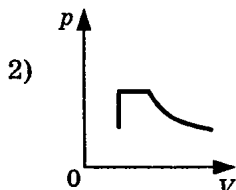
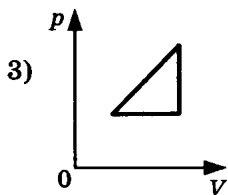
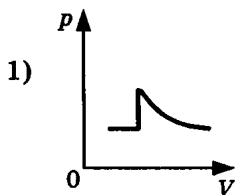
- А6. Под действием силы тяжести  $m\vec{g}$  груза и силы  $\vec{F}$  рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы  $\vec{F}$  перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси 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



- A7. 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
- 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.** 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% |

**A12.** При теплопередаче твердому телу массой  $m$  количества теплоты  $Q$  температура тела повысилась на  $\Delta T$ . 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) $Q \cdot m \cdot \Delta T$ |

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

- |      |          |          |         |
|------|----------|----------|---------|
| 1) 0 | 2) $-2e$ | 3) $+2e$ | 4) $+e$ |
|------|----------|----------|---------|



- 1) Стрелка и так не видна глазу
- 2) На 1 клетку вправо
- 3) На 1 клетку влево
- 4) На 1 клетку вниз

**A18.** На сетчатке глаза изображение предметов получается

- 1) увеличенным прямым
- 2) увеличенным перевернутым
- 3) уменьшенным прямым
- 4) уменьшенным перевернутым

**A19.** 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

**A20.** 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

**A21.** 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

## 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.**

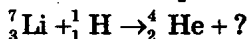
## Часть 3

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. 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

A23. Укажите второй продукт ядерной реакции:



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

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) $q/4$ | 3) $2q$ |
| 2) $q/2$ | 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)  $mv$

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

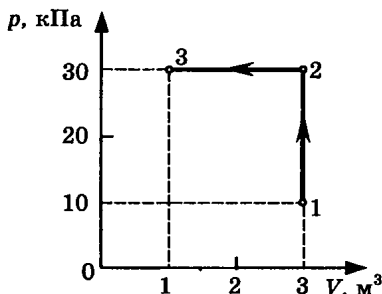
- С1.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную 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**

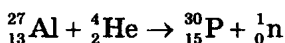
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

**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  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 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 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:

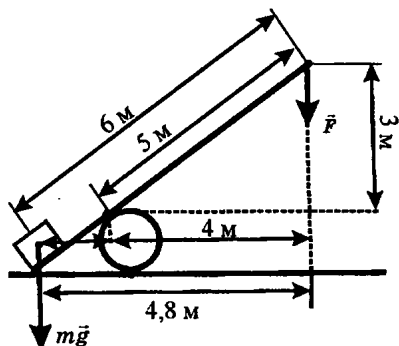


#### Массы атомных ядер

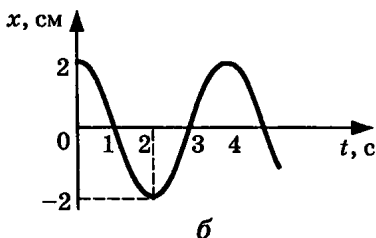
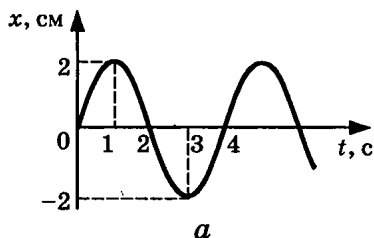
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}_1^1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}_1^2\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}_1^3\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}_2^3\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}_2^4\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}_{13}^{27}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}_{15}^{30}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008







- A7.** На рисунке представлены графики зависимости 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  $t = 1$  с?



- 1) 4 см      2) 2 см      3) 0 см      4) -2 см
- A8.** 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
- A9.** 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?



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

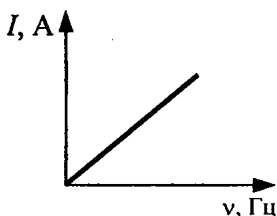
**A14.** Модуль напряженности однородного электрического поля равен 100 В/м. Какова разность потенциалов между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля на расстоянии 5 см?

- 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
- 2) 8 А
- 3) 2 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



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

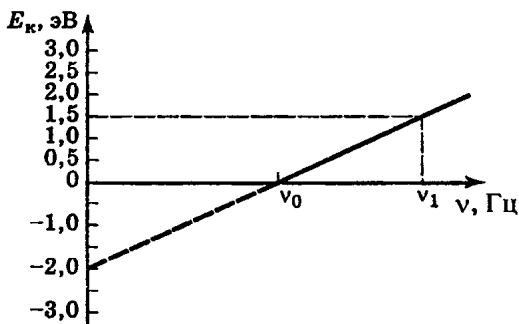
**A19.** Какие по размерам изображения предметов может давать собирающая линза?

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

**A20.** Какое вещество из перечисленных ниже используется в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего?

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

**A21.** График на рисунке представляет зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающих на катод фотонов. Определите по графику энергию фотона с частотой  $\nu_1$ .



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

## 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.** Человек сидит на стуле. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце таблицы, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к человеку
- 2) приложена к стулу
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

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

Сила тяжести человека	
Сила веса человека	

**В2.** По мере понижения температуры от  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  вода находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс ее отвердевания, и дальнейшее охлаждение твердой воды — льда. 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**

- А) Охлаждение жидкой воды
- Б) Отвердевание воды
- В) Охлаждение льда

**ИЗМЕНЕНИЕ  
ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- 1) Остается неизменной
- 2) Увеличивается
- 3) Уменьшается

А	Б	В

**В3.** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического 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 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

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22. Каким зарядовым числом обладает атомное ядро, возникшее в результате  $\alpha$ -распада ядра атома элемента с зарядовым числом  $Z$ ?
- 1)  $Z-1$       2)  $Z-2$       3)  $Z-4$       4)  $Z+1$
- A23. Определите второй продукт ядерной реакции:
- $${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + ?$$
- 1)  ${}^1_0\text{n}$       2)  ${}^1_1\text{p}$       3)  ${}^4_2\text{He}$       4)  $\gamma$
- A24. Если при гармонических электрических колебаниях в колебательном контуре максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 5 Дж, максимальное значение энергии магнитного поля катушки 5 Дж, то полная энергия электромагнитного поля контура
- 1) изменяется от 0 Дж до 5 Дж  
2) изменяется от 0 Дж до 10 Дж  
3) не изменяется, равна 10 Дж  
4) не изменяется, равна 5 Дж
- A25. Атом водорода массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$  относительно Земли, сталкивается с таким же атомом, движущимся со скоростью  $-v$  в противоположном направлении в той же системе отсчета. Каким суммарным импульсом обладают два атома в той же системе отсчета после столкновения? Взаимодействие атомов с другими телами пренебрежимо мало.
- 1) 0      2)  $2mv$       3)  $mv/2$       4)  $mv$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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.

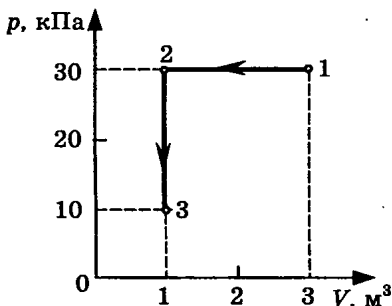
**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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

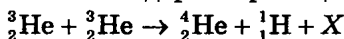
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

**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 м/с? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 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 3

## Часть 1

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

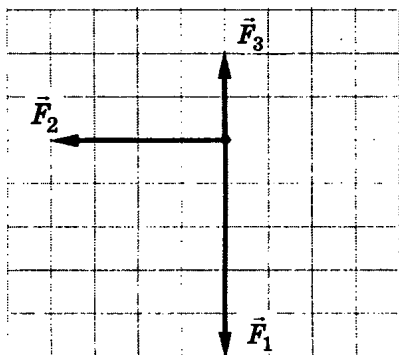
- А1.** В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	3	5
$x, \text{ м}$	0	1	1	7

С какой скоростью двигалось тело от момента времени 3 с до момента времени 5 с?

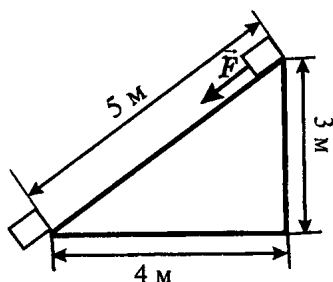
- 1) 0 м/с
  - 2) 1 м/с
  - 3) 2 м/с
  - 4) 3 м/с
- А2.** При свободных колебаниях шара на нити как маятника вектор его ускорения в момент прохождения положения равновесия направлен
- 1) вертикально вверх
  - 2) вертикально вниз
  - 3) по направлению вектора скорости
  - 4) против направления вектора скорости
- А3.** Под действием силы 8 Н тело массой 4 кг будет двигаться
- 1) равномерно со скоростью 2 м/с
  - 2) равноускоренно с ускорением 2 м/с<sup>2</sup>
  - 3) равноускоренно с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup>
  - 4) равномерно со скоростью 0,5 м/с
- А4.** На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы  $\vec{F}_1$  равен 5 Н. Модуль равнодействующей векторов  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  и  $\vec{F}_3$  равен





- 1) 11 Н      2) 7 Н      3) 5 Н      4) 0 Н

- 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

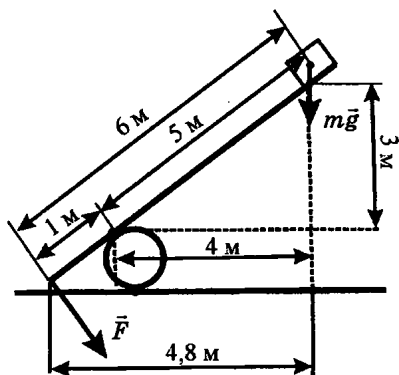


наклонной плоскости, модуль силы  $\vec{F}$  равен 20 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила  $\vec{F}$ ? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .

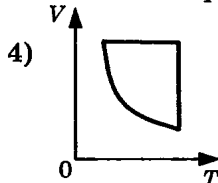
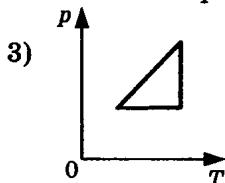
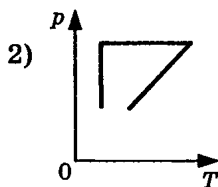
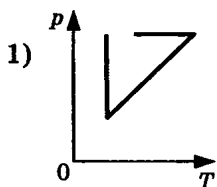
- 1) 100 Дж      3) 60 Н  
2) 90 Дж      4) - 60 Н

- А6. 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 тяжести, действующей на груз, равен 30 Н, то модуль силы  $\vec{F}$  равен

- 1) 7,5 Н      3) 150 Н  
2) 120 Н      4) 180 Н



- A7.** 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
- A8.** Если при сжатии объем идеального газа уменьшился в 2 раза, а давление газа увеличилось в 2 раза, то при этом абсолютная температура газа
- 1) увеличилась в 2 раза
  - 2) уменьшилась в 2 раза
  - 3) увеличилась в 4 раза
  - 4) не изменилась
- A9.** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа увеличилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях  $p-T$  на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



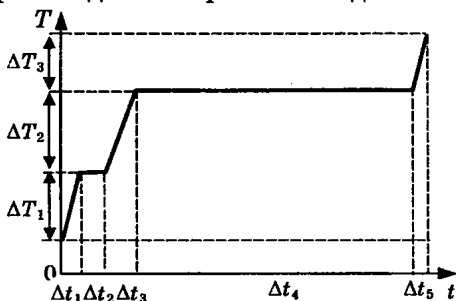
**A10.** Если идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж, то газ в этом процессе совершил работу

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

**A11.** Если идеальная тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 100 Дж, то ее КПД равен

- 1) 100%    2) 50%    3) -33%    4) -67%

**A12.** На рисунке представлен график зависимости температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t = 0$  вода находилась в твердом состоянии. В течение какого интервала времени происходило нагревание льда, и в каком интервале происходило нагревание водяного пара?



