



СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ФИПИ

**ФИЗИКА**

**ЕГЭ**

**2014**

**ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ  
ЗАДАНИЯ**

10 вариантов заданий

Ответы и решения

Бланки ответов

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

---

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

# ФИЗИКА

## *ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ*

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

**10 вариантов заданий**

**Ответы и решения**

**Бланки ответов**

**Издательство  
«ЭКЗАМЕН»**

**МОСКВА  
2014**

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
К12

**Кабардин, О.Ф.**

К12 . ЕГЭ 2014. Физика. Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов. — М. : Издательство «Экзамен», 2014. — 143, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-07032-0

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2014 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2014 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, приводятся решения всех заданий одного из вариантов, а также решения наиболее сложных задач уровня С во всех 10 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

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

Пособие адресовано 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 74.262.22**

---

Подписано в печать 20.06.2013. Формат 60×90/8.

Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 6,25. Усл. печ. л. 18. Тираж 12 000 экз. Заказ № 2338/13.

---

ISBN 978-5-377-07032-0

© Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А., 2014  
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2014

# СОДЕРЖАНИЕ

Единый государственный экзамен по физике .....	4
Инструкция по выполнению работы.....	4
<b>ВАРИАНТ 1</b> .....	<b>9</b>
Часть 1.....	9
Часть 2.....	13
Часть 3.....	15
<b>ВАРИАНТ 2</b> .....	<b>18</b>
Часть 1.....	18
Часть 2.....	22
Часть 3.....	23
<b>ВАРИАНТ 3</b> .....	<b>26</b>
Часть 1.....	26
Часть 2.....	30
Часть 3.....	31
<b>ВАРИАНТ 4</b> .....	<b>34</b>
Часть 1.....	34
Часть 2.....	38
Часть 3.....	39
<b>ВАРИАНТ 5</b> .....	<b>42</b>
Часть 1.....	42
Часть 2.....	45
Часть 3.....	47
<b>ВАРИАНТ 6</b> .....	<b>50</b>
Часть 1.....	50
Часть 2.....	53
Часть 3.....	55
<b>ВАРИАНТ 7</b> .....	<b>58</b>
Часть 1.....	58
Часть 2.....	62
Часть 3.....	64
<b>ВАРИАНТ 8</b> .....	<b>67</b>
Часть 1.....	67
Часть 2.....	71
Часть 3.....	72
<b>ВАРИАНТ 9</b> .....	<b>75</b>
Часть 1.....	75
Часть 2.....	79
Часть 3.....	80
<b>ВАРИАНТ 10</b> .....	<b>83</b>
Часть 1.....	83
Часть 2.....	87
Часть 3.....	88
<b>РАЗБОР ВАРИАНТА 10</b> .....	<b>91</b>
<b>ОТВЕТЫ</b> .....	<b>104</b>

# ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

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

**Желаем успеха!**

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

---

<sup>1</sup> Использованы 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	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
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>			
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**

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

**Удельная теплота**

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления 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





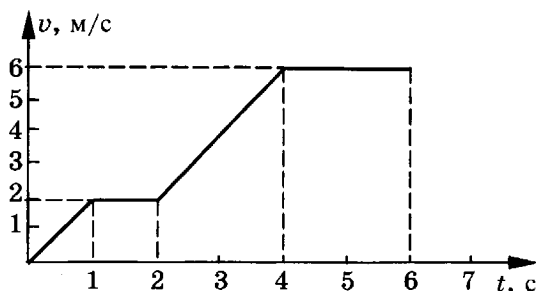


# ВАРИАНТ 1

## Часть 1

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

- A1. На рисунке представлен график зависимости модуля  $v$  скорости автомобиля от времени  $t$ . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с после начала движения.