- 1)  $\Delta t_4$  и  $\Delta t_5$   
2)  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_3$

- 3)  $\Delta t_1$  и  $\Delta t_5$   
4)  $\Delta t_3$  и  $\Delta t_5$

- 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
  - 2) уменьшится в 4 раза
  - 3) уменьшится в 2 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  $37^\circ$  к проводнику ( $\sin 37^\circ \approx 0,6$ ,  $\cos 37^\circ \approx 0,8$ ) действует сила Ампера
- 1) 12 Н
  - 2) 16 Н
  - 3) 1200 Н
  - 4) 1600 Н
- A16.** Как изменится индуктивное сопротивление катушки при уменьшении частоты переменного тока в 4 раза?
- 1) Не изменится
  - 2) Увеличится в 4 раза
  - 3) Уменьшится в 2 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.** При освещении металлической пластины с работой выхода  $A$  монохроматическим светом частотой  $\nu$  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)  $E_{\text{макс}} - A$

## 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

- 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

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ

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

## ФИЗИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

- В) Испускание электромагнитного излучения возбужденным атомом  
Г) Поглощение электромагнитного излучения атомом

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ

- 4) Спектр электромагнитного излучения линейчатый

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      3) неизменность  
2) уменьшение

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

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22. 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
- A23. 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
- 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
  - 2) Уменьшится в 2 раза
  - 3) Не изменится
  - 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)  $mMv/(m + M)$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.



**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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**

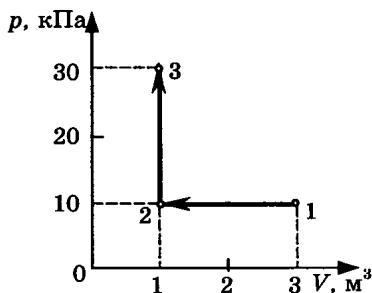
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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  $10 \text{ м/с}^2$ .

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.

# ВАРИАНТ 4

## Часть 1

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

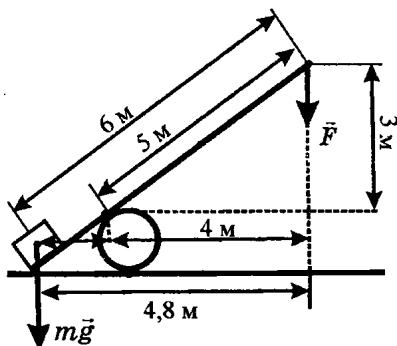
- A1. В таблице представлена зависимость координаты  $x$  движения тела от времени  $t$ :

$t$ , с	0	1	3	5
$x$ , м	0	1	1	2

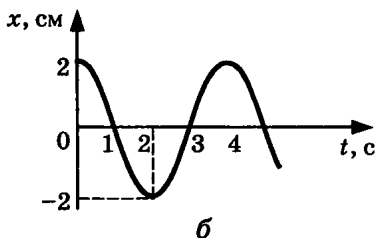
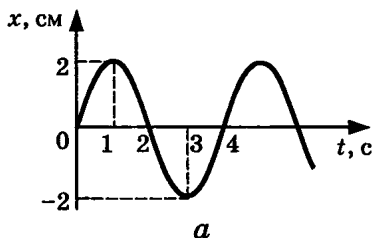
Определите скорость движения тела в интервале времени от 1 с до 3 с.

- 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  $25^\circ$ . Вектор ускорения движения шара направлен
- 1) перпендикулярно прямой, вдоль которой расположена нить  
2) к центру окружности  
3) от центра окружности  
4) вертикально вниз
- A3. Как движется тело при равенстве нулю суммы всех действующих на него сил? Выберите верное утверждение.
- 1) Скорость тела обязательно равна нулю  
2) Скорость тела убывает со временем  
3) Скорость тела постоянна и обязательно не равна нулю  
4) Скорость тела может быть любой, но обязательно постоянной во времени

- А4. Камень массой 1 кг брошен вертикально вверх с начальной скоростью 4 м/с. Потенциальная энергия камня от начала движения к тому времени, когда скорость камня уменьшится до 2 м/с, увеличится на
- 1) 2 Дж      2) 4 Дж      3) 6 Дж      4) 12 Дж
- А5. Сжатая на 2 см пружина подбрасывает стальной шар вертикально вверх на 20 см. Насколько увеличится высота полета шара при сжатии пружины на 4 см, если вся энергия сжатой пружины передается шару?
- 1) 20 см      2) 40 см      3) 60 см      4) 80 см
- А6. 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
- А7. На рисунке представлены графики зависимости координаты  $x$  центров масс тела  $a$  и тела  $b$  от времени  $t$  при гармонических колебаниях вдоль оси  $Ox$ . В какой момент времени тело  $b$  движется с такой же скоростью, с какой тело  $a$  двигалось в момент времени  $t = 2$  с?

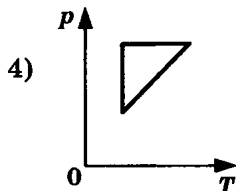
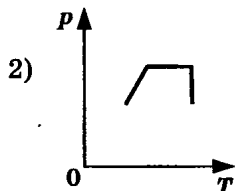
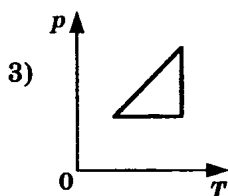
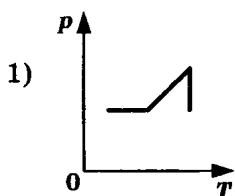


- 1)  $t = 0$  с    2)  $t = 1$  с    3)  $t = 2$  с    4)  $t = 3$  с

**A8.** Если давление идеального газа при постоянной концентрации увеличилось в 2 раза, то это значит, что его абсолютная температура

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



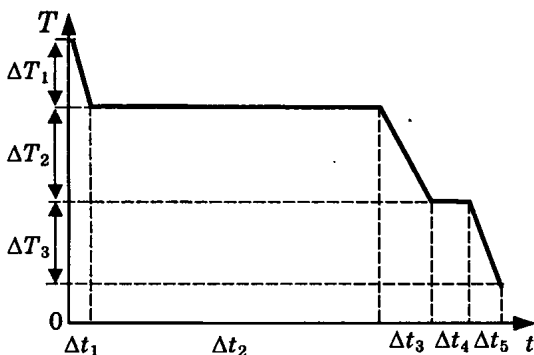
**A10.** Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом равна

- 1) 400 Дж    3) -400 Дж  
2) 200 Дж    4) -200 Дж

**A11.** Идеальная тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

- 1) 40 Дж    2) 60 Дж    3) 100 Дж    4) 160 Дж

**A12.** 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)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

**A13.** Почему зимой в меховой куртке человеку тепло? Выберите верное утверждение.

- 1) Меховая куртка имеет большую массу, в ней сохраняется много тепла из теплого дома. На морозе она понемногу отдает этот запас тепла человеку
- 2) В мехе много воздуха. Теплоемкость воздуха очень велика и имеющееся в мехе тепло передается человеку
- 3) В мехе много воздуха. Воздух обладает малой теплопроводностью, что способствует сохранению тепла, выделяемого телом человека
- 4) Мех обладает способностью повышать температуру любого тела

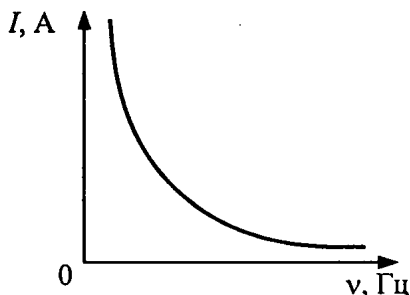
**A14.** Резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Отношение работ электрического тока, совершенных при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время, равно

- 1) 1 : 1 : 1
- 2) 1 : 2 : 3
- 3) 3 : 2 : 1
- 4) 1 : 4 : 9

**A15.** В каком из перечисленных ниже технических устройств используется явление возникновения тока при движении проводника в магнитном поле?

- 1) Электромагнит
- 2) Электродвигатель
- 3) Электродвигатель
- 4) Амперметр

**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 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.** 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
- A20.** При освещении мыльной пленки белым светом наблюдаются разноцветные полосы. Какое физическое явление обуславливает появление этих полос?
- 1) Дифракция
  - 2) Интерференция
  - 3) Дисперсия
  - 4) Поляризация
- A21.** 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



## 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  $\nu$  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 | 3) неизменность |
| 2) уменьшение |                 |

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

электрическое сопротивление лампы	напряжение на нити лампы	электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

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

### Часть 3

**При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A22.** 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  $\frac{h}{\lambda}$

**A23.** Каков спектр энергетических состояний атомного ядра и какие частицы испускает ядро при переходе из возбужденного состояния в нормальное?

1) Спектр линейчатый, испускает гамма-кванты

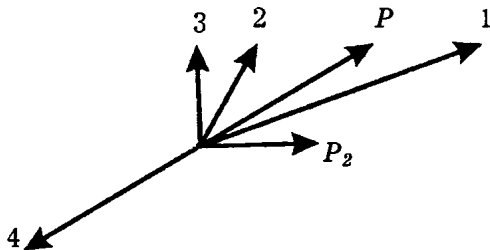
2) Спектр сплошной, испускает гамма-кванты

- 3) Спектр сплошной, испускает бета-частицы  
4) Спектр линейчатый, испускает альфа-частицы

**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  
2) Увеличится в 2 раза  
3) Уменьшится 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

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- C1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29^{\circ}\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до  $7^{\circ}\text{C}$ . 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  $7^{\circ}\text{C}$ . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

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

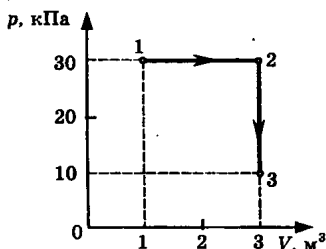
$t, ^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, ^{\circ}\text{C}$	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 C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

- C2. 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  $6,4 \text{ м}$ , чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна  $0 \text{ Н}$ ? Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .
- C3. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое коли-

чество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



- C4. 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.
- C5. 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  $30'$ .
- C6. 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 5

## Часть 1

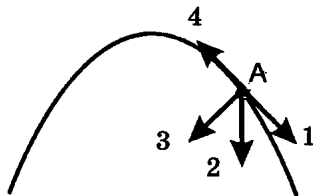
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1. В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения автомобиля от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{ м/с}$	0	2	2	6	0

Определите путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 6 с.

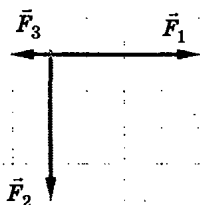
- 1) 6 м                      2) 15 м                      3) 17 м                      4) 23 м
- A2. Тело, брошенное под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Если сопротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке А этой траектории вектор скорости тела имеет направление по стрелке 1 на рисунке, то вектор его ускорения имеет направление, указанное стрелкой



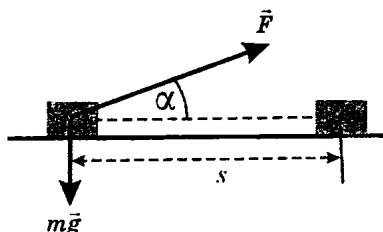
- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4
- A3. При свободном падении в вакууме свинцового шарика, пробки, птичьего пера
- 1) свинцовый шарик падает с наибольшим ускорением  
2) пробка падает с наименьшим ускорением  
3) птичье перо падает с наименьшим ускорением  
4) все эти тела падают с одинаковым ускорением

A4. 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



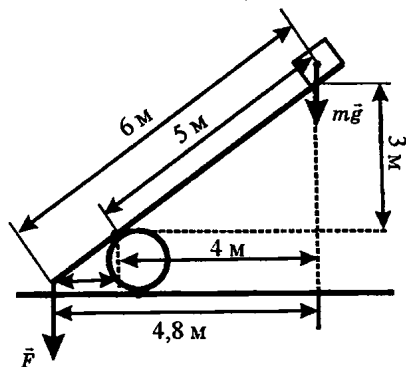
A5. Брусок массой  $m$  под действием силы  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту, перемещается на расстояние  $s$  по прямой на го-



ризонгальной поверхности с коэффициентом трения  $\mu$ . Работа силы трения равна

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

A6. 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



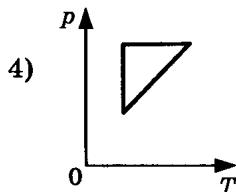
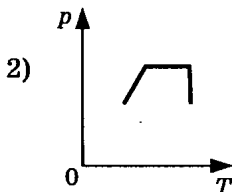
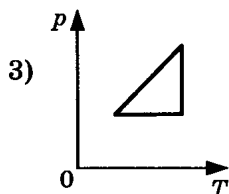
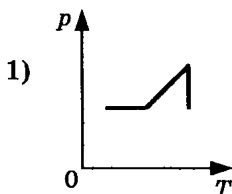
**A7.** При свободных колебаниях на пружине груз массой  $m$  проходит положение равновесия со скоростью  $v$ . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Модуль изменения полной механической энергии груза за это время равен

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

**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                      3) уменьшилась в 2 раза  
2) уменьшилась в 4 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?