- 1) 6 м  
2) 15 м  
3) 17 м  
4) 23 м
- A2. 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
- A3. Футбольный мяч массой 450 г лежит на поле. Чему равен модуль силы тяжести мяча и к чему сила тяжести приложена?
- 1)  $\approx 4500$  Н, приложена к мячу  
2)  $\approx 4500$  Н, приложена к земле  
3)  $\approx 4,5$  Н, приложена к мячу  
4)  $\approx 4,5$  Н, приложена к земле
- A4. Автомобиль массой  $2m$ , движущийся со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным автомобилем массой  $2m$ . После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Взаимодействие автомобилей с другими телами пренебрежимо мало.
- 1) 0  
2)  $mv/2$   
3)  $mv$   
4)  $2mv$

1 2 3 4 A1

1 2 3 4 A2

1 2 3 4 A3

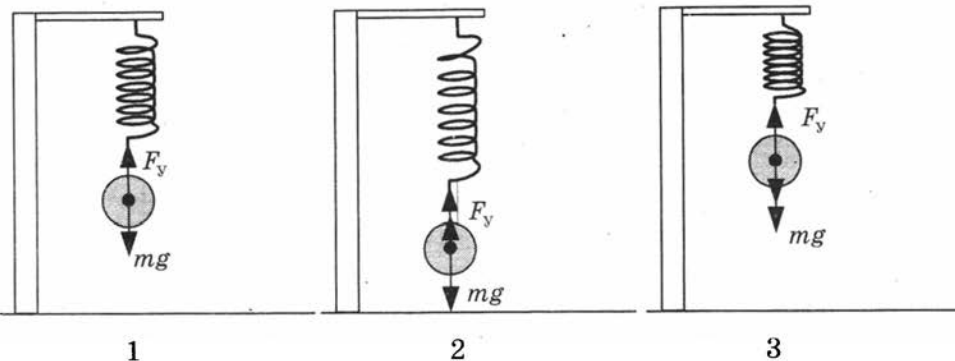
1 2 3 4 A4

A5

1 2 3 4

A5. На рисунке показаны:

- 1 — положение равновесия груза на пружине,
- 2 — положение груза в крайней нижней точке,
- 3 — положение груза в крайней верхней точке.



Если груз подвесить к недеформированной пружине (положение 3) и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. В каких пределах при этих колебаниях изменяется потенциальная энергия системы груз—пружина?

Полная механическая энергия системы груз—пружина при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

- 1) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж.
- 2) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 20 Дж.
- 3) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия не изменяется и равна 20 Дж.

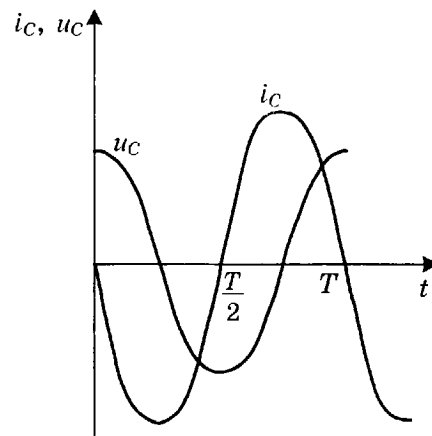
A6

1 2 3 4

A6. На графике показаны колебания напряжения ( $u_c$ ) и колебания силы тока ( $i_c$ ) на конденсаторе.

Колебания напряжения на конденсаторе

- 1) опережают по фазе колебания силы тока на  $\frac{\pi}{2}$
- 2) отстают по фазе от колебаний силы тока на  $\frac{\pi}{2}$
- 3) опережают по фазе колебания силы тока на  $\pi$
- 4) отстают по фазе от колебаний силы тока на  $\pi$



A7

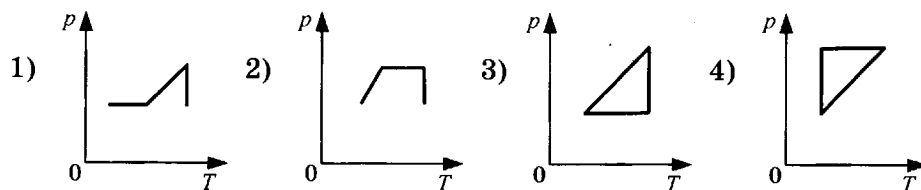
1 2 3 4

A7. При растворении соли в воде происходит диффузия молекул соли в воде. Что происходит при этом с молекулами соли?

- 1) Молекулы соли проникают внутрь молекул воды
- 2) Молекулы соли проникают в промежутки между молекулами воды
- 3) Молекулы соли присоединяются к молекулам воды
- 4) Молекулы соли разрушают часть молекул воды

A8. 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?

1 2 3 4 A8



A9. Если давление идеального газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 2 раза, то это значит, что абсолютная температура газа

1 2 3 4 A9

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

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

1 2 3 4 A10

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

A11. 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 2 3 4 A11

- 1)  $nF$
- 2)  $F$
- 3)  $F/n^2$
- 4)  $F/n^4$

A12. 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 2 3 4 A12

- 1) 1 : 2 : 3
- 2) 3 : 6 : 9
- 3) 6 : 3 : 2
- 4) 1 : 4 : 9

A13. В каком из перечисленных ниже технических объектов используется явление движения проводника с током под действием магнитного поля?

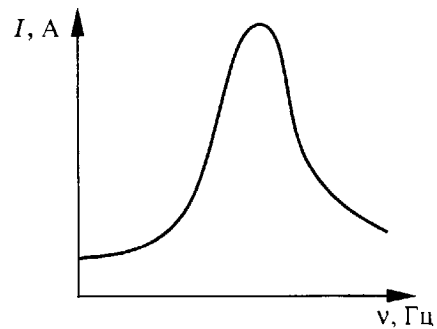
1 2 3 4 A13

- 1) В электромагните
- 2) В электродвигателе
- 3) В электрогенераторе
- 4) В электронагревателе

**A14**

1 2 3 4

**A14.** 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

**A15**

1 2 3 4

**A15.** 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

**A16**

1 2 3 4

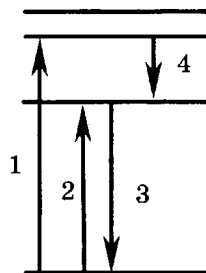
**A16.** При освещении мыльной пленки белым светом наблюдаются разноцветные полосы. Какое физическое явление обуславливает появление этих полос?

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

**A17**

1 2 3 4

**A17.** На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомами света наименьшей частоты?



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

**A18**

1 2 3 4

**A18.** Испускание какой частицы не сопровождается изменением зарядового и массового числа атомного ядра?

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

**A19.** 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 2 3 4 A19

- 1) Выделяется
- 2) Поглощается
- 3) Не изменяется
- 4) В одном осколке выделяется, в другом поглощается

**A20.** Могут ли линзы давать действительные изображения предметов?

1 2 3 4 A20

- 1) Могут только собирающие линзы
- 2) Могут только рассеивающие линзы
- 3) Могут собирающие и рассеивающие линзы
- 4) Никакие линзы не могут давать действительные изображения

**A21.** Идеальная тепловая машина с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

1 2 3 4 A21

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

## Часть 2

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

**B1.** Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы, перечисленными в первом столбце таблицы и свойствами вектора силы:

B1

- 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	

**B2**

- B2.** 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 фотоэлектрона | 4) Увеличивается более чем в 2 раза |
|  | 5) Увеличивается менее чем в 2 раза |

А	Б	В	Г

**B3**

- B3.** 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.

**B4**

- B4.** 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





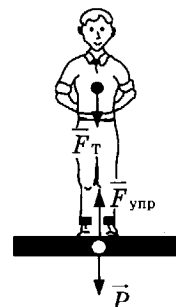
A25

1 2 3 4

A25. Изображённый на рисунке лифт с пассажиром при условии

$$|\vec{F}_T| < |\vec{P}| = |\vec{F}_{\text{упр}}|$$

- 1) движется с ускорением  $a < g$ , направленным вниз
- 2) движется с ускорением  $a = g$ , направленным вниз
- 3) движется с ускорением, направленным вверх
- 4) неподвижен или движется равномерно



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

C1

- C1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $21^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $7^\circ\text{C}$ . 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  $7^\circ\text{C}$ . 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