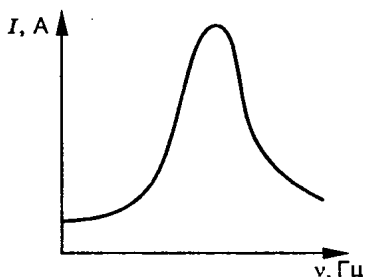


**A10.** Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 400 Дж                      3) -400 Дж  
2) 200 Дж                      4) -200 Дж

- A11.** Идеальная тепловая машина с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?
- 1) 40 Дж
  - 2) 60 Дж
  - 3) 100 Дж
  - 4) 160 Дж
- A12.** При превращении вещества массой  $m$  и удельной теплотой отвердевания  $\lambda$  из жидкого состояния в твердое при постоянной температуре  $T$  отданное веществом количество теплоты  $Q$  равно
- 1)  $\lambda m T$
  - 2)  $\lambda m$
  - 3)  $\frac{\lambda m}{T}$
  - 4)  $\frac{\lambda T}{m}$
- A13.** Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?
- 1) Увеличится в 16 раз
  - 2) Увеличится в 2 раза
  - 3) Увеличится в 8 раз
  - 4) Не изменится
- 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 электроемкости 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.** Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергия фотона?
- 1) Квадрату скорости фотона
  - 2) Скорости фотона
  - 3) Частоте излучения
  - 4) Длине волны
- A21.** При расположении предмета на расстоянии 3 м от фотоаппарата на фотопленке получается его четкое изображение. При приближении предмета к фотоаппарату для получения четкого изображения расстояние от объектива до фотопленки
- 1) должно увеличиться
  - 2) должно уменьшиться
  - 3) не должно меняться
  - 4) должно увеличиться или уменьшиться в зависимости от размеров предмета

## 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  $\lambda$  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 ИЗМЕНЕНИЯ**

- |                                                    |                                     |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 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 фотозлектрона | 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

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22. 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
- A23. 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
- 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

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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**

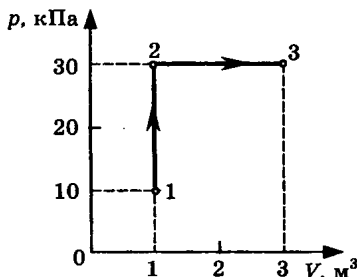
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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



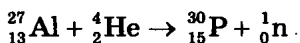
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

- С2.** В аттракционе человек 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 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	${}^{13}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

# ВАРИАНТ 6

## Часть 1

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

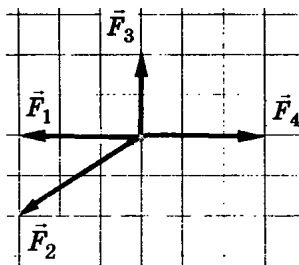
- A1. В таблице представлена зависимость координаты  $x$  движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{ м}$	0	3	6	9	12

С какой скоростью двигалось тело от момента времени 1 с до момента времени 3 с?

- 1) 0,5 м/с    2) 1,5 м/с    3) 2 м/с    4) 3 м/с
- A2. 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

- A3. На рисунке представлены четыре вектора сил. С исключением какого из четырех векторов равнодействующая оставшихся трех векторов равна нулю?

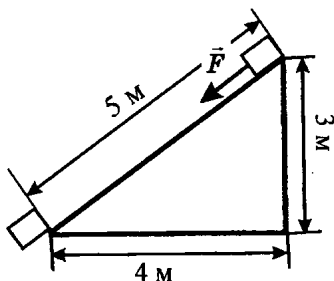


- 1)  $\vec{F}_1$     3)  $\vec{F}_3$   
2)  $\vec{F}_2$     4)  $\vec{F}_4$

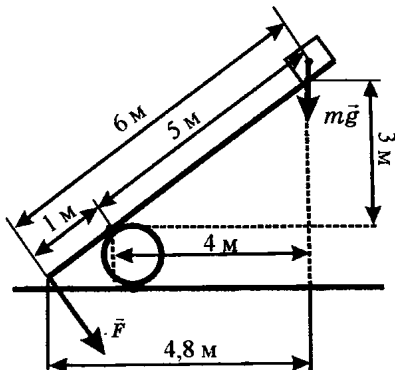
**A4.** Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. При растяжении этой пружины еще на 2 см ее потенциальная энергия упругой деформации увеличится на

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

**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 трения? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



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



**A6.** 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 600 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен

- 1) 100 Н      2) 120 Н      3) 150 Н      4) 2400 Н

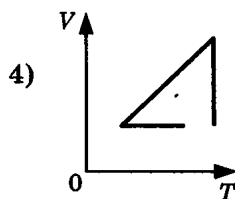
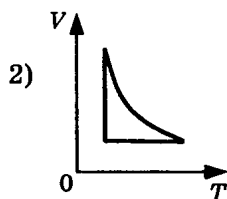
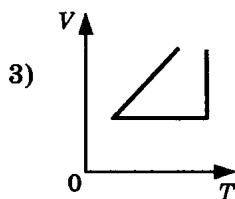
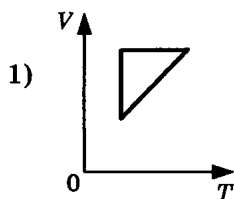
**A7.** Гири массой 2 кг подвешена на стальной пружине и совершает свободные колебания вдоль вертикально направленной оси  $Ox$ , координата  $x$  центра масс гири изменяется со временем по закону  $x = 0,4 \cdot \sin 5t$ . Кинетическая энергия гири изменяется по закону

- 1)  $4 \cdot \cos^2 5t$       3)  $8 \cdot \sin^2 5t$   
 2)  $4 \cdot \sin^2 5t$       4)  $8 \cdot \cos^2 5t$

**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?



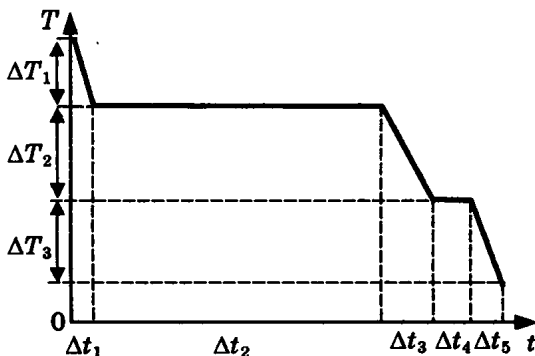
A10. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная внешними силами над газом, равна

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

A11. 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     2) 30 Дж     3) 50 Дж     4) 80 Дж

A12. 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)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

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 ме-

жду телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами станет равна

- |          |         |
|----------|---------|
| 1) 32 мН | 3) 8 мН |
| 2) 16 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
- 2) отражения
- 3) преломления
- 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  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ .

Каков относительный показатель преломления первой среды относительно второй?

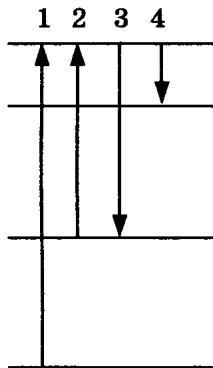
- 1) 0,5                                      3) 2  
 2)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$                                       4)  $\sqrt{3}$

**A19.** При освещении металлической пластины с работой выхода  $A$  монохроматическим светом длиной волны  $\lambda$  происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна  $E_{\text{макс}}$ . Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении монохроматическим светом длиной волны  $0,5\lambda$  пластины с работой выхода  $A/2$ ?

- 1)  $E_{\text{макс}} - A/2$                                       3)  $2E_{\text{макс}}$   
 2)  $E_{\text{макс}} + A/2$                                       4) Больше  $2E_{\text{макс}} + A/2$

**A20.** На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомом фотона самой малой частоты?

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



**A21.** Конденсатор электроемкостью  $0,5 \text{ Ф}$  был заряжен до напряжения  $4 \text{ В}$ . Затем к нему подключили параллельно незаряженный конденсатор электроемкостью  $0,5 \text{ Ф}$ . Энергия системы из двух конденсаторов после их соединения равна

- 1)  $16 \text{ Дж}$       2)  $8 \text{ Дж}$                       3)  $4 \text{ Дж}$                       4)  $2 \text{ Дж}$



## 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**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <p>А) В летний день человек увидел на небе радугу после дождя</p> <p>Б) Он подумал, что возможно разноцветная радуга возникает в результате какого-то взаимодействия белого солнечного света с каплями дождя</p> <p>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</p> | <p>1) Эксперимент</p> <p>2) Наблюдение</p> <p>3) Гипотеза</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

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**

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

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

**При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A22.** При высоких температурах возможен синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода:



Какая частица  $X$  освобождается при осуществлении такой реакции?

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1) Нейтрон  | 3) Протон   |
| 2) Нейтрино | 4) Электрон |

**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. Радиоактивный изотоп имеет период полураспада 2 минуты. Из 100 ядер этого изотопа сколько ядер испытает радиоактивный распад за 2 минуты?

- 1) Точно 50 ядер
- 2) 50 или немного меньше
- 3) 50 или немного больше
- 4) Около 50 ядер, может быть немного больше или немного меньше

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)  $mv/M$

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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

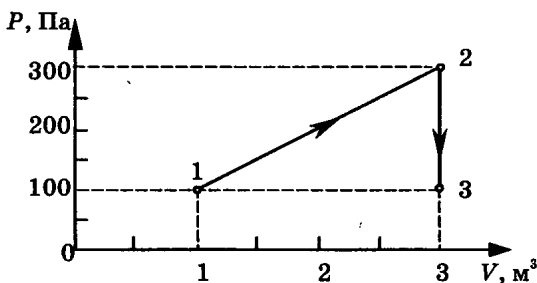
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

**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  $60\text{ кг}$  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  $10 \text{ м/с}^2$ .

- 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. Ядро изотопа водорода  ${}^2_1\text{H}$  — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией  $3,34 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$  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  $a = 9 \text{ см}$  от щели в экране, расстояние от решетки до экрана  $l = 40 \text{ см}$ . Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.
- С6. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно  $4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$  в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

# ВАРИАНТ 7

## Часть 1

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

- A1. В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения автомобиля от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{ м/с}$	0	2	2	6	6

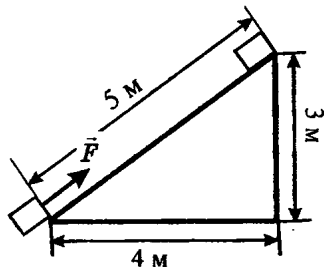
Определите путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с.