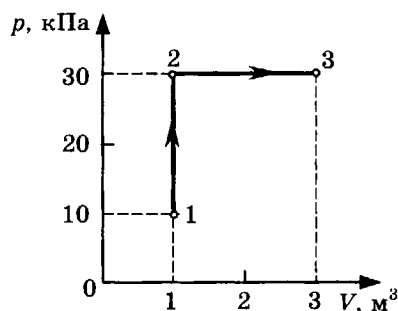
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

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, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2

- 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  $4,9 \text{ м}$ , чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна  $0 \text{ Н}$ ? 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  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1n$ .

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	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

## ВАРИАНТ 2

### 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**

1 2 3 4

A1. Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:

$$x = 20 - 6t + 2t^2.$$

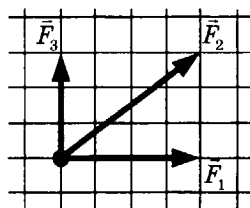
Через сколько секунд после начала отсчета времени  $t = 0$  с проекция вектора скорости тела на ось  $Ox$  станет равной нулю?

- 1) 1,5 с
- 2) 2 с
- 3) 3 с
- 4) 5 с

**A2**

1 2 3 4

A2. На рисунке представлены три вектора сил, лежащих в одной плоскости и приложенных к одной точке. Масштаб рисунка таков, что сторона одного квадрата сетки соответствует модулю силы 1 Н. Определите модуль вектора равнодействующей трех векторов сил.



- |        |         |
|--------|---------|
| 1) 0 Н | 3) 10 Н |
| 2) 5 Н | 4) 12 Н |

**A3**

1 2 3 4

A3. По наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м скользит груз массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на груз?

- 1)  $\approx 50$  Н
- 2)  $\approx 300$  Н
- 3)  $\approx 400$  Н
- 4)  $\approx 500$  Н

**A4**

1 2 3 4

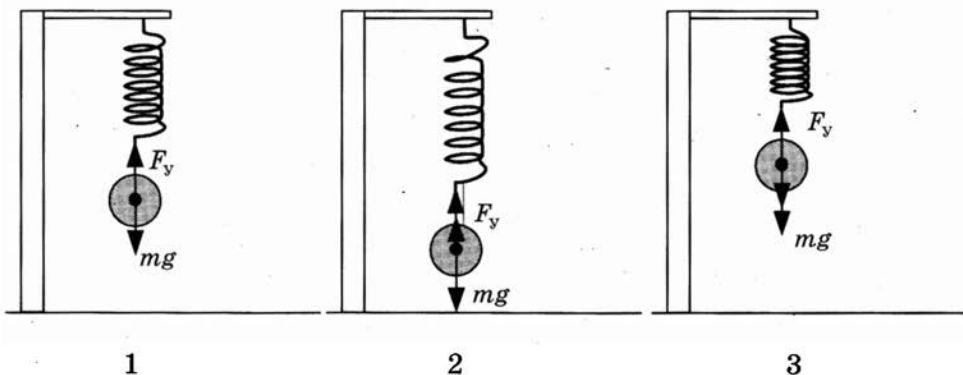
A4. Атом водорода массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$  относительно Земли, сталкивается с таким же атомом, движущимся со скоростью  $-v$  в противоположном направлении в той же системе отсчета. Каким суммарным импульсом обладают два атома в той же системе отсчета в момент столкновения? Взаимодействие атомов с другими телами пренебрежимо мало.

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

A5. На рисунке показаны:

1 2 3 4 A5

- 1 — положение равновесия груза на пружине,
- 2 — положение груза в крайней нижней точке,
- 3 — положение груза в крайней верхней точке.



Если груз подвесить к недеформированной пружине (положение 3) и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. Изменяется ли при этих колебаниях груза полная энергия системы груз—пружина? Известно, что при этих колебаниях максимальное значение кинетической энергии системы груз—пружина 10 Дж, максимальное значение потенциальной энергии системы груз—пружина 10 Дж.

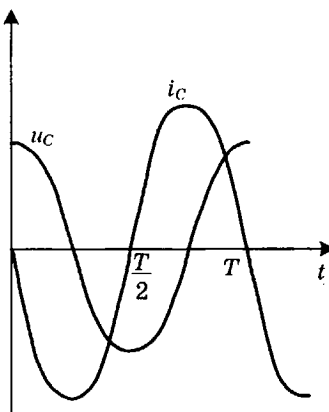
- 1) Полная энергия не изменяется и равна 10 Дж
- 2) Полная энергия не изменяется и равна 20 Дж
- 3) Полная энергия изменяется от 0 до 10 Дж
- 4) Полная энергия изменяется от 0 до 20 Дж

A6. На графике показаны колебания напряжения ( $u_c$ ) и колебания силы тока ( $i_c$ ) на конденсаторе.

1 2 3 4 A6

Колебания силы тока на конденсаторе  $i_c, u_c$

- 1) опережают по фазе колебания напряжения на  $\frac{\pi}{2}$
- 2) отстают по фазе от колебаний напряжения на  $\frac{\pi}{2}$
- 3) опережают по фазе колебания напряжения на  $\pi$
- 4) отстают по фазе от колебаний напряжения на  $\pi$



A7. Перенос теплоты потоками вещества происходит в процессе

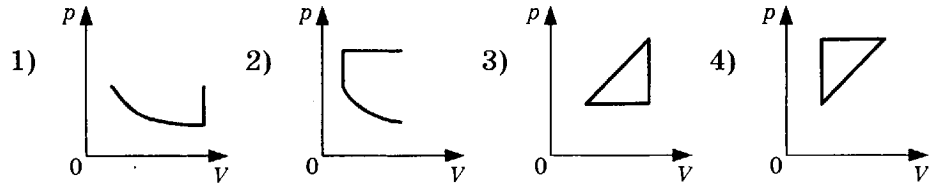
1 2 3 4 A7

- 1) броуновского движения
- 2) конвекции
- 3) диффузии
- 4) теплопередачи излучением

**A8**

1 2 3 4

A8. 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?

**A9**

1 2 3 4

A9. При уменьшении абсолютной температуры идеального газа в 4 раза средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул

- 1) уменьшится в 16 раз                      3) уменьшится в 4 раза  
2) уменьшится в 2 раза                      4) не изменится

**A10**

1 2 3 4

A10. Идеальный газ получил 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) -100 Дж

**A11**

1 2 3 4

A11. Между двумя точечными заряженными телами сила электрического взаимодействия равна 12 мН. Если заряд одного тела увеличить в 2 раза, а заряд другого тела уменьшить в 3 раза и расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то сила взаимодействия между телами станет равна

- 1) 32 мН                                      3) 8 мН  
2) 16 мН                                      4) 4 мН

**A12**

1 2 3 4

A12. При подключении резистора с неизвестным сопротивлением к источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом напряжение на выходе источника тока равно 8 В. Сила тока в цепи равна

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

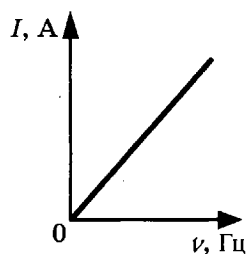
**A13**

1 2 3 4

A13. Какое магнитное взаимодействие между двумя прямолинейными параллельными проводниками наблюдается при прохождении через них электрического тока?

- 1) Наблюдается притяжение между проводниками при разном направлении токов и отталкивание при одинаковом направлении токов  
2) Наблюдается отталкивание между проводниками при разном направлении токов и притяжение при одинаковом направлении токов  
3) Наблюдается притяжение при любом направлении токов  
4) Наблюдается отталкивание при любом направлении токов

A14. 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

1 2 3 4 A14

A15. Какое явление служит доказательством поперечности световых волн?