- 1) 6 м            2) 15 м            3) 17 м            4) 23 м
- A2. Космический корабль улетает от Земли. Как направлен вектор ускорения корабля в тот момент, когда вектор силы гравитационного притяжения Земли направлен под углом  $120^\circ$  к вектору скорости корабля? Действие остальных тел на корабль пренебрежимо мало.
- 1) По направлению вектора скорости  
2) По направлению вектора силы  
3) Противоположно вектору скорости  
4) По направлению суммы векторов силы и скорости
- A3. Под действием одной силы  $\vec{F}_1$  тело движется с ускорением  $4 \text{ м/с}^2$ . Под действием другой силы  $\vec{F}_2$ , направленной противоположно силе  $\vec{F}_1$ , ускорение тела равно  $3 \text{ м/с}^2$ . При одновременном действии сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  тело будет двигаться с ускорением
- 1)  $0 \text{ м/с}^2$             2)  $1 \text{ м/с}^2$             3)  $5 \text{ м/с}^2$             4)  $7 \text{ м/с}^2$

A4. Маятник массой  $m$  проходит точку равновесия со скоростью  $v$ . Через четверть периода колебаний он достигает точки максимального удаления от точки равновесия. Модуль изменения импульса маятника за это время равен

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

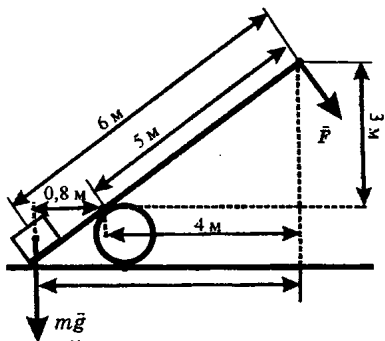
A5. Тело массой 2 кг под действием силы  $\vec{F}$  перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние  $l = 5$  м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на  $h = 3$  м.



Вектор силы  $\vec{F}$  направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы  $\vec{F}$  равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила тяжести? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .

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

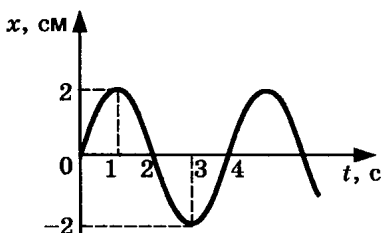
A6. Под действием силы тяжести  $m\vec{g}$  груза и силы  $\vec{F}$  рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы  $\vec{F}$  перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы  $\vec{F}$  равен 240 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен



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



**A7.** 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  $\nu$  колебаний?



1)  $x_0 = 2$  см,  $\nu = 1$  Гц

3)  $x_0 = 2$  см,  $\nu = 0,25$  Гц

2)  $x_0 = 2$  см,  $\nu = 4$  Гц

4)  $x_0 = 4$  см,  $\nu = 0,25$  Гц

**A8.** При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. При этом давление газа

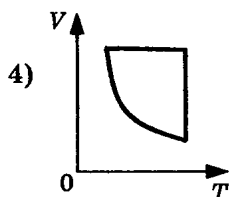
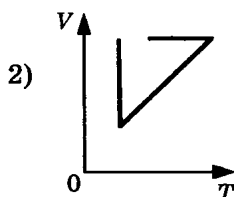
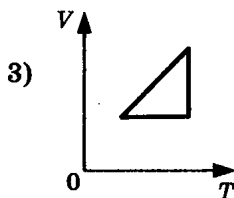
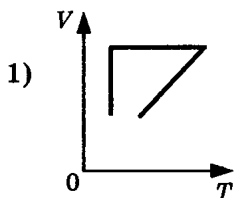
1) уменьшилось в 16 раз

3) уменьшилось в 4 раза

2) уменьшилось в 2 раза

4) не изменилось

**A9.** 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?



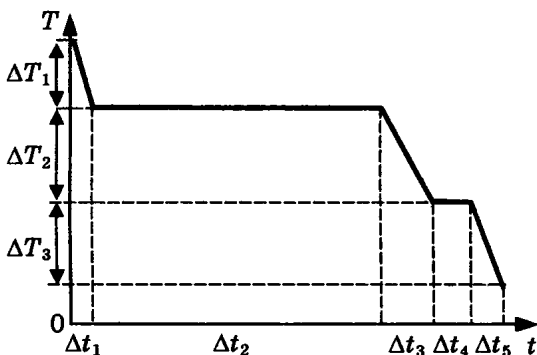
**A10.** Если идеальный газ совершил работу 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, то газ в этом процессе

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

**A11.** Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

- 1) 100 Дж
- 2) 160 Дж
- 3) 120 Дж
- 4) 140 Дж

**A12.** 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?



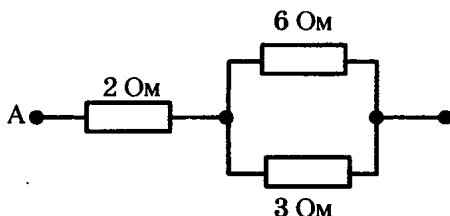
- 1)  $\frac{P \cdot \Delta t_5}{m \cdot \Delta T_3}$
- 2)  $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$
- 3)  $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$
- 4)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

**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)  $F/n^4$

A14. Сопротивление цепи на рисунке равно



- 1) 11 Ом      2) 6 Ом      3) 4 Ом      4) 1 Ом

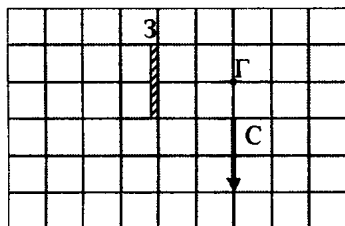
A15. Прямолинейный проводник длиной 0,5 м, по которому течет ток 6 А, находится в однородном магнитном поле. Модуль вектора магнитной индукции 0,2 Тл, проводник расположен под углом  $30^\circ$  к вектору  $\vec{B}$ . Сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна

- 1) 0,075 Н      2) 0,3 Н      3) 0,6 Н      4) 120 Н

A16. В колебательном контуре из конденсатора емкостью 2 мкФ и катушки происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$ . При амплитуде колебаний силы тока в контуре 0,01 А амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна

- 1)  $2 \cdot 10^{-5} \text{ В}$       2) 0,05 В      3) 0,02 В      4) 5 В

A17. В плоском зеркале З наблюдается изображение стрелки С, глаз находится в точке Г. Какая часть изображения стрелки в зеркале не видна глазу?



- 1) Все изображение стрелки не видно  
 2) Не видно 0,5 изображения стрелки  
 3) Не видно 0,25 изображения стрелки  
 4) Видно все изображение стрелки

**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.** При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Каким будет значение максимальной кинети-

ческой 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

## 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.** Гирия 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

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. 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

A23. В результате столкновения  $\alpha$ -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

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

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?



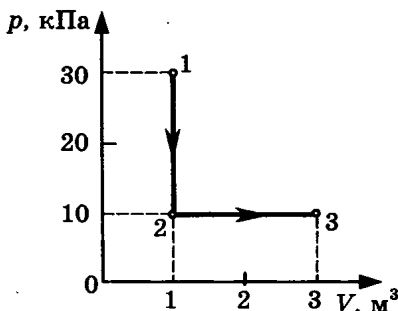
**Давление и плотность насыщенного водяного пара  
при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 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:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

### 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 8

## Часть 1

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

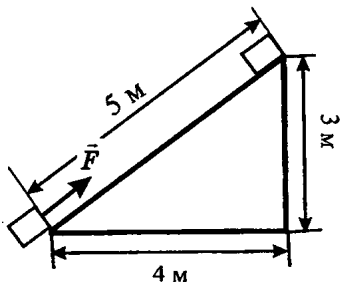
- A1. В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{ м/с}$	0	2	2	6	6

Определите путь, пройденный телом за время от момента времени  $t = 0$  с до момента времени  $t = 2$  с.

- 1) 1 м      2) 2 м      3) 3 м      4) 4 м
- A2. 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. Две силы 3 Н и 4 Н приложены к одной точке тела, угол между векторами сил равен  $90^\circ$ . Модуль равнодействующей сил равен
- 1) 1 Н      2) 5 Н      3) 7 Н      4) 25 Н
- A4. 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

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  $\vec{F}$ ? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .

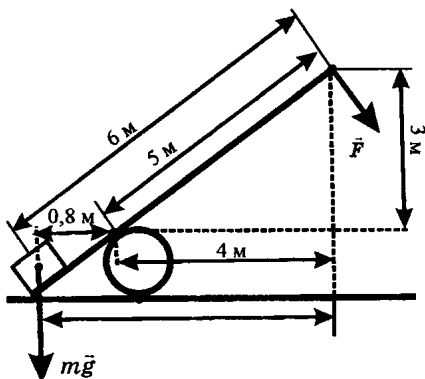
1) 150 Дж

3) 40 Дж

2) 60 Дж

4) - 40 Дж

А6. 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



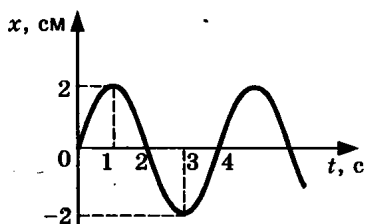
1) 20 Н

2) 30 Н

3) 600 Н

4) 750 Н

**A7.** 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?

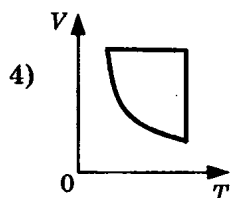
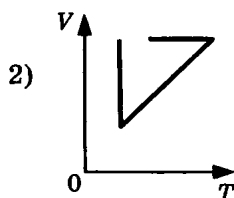
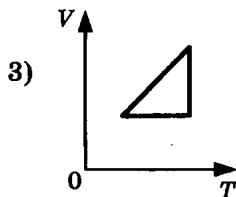
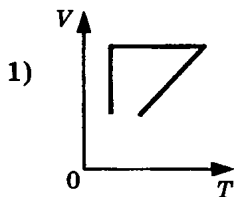


- 1)  $x_0 = 2$  см,  $T = 1$  с
- 2)  $x_0 = 2$  см,  $T = 2$  с
- 3)  $x_0 = 2$  см,  $T = 4$  с
- 4)  $x_0 = 4$  см,  $T = 4$  с

**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
- 2) увеличилось в 2 раза
- 3) увеличилось в 4 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?



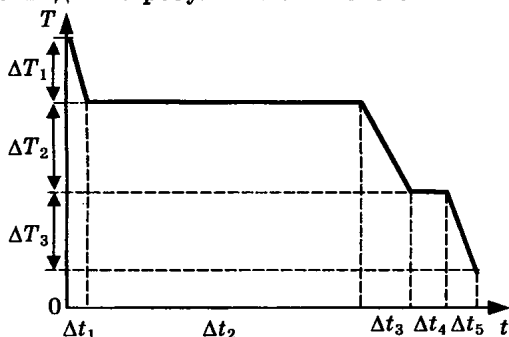
A10. Идеальный газ совершил работу 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты отдал или получил газ в этом процессе?

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

A11. 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

A12. 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)  $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$

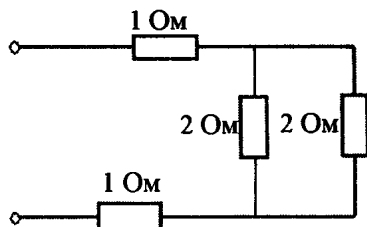
- 2)  $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$

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

A13. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равна  $F$ . Чему станет равна сила взаимодействия между телами, если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а расстояние между телами уменьшить в 2 раза?

- 1)  $F/2$
- 2)  $F$
- 3)  $2F$
- 4)  $8F$

**A14.** Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



- 1) 6 Ом      2) 4 Ом      3) 3 Ом      4) 0,25 Ом

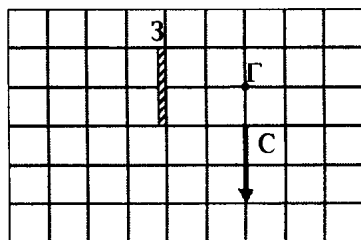
**A15.** Квадратная рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг одной из своих сторон. Первый раз ось вращения совпадает с направлением вектора магнитной индукции, второй раз перпендикулярна ему. Ток в рамке

- 1) возникает в обоих случаях  
 2) не возникает ни в одном из случаев  
 3) возникает только в первом случае  
 4) возникает только во втором случае

**A16.** В колебательном контуре из конденсатора емкостью 50 мкФ и катушки индуктивностью 2 Гн циклическая частота  $\omega$  свободных электромагнитных колебаний равна

- 1)  $100 \text{ с}^{-1}$       2)  $10 \text{ с}^{-1}$       3)  $0,1 \text{ с}^{-1}$       4)  $0,01 \text{ с}^{-1}$

**A17.** В плоском зеркале З наблюдается изображение стрелки С, глаз находится в точке Г. Какая часть изображения стрелки видна глазу?