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

1 2 3 4 A15

A16. Показатель преломления света имеет наибольшее значение для света с самой короткой длиной волны. Угол отклонения луча света в стеклянной призме имеет наибольшее значение для

- 1) красного света
- 2) жёлтого света
- 3) голубого света
- 4) фиолетового света

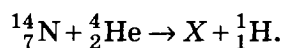
1 2 3 4 A16

A17. 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  $\frac{h}{\lambda}$

1 2 3 4 A17

A18. 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)  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$

1 2 3 4 A18

A19. 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

1 2 3 4 A19

**A20**

1 2 3 4

**A20.** 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

**A21**

1 2 3 4

**A21.** Идеальная тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдает холодильнику 100 Дж. Какое количество теплоты за цикл машина получает от нагревателя?

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

## Часть 2

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

**B1**

**B1.** 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	

**B2**

**B2.** По мере понижения температуры от +50 °С до –50 °С 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.

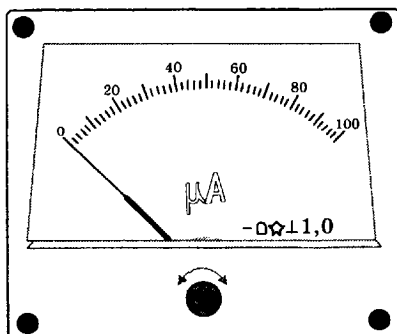
Сила тока	Напряжение	Мощность

### Часть 3

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

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

- А22.** Надпись 1,0 на шкале микроамперметра показывает, что это прибор класса точности 1,0. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность или границу относительной погрешности в процентах при отклонении стрелки на всю шкалу.





Определите максимальную абсолютную погрешность  $\Delta_{\text{инстр}}$  этого прибора и границу относительной инструментальной погрешности  $\epsilon$  для случая, когда при измерении силы тока стрелка микроамперметра остановится на цифре 25.

- 1)  $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА}$ ,  $\epsilon = 4\%$                       3)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ мкА}$ ,  $\epsilon = 1\%$   
 2)  $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА}$ ,  $\epsilon = 1\%$                       4)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ мкА}$ ,  $\epsilon = 0,25\%$

**A23**

1 2 3 4

**A23.** В таблице представлена зависимость модуля скорости движения тела  $v$  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 5 с.

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

**A24**

1 2 3 4

**A24.** В однородное магнитное поле параллельно вектору индукции влетел электрон. По какой траектории он будет двигаться?

- 1) По прямой с неизменной скоростью  
 2) По прямой с ускорением  
 3) По окружности  
 4) По спирали

**A25**

1 2 3 4

**A25.** Ракета с космонавтом на борту стартует с Земли с ускорением  $30 \text{ м/с}^2$ . Чему равен вес космонавта, если его масса  $70 \text{ кг}$ ?

- 1) 700 Н                      2) 1400 Н                      3) 2100 Н                      4) 2800 Н

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

**С1**

**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**

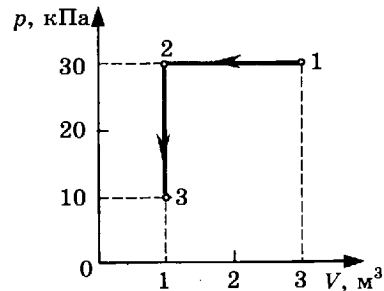
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2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

С2

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



С3

- 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.

С4

- 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?

С5

- С6. Определите, ядро какого изотопа X освобождается при осуществлении ядерной реакции:  ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H} + X$

С6

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

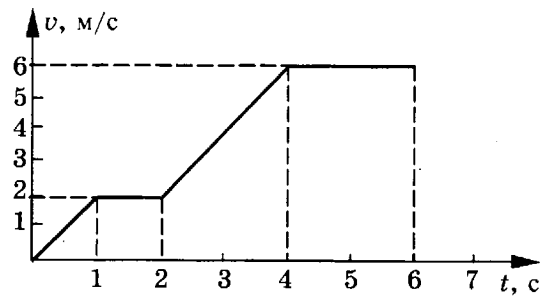
### Часть 1

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

**A1**

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

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



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

**A2**

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

- A2. Пловец плывет по течению реки. Определите скорость пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды 0,4 м/с, а скорость течения реки 0,3 м/с.

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

**A3**

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

- A3. Метеорит массой 1 кг приближается к поверхности Земли со скоростью 100 м/с. Угол между направлением его скорости и вертикалью к поверхности Земли равен  $60^\circ$ . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на метеорит?

- 1)  $\approx 10$  Н
- 2)  $\approx 8,66$  Н
- 3)  $\approx 5$  Н
- 4) 1 Н

**A4**

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

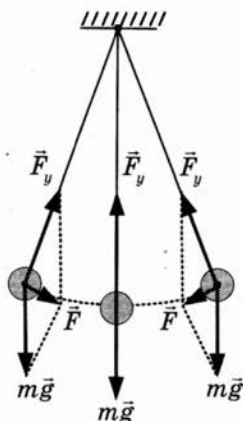
- A4. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. Если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало, то лодка после прыжка человека движется относительно Земли со скоростью

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

- A5. На рисунке показан груз, подвешенный на нити и совершающий свободные колебания как маятник. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется его потенциальная энергия?

1 2 3 4 A5

Полная механическая энергия груза в момент максимального отклонения от положения равновесия равна 10 Дж.



- 1) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж
  - 2) Потенциальная энергия не изменяется и равна 5 Дж
  - 3) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж
  - 4) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 5 Дж
- A6. При протекании переменного тока в цепи, содержащей катушку, напряжение на катушке изменяется по закону

1 2 3 4 A6

$$u = U_m \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right).$$

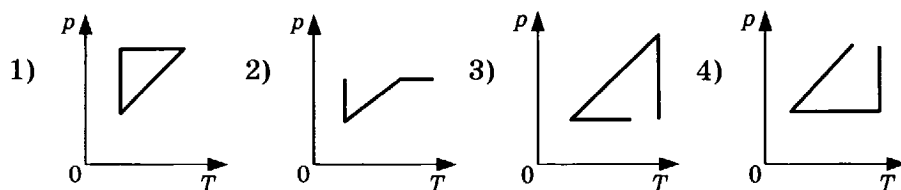
Фазой колебаний в этом выражении является

- 1)  $\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$
  - 2)  $\omega t + \frac{\pi}{2}$
  - 3)  $\omega t$
  - 4)  $\frac{\pi}{2}$
- A7. В каком состоянии вещества возможно явление диффузии?
- 1) Только в газообразном
  - 2) Только в жидком
  - 3) Только в твёрдом
  - 4) В газообразном, жидком, твёрдом

1 2 3 4 A7

- A8. 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?

1 2 3 4 A8



**A9**

1 2 3 4

A9. 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
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) увеличилась в 16 раз

**A10**

1 2 3 4

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

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

**A11**

1 2 3 4

A11. Капля, имеющая положительный заряд  $+e$ , при освещении потеряла один электрон. Каким стал заряд капли?

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

**A12**

1 2 3 4

A12. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора?

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

**A13**

1 2 3 4

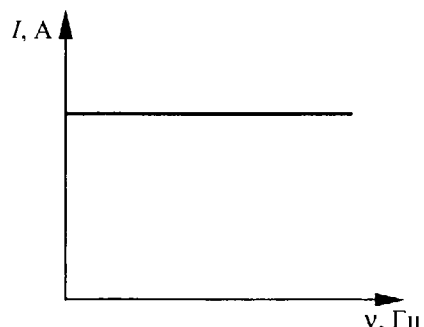
A13. При силе тока в проводнике 20 А на участок прямого проводника длиной 50 см в однородном магнитном поле действует сила Ампера 12 Н. Вектор индукции магнитного поля направлен под углом  $37^\circ$  к проводнику ( $\sin 37^\circ \approx 0,6$ ,  $\cos 37^\circ \approx 0,8$ ). Значение модуля индукции магнитного поля в этом случае равно

- 1) 2 Тл
- 2) 1,5 Тл
- 3) 0,02 Тл
- 4) 0,015 Тл

**A14**

1 2 3 4

A14. 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

**A15.** 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 больше? Расстояние от источников света до экрана значительно больше длины волны.