- 1) Вся стрелка      3)  $\frac{1}{4}$   
 2)  $\frac{1}{2}$       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.** При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  происходит фотоэлектрический эффект. Максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. При освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой  $2\nu$  значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов будет
- 1) 1 эВ
  - 2) 4 эВ
  - 3) больше 2 эВ, но меньше 4 эВ
  - 4) больше 4 эВ



## 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.** Гирия 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  
 Б) Ускорение  
 В) Кинетическая энергия  
 Г) Потенциальная энергия

- 1) Не изменяется  
 2) Увеличивается  
 3) Уменьшается

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  
 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, 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.

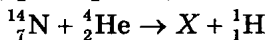
### Часть 3

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. 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

A23. При столкновении  $\alpha$ -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)  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$

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                      2)  $mv/3$                       3)  $mv/2$                       4)  $mv$

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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**

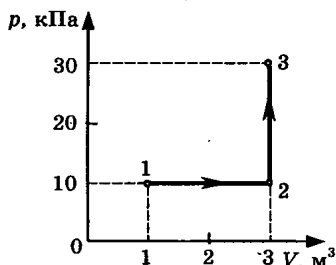
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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 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  $10 \text{ м/с}^2$ .

**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 9

## Часть 1

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

А1. В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения автомобиля от времени  $t$ :

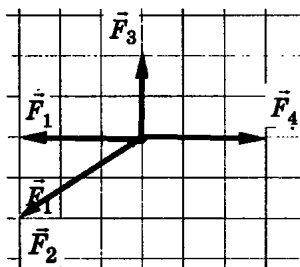
$t, \text{ с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{ м/с}$	0	2	2	6	6

Какой путь был пройден телом за вторую секунду?

- 1) 0 м      2) 1 м      3) 2 м      4) 3 м

А2. 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

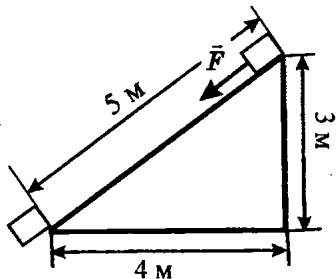


А3. На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы  $\vec{F}_1$  равен 3 Н. Модуль равнодействующей векторов  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  и  $\vec{F}_4$  равен

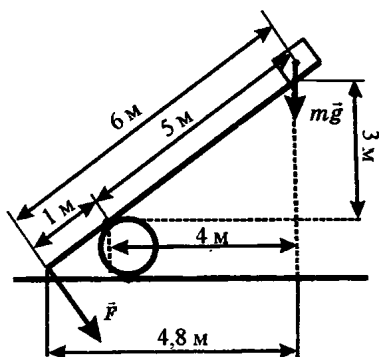
- 1)  $(8 + \sqrt{13})$  Н      3) 3 Н  
2)  $\sqrt{13}$  Н      4) 0 Н

- A4.** Если при увеличении скорости тела его импульс увеличился в 4 раза, то при этом кинетическая энергия тела
- 1) увеличилась в 2 раза
  - 2) увеличилась в 4 раза
  - 3) увеличилась в 16 раз
  - 4) уменьшилась в 4 раза

- 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 тяжести? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



- 1) 100 Дж
  - 2) 90 Дж
  - 3) 60 Н
  - 4) -60 Н
- A6.** 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 120 Н, то модуль силы тяжести, действующей на груз, равен
- 1) 20 Н
  - 2) 24 Н
  - 3) 30 Н
  - 4) 480 Н



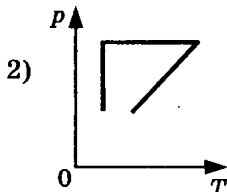
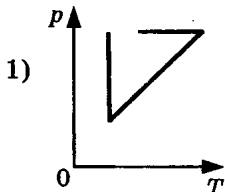
**A7.** При свободных колебаниях груза на нити как маятника его кинетическая энергия изменяется от 0 Дж до 50 Дж, максимальное значение потенциальной энергии 50 Дж. В каких пределах изменяется полная механическая энергия груза при таких колебаниях?

- 1) Не изменяется и равна 0 Дж
- 2) Изменяется от 0 Дж до 100 Дж
- 3) Не изменяется и равна 50 Дж
- 4) Не изменяется и равна 100 Дж

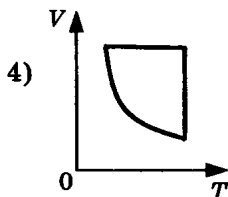
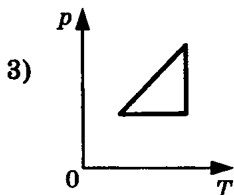
**A8.** При уменьшении объема идеального газа в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза давление газа

- 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?







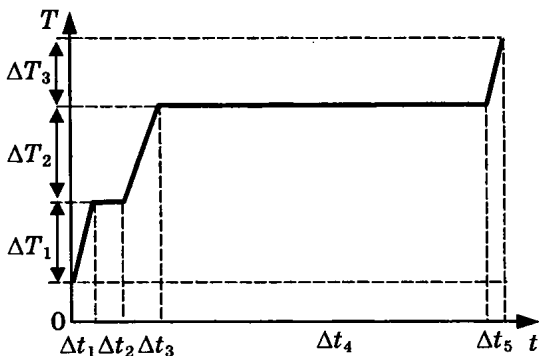
**A10.** Если идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж, то работа, совершенная газом, равна

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

**A11.** Возможна ли такая идеальная тепловая машина, которая за цикл получает от нагревателя 50 Дж и совершает полезную работу 100 Дж? Каков КПД такой тепловой машины?

- 1) Возможна, 200%
- 2) Возможна, -67%
- 3) Возможна, 50%
- 4) Невозможна, 200%

**A12.** На рисунке представлен график зависимости температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t = 0$  вода находилась в твердом состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоту плавления льда 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)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

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. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом  $30^\circ$  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
  - 2) Инфракрасное излучение
  - 4) Рентгеновское излучение
- A18.** При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $53^\circ$ , а угол преломления  $37^\circ$  ( $\sin 37^\circ \approx 0,6$ ,  $\sin 53^\circ \approx 0,8$ ). 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
  - 2) Дифракция
  - 3) Поляризация
  - 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

## 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. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления кометы от Солнца и если изменяются, то как? Считаем, что на комету действует только сила тяготения 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.

**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
- Б) Температура
- В) Внутренняя энергия

- 1) Увеличение
- 2) Уменьшение
- 3) Неизменность

А	Б	В	Г

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

**При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «x» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

**A22.** В начальный момент времени было 1000 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 минут. Сколько ядер этого изотопа останется нераспавшимся через 10 минут?

- 1) 0
- 2) Точно 250
- 3) Примерно 250
- 4) Примерно 750

**A23.** Испускание какой частицы не сопровождается изменением зарядового и массового числа атомного ядра?

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

- A24.** Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если уменьшить 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
- A25.** Человек массой  $m$  прыгает с горизонтальной скоростью  $v$  относительно Земли из неподвижной лодки массой  $M$  на берег. Каков модуль суммы векторов импульсов лодки и человека относительно Земли в момент после отрыва человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.
- 1) 0
  - 2)  $mv$
  - 3)  $(m + M)v$
  - 4)  $2mv$

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

- 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 опреде-

лите 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**

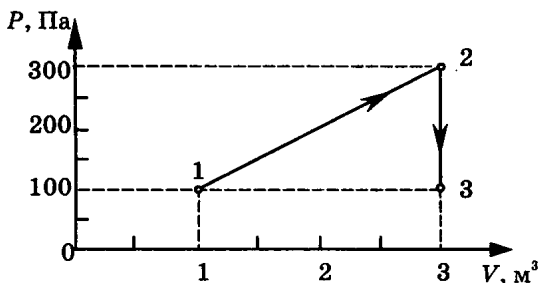
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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  $70\text{ кг}$  движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью двигалась тележка в нижней точке круговой траектории радиусом  $5\text{ м}$ , если в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна  $2100\text{ Н}$ ? Ускорение свободного падения  $10\text{ м/с}^2$ .
- 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  $^{235}\text{U}$  равным 200 МэВ.

# ВАРИАНТ 10

## Часть 1

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

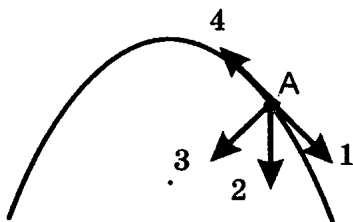
- A1. В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	2	3	4	5
$v, \text{ м/с}$	0	10	10	0	0

Найдите путь, пройденный телом за время от момента времени 0 с до момента времени 3 с.

- 1) 10 м      2) 15 м      3) 20 м      4) 25 м

- A2. Тело, брошенное под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Если сопротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке A этой траектории вектор скорости тела имеет направление по



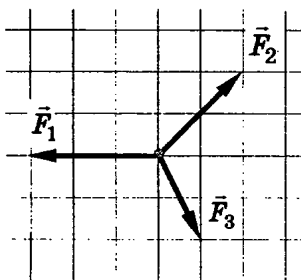
стрелке 4 на рисунке, то вектор его ускорения имеет направление, указанное стрелкой

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

- A3. Пловец плышет 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.

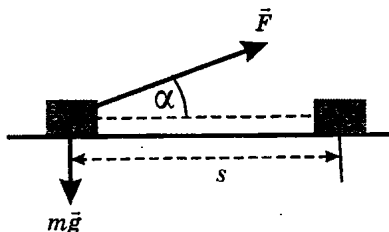
- 1) 0,1 м/с                              3) 0,5 м/с  
2) 0,25 м/с                              4) 0,7 м/с

A4. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы  $\vec{F}_1$  равен 3 Н. Модуль равнодействующей векторов  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  и  $\vec{F}_3$  равен



- 1) 9 Н                      3) 6 Н  
2) 8 Н                      4) 0 Н

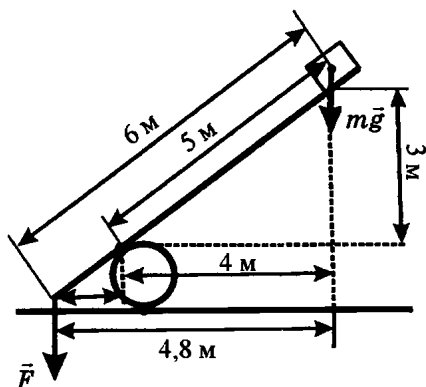
A5. Брусок массой  $m$  перемещается на расстояние  $s$  по прямой на горизонтальной поверхности под действием силы  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Коэффициент трения равен  $\mu$ . Работа силы тяжести бруска на этом пути равна



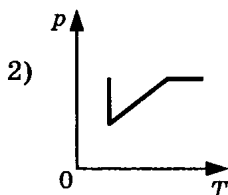
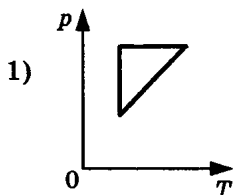
- 1)  $-\mu mgs$                                               3)  $\mu(mg - F \sin \alpha)s$   
2)  $-\mu(mg - F \sin \alpha)s$                                               4) 0

A6. 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 тяжести, действующей на груз, равен 30 Н, то модуль силы  $\vec{F}$  равен

- 1) 25 Н  
2) 30 Н  
3) 150 Н  
4) 180 Н



- A7.** Гиря массой 4 кг, подвешенная на стальной пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с. С каким периодом будет совершать свободные колебания гиря массой 1 кг, подвешенная на этой пружине?
- 1) 0,5 с      2) 1 с      3) 4 с      4) 8 с
- A8.** В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. При этом абсолютная температура газа
- 1) увеличилась в 4 раза      3) уменьшилась в 4 раза  
2) увеличилась в 2 раза      4) увеличилась в 16 раз
- A9.** Идеальный газ сначала охлаждался 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?

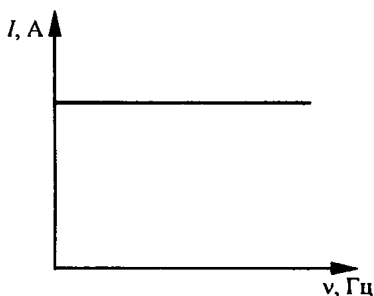




**A15.** При силе тока в проводнике 20 А на участок прямого проводника длиной 50 см в однородном магнитном поле действует сила Ампера 12 Н. Вектор индукции магнитного поля направлен под углом  $37^\circ$  к проводнику ( $\sin 37^\circ \approx 0,6$ ,  $\cos 37^\circ \approx 0,8$ ). Значение модуля индукции магнитного поля в этом случае равно

- |           |             |
|-----------|-------------|
| 1) 2 Тл   | 3) 0,02 Тл  |
| 2) 1,5 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.** Контур радиоприемника настроен на длину волны 30 м. Как нужно изменить электроемкость конденсатора в контуре приемника, чтобы он при неизменной индуктивности катушки колебательного контура был настроен на волну длиной 15 м?

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

- A18.** Технология «просветления» объективов оптических систем основана на использовании явления
- |                  |                |
|------------------|----------------|
| 1) дифракции     | 3) дисперсии   |
| 2) интерференции | 4) поляризации |
- A19.** Какое из приведенных ниже равенств является условием красной границы фотоэффекта (с поверхности тела с работой выхода  $A$ ) под действием света с частотой  $\nu$ ?
- |                   |               |
|-------------------|---------------|
| 1) $h\nu = A$     | 3) $E = h\nu$ |
| 2) $E = h\nu - A$ | 4) $A = 0$    |
- A20.** В результате электронного  $\beta$ -распада ядра атома элемента с зарядовым числом  $Z$  получается ядро атома элемента с зарядовым числом
- |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 1) $Z - 2$ | 2) $Z + 1$ | 3) $Z - 1$ | 4) $Z + 2$ |
|------------|------------|------------|------------|
- A21.** При увеличении частоты переменного тока в 4 раза индуктивное сопротивление катушки
- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1) не изменится        | 3) уменьшится в 2 раза |
| 2) увеличится в 4 раза | 4) уменьшится в 4 раза |

## 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> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Эксперимент</li> <li>2) Наблюдение</li> <li>3) Гипотеза</li> </ol> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



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.

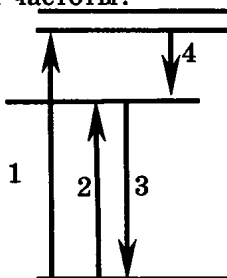
Сила тока	Напряжение	Мощность

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

## Часть 3

При выполнении заданий части 3 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A22–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомами света наименьшей частоты?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

A23. 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

A24. Свет в прозрачной среде с абсолютным показателем преломления  $n$  имеет длину волны  $\lambda$ . Какова длина волны  $\lambda_1$  этого света в вакууме?

1)  $\lambda_1 = \lambda$

3)  $\lambda_1 = \lambda/n$

2)  $\lambda_1 = n \lambda$

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

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

**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.**

**В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.**

**С1.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 19 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 9 °С. 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.

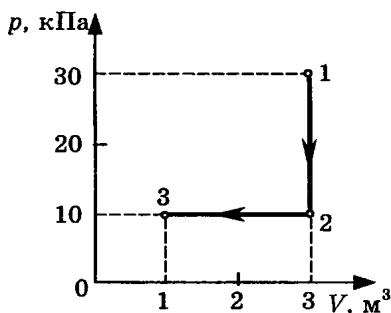
**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	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

$t, ^\circ\text{C}$	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  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 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.

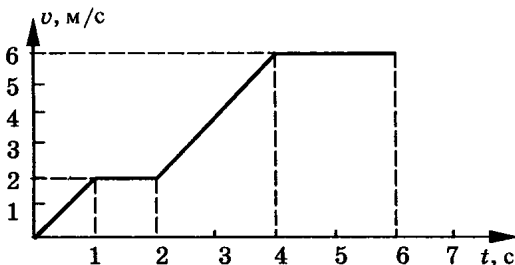
- С5. Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние  $d$  между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна  $1'$ , 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.

# РАЗБОР ВАРИАНТА 8

## Часть 1

**A1.** Построим график зависимости модуля скорости от времени по приведенным в таблице значениям. По графику (см. рис.) 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

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

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

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

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.** Модуль равнодействующей сил определяется по правилу параллелограмма. Так как угол между векторами сил равен  $90^\circ$ , 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.*

**A4.** 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.*

**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  $\alpha$  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.*

**A6.** 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:

$$mgl_1 = Fl_2.$$

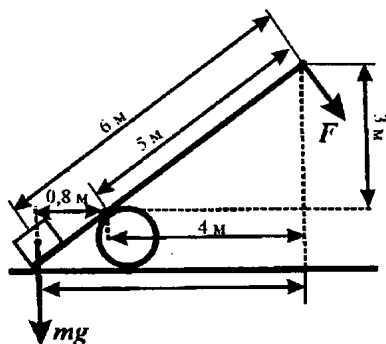
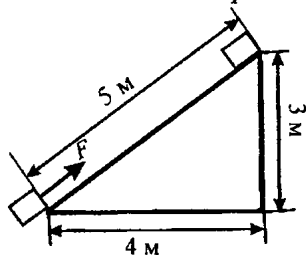
Из этого равенства модуль силы тяжести равен:

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

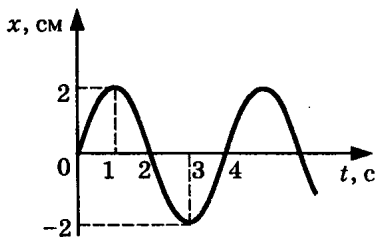
По схеме на рисунке находим, что  $l_2 = 5 \text{ м}$ ,  $l_1 = 0,8 \text{ м}$ . Следовательно

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

*Правильный ответ под номером 4.*



А7. Амплитуда  $x_0$  колебаний равна модулю максимального смещения  $x$  тела от положения равновесия,  $x_0 = 2$  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  $t = 4$  с снова выполняется равенство  $x = 0$  и координата  $x$  возрастает со временем. Период  $T$  колебаний равен 4 с.

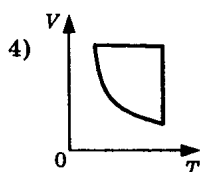
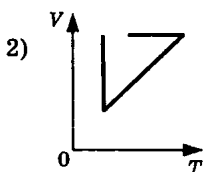
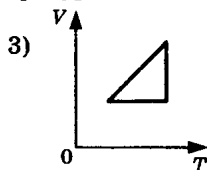
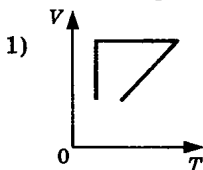
*Правильный ответ под номером 3.*

А8. Давление идеального газа связано со средней квадратичной скоростью теплового движения его молекул выражением  $p = (1/3) n m_0 v^2$ .

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

$$\Delta U = Q - A', \quad Q = \Delta U + A', \\ Q = 300 \text{ Дж} + 300 \text{ Дж} = 600 \text{ Дж}.$$

*Правильный ответ под номером 3.*

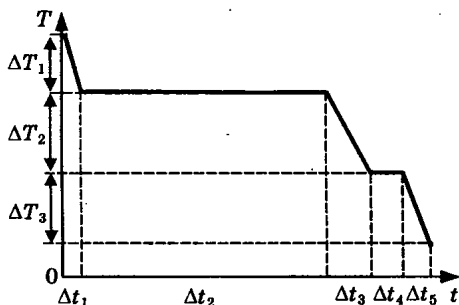
A11. КПД  $\eta$  тепловой машины равен  $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ , от-

сюда 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.*

A12. При охлаждении воды из газообразного состояния сначала происходит понижение температуры пара в течение интервала времени  $\Delta t_1$ . Затем в течение интервала времени  $\Delta t_2$  происходит процесс конденсации пара в жидкость при постоянной температуре. Далее в течение интервала времени  $\Delta t_3$  происходит процесс понижения температуры жидкости. При достижении температуры кристаллизации воды, в течение интервала времени  $\Delta t_4$  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.*

A13. По закону Кулона сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами определяется выражением

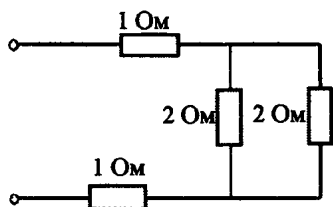
$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ . Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами увеличится в 8 раз:  $F_1 = k \frac{2q_1 q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 8k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ .

*Правильный ответ под номером 4.*

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

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2},$$

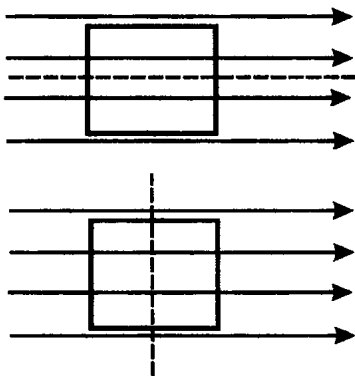
$$R = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} \text{ Ом} = 1 \text{ Ом}.$$



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 емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$  циклическая частота  $\omega$  свободных электромагнитных колебаний равна:

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

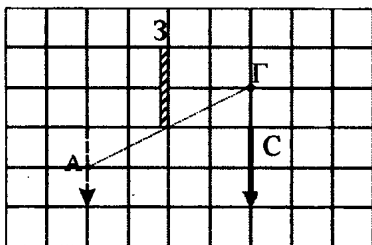
Подставив значения индуктивности катушки и емкости конденсатора из условия задачи, получаем:

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

*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  $\lambda$  света связана со скоростью ее распространения  $v$  и частотой  $\nu$  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  $\nu$  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.** При фотоэффекте связь между частотой  $\nu$  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  $\nu$  уравнением:

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

Во втором случае имеем уравнение:

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

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.*

## 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.

**В4.** 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:

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

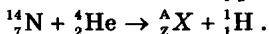
Таким образом получаем:  $I_2 < I_1$ ,  $U_2 > U_1$ ,  $P_2 < P_1$ .

## Часть 3

**A22.** Ядра атомов радиоактивных изотопов могут самопроизвольно превращаться в ядра атомов других химических элементов.

*Правильный ответ под номером 3.*

**A23.** Запишем уравнение ядерной реакции в виде:



Массовое число  $A$  (число нуклонов) неизвестного продукта ядерной реакции находим из уравнения:  $14 + 4 = A + 1$ ,  $A = 17$ .

Зарядовое число  $Z$  (число элементарных электрических зарядов) неизвестного продукта ядерной реакции находим из уравнения:  $7 + 2 = Z + 1$ ,  $Z = 8$ .

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

*Правильный ответ под номером 1.*

**A24.** Емкость 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.*

### C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12 °С, из таблицы $p = 14$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 23 °С равно 28 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение: $\phi = \frac{p}{p_0}; \quad \phi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	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.	1
	Максимальный балл	3

### C2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.	$ma = mg + F \quad (1)$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$v = \sqrt{aR} =$ $= \sqrt{\left(g + \frac{N}{m}\right)R},$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A',$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа: Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$ $A' = p_1 \Delta V$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) + p_1\Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### C4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ $I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\varepsilon}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r} =$ $= \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{12}} = 2 \text{ А}$	1
3	Отсюда получаем:	$\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \frac{\varepsilon}{12},$ $5\varepsilon = 60 \text{ В}, \quad \varepsilon = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

#### C5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Максимальный угол $\alpha$ падения луча света из воздуха в воду равен $90^\circ$ , соответствующий ему угол преломления $\beta$ определяется по известному значению относительного показателя преломления $n$ воды:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	
2	Рисунок, поясняющий решение.		1
3	Максимальное расстояние $a$ , на котором виден комар на глубине $h$ , равно:	$a = \frac{h}{\cos \beta} =$ $= \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} =$ $= \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}, a \approx 3,0 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

### С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта с учетом задерживающего потенциала:	$h\nu = A + E_k$	1
2	Записано выражение связи максимальной кинетической энергии фотоэлектрона с запирающим напряжением и условие красной границы фотоэффекта:	$E_k = eU$ $h\nu_0 = A$	1
3	Получено выражение для вычисления частоты и ответ в численном виде:	$\nu = \nu_0 + \frac{eU}{h}$ $\nu \approx 1,33 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$	1
		Максимальный балл	3

# ОТВЕТЫ

## Вариант 1

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	222
B3	2122
B4	333

### Часть 3

A22. 4    A23. 4    A24. 1    A25. 1

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 25 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 25 °С, из таблицы $p = 32$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение: $\phi = \frac{p}{p_0}; \phi = \frac{32 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,8 = 80\%$	1
3	Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 25 °С увеличится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.	$ma = mg + F$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$ $R = 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно внешние силы совершили работу $A$ над газом. По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в со- стояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A = p_3 \Delta V$	
	Получение правильного численного значения коли- чества теплоты:	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$	
3	Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) -$ $-3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -6 \cdot 10^4$ Дж	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при корот- ком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 12 \text{ A}$	1
	Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$\varepsilon = 12r \text{ B}$	
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопро- тивлением $5 \text{ Ом}$ сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{12r}{R+r} = 2 \text{ A}$	1
3	Отсюда получаем:	$12r = 2R + 2r, 10r = 2 \cdot 5 \text{ Ом}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

## С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с модулем центростремительного ускорения:	$e v B = \frac{m v^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{e B R}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ м/с} \approx 7 \cdot 10^6 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

## С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{Al}}^{27} + m_{\text{He}}^4 - m_{\text{P}}^{30} - m_{\text{n}}^1$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 1,00866 \approx -0,00282$ (а.е.м.) или $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx -4,7 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$	1
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, или получаем энергетический выход ядерной реакции: Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,6 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx -4,7 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,6 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 2

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	333
B3	233
B4	122

## Часть 3

A22. 2    A23. 2    A24. 4    A25. 1



## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка эта- па в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14°С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	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.	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.	$ma = mg + F$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	(2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	(3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$ $R = 4,5 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

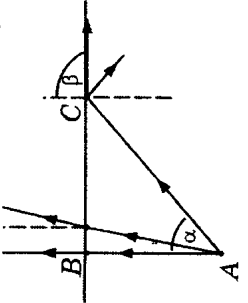
### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$ , $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A = p_1 \Delta V$	

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $-3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи для случая подключения внешнего элемента цепи и для случая короткого замыкания:	$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r}, I_0 = \frac{\varepsilon}{r}$	1
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\varepsilon}{I_0}, I_1 = \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \varepsilon}{RI_0 + \varepsilon},$ $RI_0 I_1 + I_1 \varepsilon = I_0 \varepsilon, \varepsilon = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\varepsilon = 12 \text{ В}, r = 0,6 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Ход лучей, исходящих из одной точки А на дне бассейна. Вертикальный луч АВ не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, все остальные лучи испытывают преломление или отражаются от границы раздела.		1
2	Полное внутреннее отражение происходит начиная с такого значения угла падения $\alpha$ , при котором угол преломления $\beta$ равен $90^\circ$ : Следовательно, предельное значение угла $\alpha$ , при котором свет выходит из воды, определяется условием:	$\beta = 90^\circ, \sin \beta = 1$ $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}, \sin \alpha = \frac{1}{n}$	1
3	Радиус светового круга BC равен:  Получен ответ в числовой форме:	$BC = AB \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $BC \approx 3,4 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

## С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Освобождается ядро изотопа <math>{}^1_1\text{H}</math>.</p> <p>Выход <math>\Delta E</math> ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы <math>\Delta m</math>:</p> <p>Дефект массы <math>\Delta m</math> ядерной реакции равен:</p>	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{{}^4_2\text{He}} + m_{{}^2_1\text{H}} - m_{{}^1_1\text{H}} - m_{{}^1_1\text{H}}$	1
2	<p>Вычисляем дефект массы:</p>	$\Delta m \approx 3,01493 + 3,01493 - 4,00151 - 1,00727 - 1,00727 \approx 0,0138 \text{ (a.e.m.)}$ <p>или</p> $\Delta m \approx 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 2,3 \cdot 10^{-28} \text{ кг}$	1
3	<p>Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p>	$\Delta E \approx 0,0138 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 12,9 \text{ МэВ}$ <p>или</p> $\Delta E \approx 2,3 \cdot 10^{-28} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 20,7 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 12,9 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 3

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	2133
B3	3222
B4	111

## Часть 3

A22. 1    A23. 3    A24. 1    A25. 1

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 29 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 29 °С, из таблицы $p = 40$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 60 °С равно 200 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{P_0}; \varphi = \frac{40 \text{ гПа}}{200 \text{ гПа}} = 0,20 = 20\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха и конденсации паров при той же температуре 29 °С уменьшится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $P_0$ насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вниз, центростремительное ускорение создается только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:	$ma = F$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:  Получение численного значения:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{NR}{m}}$  $v = 10 \text{ м/с}$  Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае:	$\Delta U = Q + A$	1
2	Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:  Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$Q = \Delta U - A$ , $Q = U_3 - U_1 - A$  $U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$ , $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в со- стояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A = p_1 \Delta V$	
	Получение правильного численного значения коли- чества теплоты:	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$	
3	Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) -$ $-10^4 \cdot 2 = -2 \cdot 10^4$ Дж	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, дейст- вующую на протон, с модулем центростреми- тельного ускорения:	$e v B = \frac{m v^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, установли- вающему связь между радиусом орбиты и ско- ростью протона:	$R = \frac{v m}{e B}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$R \approx \frac{8000 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5}} \text{ м} \approx 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	Свет частично отражается от поверхности пленки и частично отражается от поверхности воды. Максимум в отраженном свете наблюдается в том случае, если разность хода при отражениях от этих поверхностей равна целому числу длин волн: Оптическая толщина пленки равна:	$\Delta = k\lambda$ $\Delta_1 = 2nd$	1
2	Так как потеря половины происходит только на границе раздела воздух-масло, то разность хода при отражениях от двух поверхностей равна:	$\Delta = \Delta_1 - \lambda/2$	1
3	Условие максимума в отраженном свете: Отсюда минимальная толщина пленки при условии $k = 0$ равна:	$2nd - \lambda/2 = k\lambda$ $d = \frac{(2k+1)\lambda}{4n}, \quad d = \frac{\lambda}{4n}$ $d = \frac{588 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 1,47} \text{ м} = 10^{-7} \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Масса <math>m</math> ядер урана, испытывающих деление при взрыве, равна произведению числа <math>N</math> ядер на массу одного ядра <math>m_{\text{я}}</math>:</p> <p>Число <math>N</math> ядер равно частному от деления энергии <math>E</math> взрыва на выход энергии <math>\Delta E</math> при делении одного ядра:</p>	$m = Nm_{\text{я}}$ $N = E/\Delta E$	1
2	Получаем значение массы:	$m = Nm_{\text{я}} = \frac{E \cdot m_{\text{я}}}{\Delta E} \approx$ $\approx \frac{8,3 \cdot 10^{16} \cdot 238 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \text{ кг} \approx 10^3 \text{ кг}$	1
3	Дефект массы $\Delta m$ связан с выходом энергии $E$ . Найдем выражение для суммарного дефекта массы $\Delta m$ при взрыве: Используя значение энергии взрыва, получаем дефект массы:	$E = \Delta mc^2; \Delta m = E/c^2$ $\Delta m = \frac{8,3 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}} \text{ кг} \approx 0,9 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 4

## Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	0	A7	2	A13	3	A19	4
A2	2	A8	2	A14	2	A20	2
A3	4	A9	1	A15	3	A21	1
A4	3	A10	3	A16	3		
A5	3	A11	2	A17	4		
A6	3	A12	3	A18	3		

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	369
B2	3214
B3	1311
B4	112

## Часть 3

A22. 2    A23. 1    A24. 2    A25. 2

С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы $p = 10$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,25 = 25\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С уменьшится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	Максимальный балл	3

С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.	$ma = mg + F$	1

(1)

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ $N = 0, F = 0$ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$v = \sqrt{gR}$ $U = 8 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики:	$\Delta U = Q - A'$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в Баллах
	Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$Q = \Delta U + A'$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа <math>A'</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1,$ $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_1 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины <math>Q</math> означает, что газ получил количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3


## С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- на в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительно-го ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{eBR}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 5}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx 8000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

## С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- на в баллах
1	Объектив телескопа строит действительное изображение Солнца в фокальной плоскости, поэтому диаметр $D_1$ созданного им изображения равен:	$D_1 = F_1 \operatorname{tg} \alpha$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	<p>Ход лучей при получении изображения Солнца с помощью объектива и окуляра представлен на рисунке:</p> <p>Из подобия треугольников следует:</p>	 $D_2 = \frac{D_1}{f} \cdot d,$ $D_2 = D_1 \cdot \frac{f}{d} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{f}{d} \approx F_1 \cdot \alpha \cdot \frac{f}{d}$	1
3	<p>Расстояние <math>d</math> от окуляра до изображения Солнца, построенного объективом, находим, используя формулу линзы:</p> <p>Подставляя числовые значения величин, вычисляем диаметр изображения <math>D_2</math> Солнца на экране:</p>	$d = \frac{f F_2}{f - F_2},$ $d \approx \frac{1,5 \cdot 0,05}{1,5 - 0,05} \text{ м} \approx 0,05 \text{ м}.$ $\alpha = 30' = 0,5^\circ = \frac{2\pi}{360 \cdot 2} \approx 0,0087 \text{ радиан}$ $D_2 \approx \frac{1 \cdot 0,0087 \cdot 1,5}{0,05} \text{ м} \approx 0,26 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Образуется $\gamma$ -квант.		1
2	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{iH} + m_{iH} - m_{iHe}$	1
3	Вычисляем дефект массы: Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, или получаем энергетический выход ядерной реакции:	$\Delta m \approx 1,00727 + 2,01355 - 3,01493 \approx 0,0059 \text{ а.е.м.}$ <p>или</p> $\Delta m \approx 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 0,0097 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $\Delta E \approx 0,0059 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 5,5 \text{ МэВ}$ <p>или</p> $\Delta E \approx 0,0097 \cdot 10^{-29} \times 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 8,73 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 5,5 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 5

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	258
B2	2214
B3	3111
B4	21

## Часть 3

A22. 2    A23. 3    A24. 3    A25. 1

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы $p = 10$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 21 °С равно 25 гПа. Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение:	1
2	$\phi = \frac{p}{p_0}; \phi = \frac{10 \text{ гПа}}{25 \text{ гПа}} = 0,40 = 40\%$	1
3	Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С увеличится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара понижении температуры воздуха уменьшается. Максимальный балл	1 3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение. Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N  =  F $ $N = 0, F = 0 \quad (2)$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
2	Из кинематических условий центростремительное уско- рение равно:		
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$a = v^2/R$ $v = \sqrt{gR}$ $v = 7 \text{ м/с}$	1
	Получение правильного численного значения:		1
<b>С3</b>			
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следо- вательно газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершен- ной газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A'$ , $Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа: Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под гра- фиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(P_3 V_3 - P_1 V_1) + P_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи и в случае короткого замыкания: Решена система уравнений в общем виде:	$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r}, I_0 = \frac{\varepsilon}{r}$ $r = \frac{\varepsilon}{I_0}, I_1 = \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \varepsilon}{R I_0 + \varepsilon}$	1
2		$R I_0 I_1 + I_1 \varepsilon = I_0 \varepsilon, \quad \varepsilon = \frac{R I_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\varepsilon = 24 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

С5	№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1		Обозначим оптическую силу глаза $D_1$ , оптическую силу очков $D_2$ , расстояние от центра хрусталика до сетчатки глаза обозначим $f$ , расстояние до книги без очков $d_1$ , с очками $d_2$ . Тогда для случая чтения без очков по формуле линзы следует: Для случая чтения с очками:	(1) $D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f}$	1
2			(2) $D_1 + D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$	1
3		Из равенств 1 и 2 следует: Подставляя числовые значения $d_1$ и $d_2$ , получаем:	$D_2 = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1},$ $D_2 = \frac{1}{0,25} \text{ дптр} - \frac{1}{0,5} \text{ дптр} =$ $= 2 \text{ дптр}$	1
			Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{\text{изл}} + m_{\text{гHe}} - m_{\text{исп}} - m_{\text{он}}$	1
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 10,00866 \approx -0,00282$ а.е.м. $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг + $6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг - $49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг - $1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx -0,0047 \cdot 10^{-27}$ кг	1
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции: Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5$ МэВ $\approx -2,63$ МэВ или $\Delta E \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16}$ Дж $\approx -4,23 \cdot 10^{-11}$ Дж $\approx -2,64$ МэВ	1
		Максимальный балл	3



# Вариант 6

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	54321
B2	231
B3	222
B4	222

## Часть 3

A22. 1    A23. 1    A24. 4    A25. 4

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 27 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 27 °С, из таблицы $p = 36$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \varphi = \frac{36 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,90 = 90\%$	1
3	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.	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Согласно второму закону Ньютона: Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = F - mg$  $ N  =  F $	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$R = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2}{\frac{N}{m} - g}$	1
	Получение правильного численного значения:	$R = 5 \text{ м}$	3
		Максимальный балл	

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае:	$\Delta U = Q + A$	1
	Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$Q = \Delta U - A$ $Q = U_3 - U_1 - A$	
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через давление и объем газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:	$A = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 1 - 100 \cdot 3) - \frac{(100 + 300) \cdot 2}{2} \text{ Дж} = -700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:	$e v B = \frac{m v^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью частицы и радиусом орбиты:	$v = \frac{ReB}{m}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-10} \cdot 3,34 \cdot 10^{-5}}{3,34 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx 16000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

### С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Условие первого максимума дифракционной решетки:	$d \sin \varphi = \lambda$	1
2	Значение синуса угла $\varphi$ по условию задачи равно: Постоянная решетки равна:	$\sin \varphi = \frac{a}{\sqrt{l^2 + a^2}}$ $d = \frac{1}{N}$	1
3	Длина волны равна: Получение правильного числового значения длины волны:	$\lambda = \frac{a}{N \cdot \sqrt{l^2 + a^2}}$ $\lambda \approx 4,39 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	Выход $\Delta E$ энергии можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Масса $\Delta m$ вещества может быть найдена по вы- ходу энергии:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$	1
2	Найдем массу вещества, необходимого для освобо- ждения собственной энергии в количестве, доста- точном для удовлетворения годовой потребности человечества:	$\Delta m = \frac{4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}}{9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2} \approx$ $\approx 4,4 \cdot 10^3 \text{ кг}$	1
3	Суточное потребление равно:	$m = \frac{\Delta m}{N},$ $m \approx \frac{4400}{365} \text{ кг} \approx$ $\approx 12 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 7

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	332
B2	2123
B3	1211
B4	333

## Часть 3

A22. 2    A23. 1    A24. 2    A25. 3

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение: $\phi = \frac{p}{p_0}; \quad \phi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 14 °С уменьшится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы упругости и силы тяжести создает центростремительное ускорение.	$ma = F - mg$ (1)	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$N = m(a + g) = m(v^2/R + g)$ $N = 1800 \text{ Н}$ Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A'$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа <math>A'</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины <math>Q</math> означает, что газ получил количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$	1
2	Записано уравнение, связывающее силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения:	$e\nu B = \frac{mv^2}{R}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m(h\nu - A)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

### С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Рассмотрен ход лучей из одной точки A на дне бассейна. Вертикальный луч AB не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, остальные лучи испытывают преломление. При наблюдении из разных точек кажущаяся глубина имеет различные значения.	<p>The diagram illustrates the apparent depth of an object submerged in water. Point A is the object on the bottom. Point B is the point on the surface directly above A. A vertical ray AB travels straight up. Other rays from A are refracted away from the normal at the surface. An observer's eye at point C sees these rays as if they came from a shallower depth h'.</p>	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	В любом случае отношение действительной глубины $h$ к кажущейся глубине $h'$ определяется одной и той же формулой:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h$	1
3	При наблюдении по вертикали вниз углы $\alpha$ и $\beta$ очень малы, они определяются расстоянием до поверхности воды и расстоянием между зрочками глаз. Для малых углов можно воспользоваться приближительным равенством синусов углов тангенсам углов: Представлены значения параметров и получен ответ в числовой форме:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} h, \quad h' \approx \frac{h}{n},$ $h' \approx \frac{4}{1,33} \text{ м} \approx 3 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

### С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции синтеза ядер гелия из ядер дейтерия и трития вычислен по дефекту массы $\Delta m$ : Найдем дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{г}}^{\text{г}} + m_{\text{д}}^{\text{д}} - m_{\text{г}}^{\text{г}} - m_{\text{н}}^{\text{н}},$ $\Delta m = 2,01355 \text{ а.е.м.} + 3,01550 \text{ а.е.м.} - 4,00151 \text{ а.е.м.} - 1,00866 \text{ а.е.м.} = 0,01888 \text{ а.е.м.}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
		$\Delta m = 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 5,0075 \cdot 10^{-27} \text{ кг} -$ $- 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx$ $\approx 3,13 \cdot 10^{-29} \text{ кг}$	
2	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:	$\Delta E \approx 0,01888 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 17,6 \text{ МэВ}$ <p>или</p> $\Delta E \approx 3,13 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx$ $\approx 2,817 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} \approx 17,6 \text{ МэВ}$	1
3	Найдем число $N$ ядер в 1 кг гелия: Умножив выход реакции на число ядер в 1 кг гелия, получим искомое количество энергии, освобождаемой при синтезе:	$N = \frac{m}{m_{\text{я}}}, N \approx \frac{1 \text{ кг}}{6,6449 \cdot 10^{-25} \text{ кг}} \approx 1,5 \cdot 10^{26}$ $E = \Delta E \cdot N \approx$ $\approx 17,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \cdot 1,5 \cdot 10^{26} \text{ Дж} \approx$ $\approx 4,2 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ <p>или</p> $E = \Delta E \cdot N \approx 2,817 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{26} \text{ Дж} \approx$ $\approx 4,2 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 9

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	55321
B2	123
B3	111
B4	222

## Часть 3

A22. 3    A23. 3    A24. 1    A25. 1

## С1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка эта- па в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 16 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 16 °С, из таблицы <math>p = 18</math> гПа.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 27 °С равно 36 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\phi</math> называется отношение:</p> $\phi = \frac{p}{p_0}; \quad \phi = \frac{18 \text{ гПа}}{36 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 16 °С увеличится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.</p>	1
	Максимальный балл	3

## С2

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	<p>Согласно второму закону Ньютона:</p> <p>Сила <math>N</math> давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе <math>F</math> упругости, действующей на человека:</p>	<p><math>ma = F - mg</math> (1)</p> <p><math> N  =  F </math> (2)</p>	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:  Получение численного значения:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(\frac{N}{m} - g\right) R}$ $v = 10 \text{ м/с}$ Максимальный балл	1
			3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики:  Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$Q = \Delta U + A', \quad Q = U_3 - U_1 + A'$ $U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A' = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 3 - 100 \cdot 1) +$ $+ \frac{1}{2} (100 + 300) \cdot 2 =$ $= 700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление $r$ аккумулятора равно:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r}; I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 2 \text{ А}$ $r = \frac{\varepsilon}{2} \text{ Ом}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением $3\ \Omega$ Ома сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{3 + 0,5\ \Omega} = 0,5\ \text{A}$	1
3	Отсюда получаем:	$4\varepsilon = 6 + \varepsilon, \quad \varepsilon = 2\ \text{В}$	1
		Максимальный балл	3

### С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$	1
2	На основе второго закона Ньютона сила Лоренца, действующая на электрон, связана с центростремительным ускорением: Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$e\nu B = \frac{mv^2}{R}$ $\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2}$	1
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m \left( h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3}\ \text{м} \approx 5\ \text{мм}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Масса продуктов деления равна произведению массы $m_{\text{я}}$ ядра урана на число $N$ ядер, испытывавших деление за 1 сутки:	$m = m_{\text{я}} N$	1
2	Для определения числа $N$ ядер найдем энергию, выделяющуюся в ядерном реакторе за сутки: Энергия $E_1$ , выделяющаяся при делении одного ядра урана, равна:	$E = Pt,$ $E = 3 \cdot 10^9 \text{ Вт} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} \approx$ $\approx 2,6 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ $E_1 = 200 \text{ МэВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ Дж/МэВ} =$ $= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$	1
3	Число $N$ ядер, испытывавших деление за 1 сутки, равно: Вычисляем массу $N$ ядер урана:	$N = \frac{E}{E_1} = \frac{2,6 \cdot 10^{14}}{3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 8,1 \cdot 10^{24}$ $m \approx 235 \cdot 1,6606 \cdot 10^{-27} \cdot 8,1 \cdot 10^{24} \text{ кг} \approx$ $\approx 3,2 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 10

## Часть 1

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

## Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	231
B3	2322
B4	111

## Часть 3

A22. 2    A23. 3    A24. 2    A25. 4

С1		Оценка эта- па в баллах
№ этапа	Содержание этапа решения	
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 9 °С. Следовательно, давление $P$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 9 °С, из таблицы $P = 11$ гПа. Давление $P_0$ насыщенного водяного пара при температуре 19 °С равно 22 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение: $\phi = \frac{P}{P_0} ; \phi = 0,50 = 50\%$ $P = \frac{11 \text{ гПа}}{22 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	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.	3

С2		Оценка эта- па в баллах
№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вверх, центростремительное ускорение создается только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:	$ma = F$ (1)

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$R = v^2/a = mv^2/F = mv^2/N$ $R = 5 \text{ м}$ Максимальный балл	3

### С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U + A$ , $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1$ , $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :		
	Получение правильного численного значения количества теплоты:	$A = p_3 \Delta V$	
3	Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $-10^4 \cdot 2 = -14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

#### С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 2 \text{ А}$ $\varepsilon = 2r \text{ В}$	1
2	Отсюда ЭДС аккумулятора равна: При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{2r}{R+r} = 0,5 \text{ А}$	1
3	Отсюда получаем:	$2r = 0,5R + 0,5r, 3r = R \text{ Ом},$ $r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	<p>Параллельные пучки света от двух отверстий как от когерентных источников фокусируются глазом в одну точку на сетчатке. Лучи, перпендикулярные плоскости экрана, не имеют разности хода. Лучи, выходящие из отверстий под углом <math>\varphi</math> к перпендикуляру, имеют разность хода:</p> <p>Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом <math>\varphi_1</math> к перпендикуляру, удовлетворяющим условию равенства разности хода <math>\Delta</math> одной длине <math>\lambda</math> световой волны:</p> <p>Отсюда минимальное расстояние <math>d</math> равно:</p>	$\Delta = d \sin \varphi,$ <p>где <math>d</math> — расстояние между отверстиями</p>	1
2	<p>Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженному в радианах, поэтому:</p> <p>Тогда для расстояния <math>d</math> между отверстиями при значении длины световой волны <math>5,8 \cdot 10^{-7}</math> м получаем значение:</p>	$\Delta = \lambda = d \sin \varphi_1$ $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$ $\sin \varphi_1 = \sin 1' \approx \frac{2\pi}{360 \cdot 60} \approx 0,00029$ $d = \frac{5,8 \cdot 10^{-7}}{0,00029} \text{ м} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$	1
3	<p>Максимальный балл</p>		3



## С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:</p> <p>Записано условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:</p>	$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ $\frac{hc}{\lambda_0} = A$	1
2	<p>Записано выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:</p>	$\frac{mv^2}{2} = eU$	1
3	<p>Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме:</p> <p>Представлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:</p>	$U = \frac{hc(\lambda - \lambda_0)}{\lambda\lambda_0 e}$ $U \approx 1,4 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3