1 2 3 4 **A15**

- 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

**A16.** Технология «просветления» объективов оптических систем основана на использовании явления

1 2 3 4 **A16**

- 1) дифракции
- 2) интерференции
- 3) дисперсии
- 4) поляризации

**A17.** Незаряженная изолированная от других тел металлическая пластина освещается ультрафиолетовым светом. Заряд какого знака будет иметь эта пластина в результате фотоэффекта?

1 2 3 4 **A17**

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

**A18.** В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе?

1 2 3 4 **A18**

- 1) В счетчике Гейгера
- 2) В камере Вильсона
- 3) В фотоэмульсии
- 4) В сцинтилляционном счетчике

**A19.** В начальный момент времени было 1000 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 минут. Сколько ядер этого изотопа останется нераспавшимися через 10 минут?

1 2 3 4 **A19**

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

**A20.** На сетчатке глаза изображение предметов получается

1 2 3 4 **A20**

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

**A21.** Идеальная тепловая машина с КПД 20% за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

1 2 3 4 **A21**

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

## Часть 2

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

**В1**

**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**

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

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

А	Б	В

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

А) Давление

1) Увеличение

Б) Объем

2) Уменьшение

В) Температура

3) Неизменность

Г) Внутренняя энергия

А	Б	В	Г

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

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличение

2) уменьшение

3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

**Часть 3**

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

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

- А22.** При измерении длины бруска получено значение длины 5 см, граница относительной погрешности измерений равна 2%. Чему равна граница абсолютной погрешности этого измерения?

1) 0,04 см

3) 0,1 см

2) 0,4 см

4) 1 см

- А23.** В таблице представлена зависимость модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, c$	0	2	3	4	5
$v, м/с$	0	10	10	0	0

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

1) 10 м

3) 20 м

2) 15 м

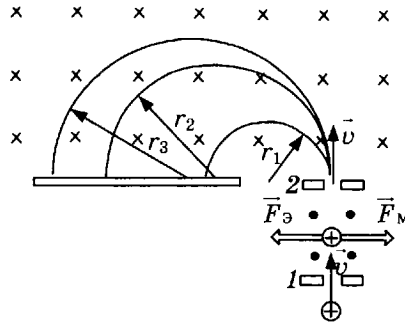
4) 25 м



A24

1 2 3 4

A24. На рисунке показана схема опыта по разделению изотопов с массами  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$ . Ионы, пролетевшие через диафрагму 2, под действием поперечного магнитного поля с индукцией  $\vec{B}$  движутся по полуокружностям и попадают на фотопластинку. От какой физической величины зависит различное местоположение ионов разных изотопов на фотопластинке?



- 1) От величины заряда иона
- 2) От величины скорости иона
- 2) От модуля индукции магнитного поля
- 4) От массы иона

A25

1 2 3 4

A25. Изображённый на рисунке лифт с пассажиром при условии  $|\vec{F}_T| > |\vec{P}| = |\vec{F}_{\text{упр}}|$



- 1) движется с ускорением  $a < g$ , направленным вниз
- 2) движется с ускорением  $a = g$ , направленным вниз
- 3) движется с ускорением, направленным вверх
- 4) неподвижен

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

C1

C1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $19^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $9^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относитель-

ную 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**

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

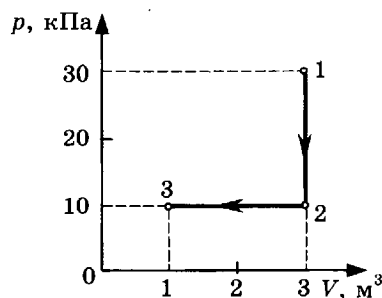
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

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, расчёты 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  $10 \text{ м/с}^2$ .

С2

**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?



С3

**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.

С4

**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  $5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .

С5

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

С6

# ВАРИАНТ 4

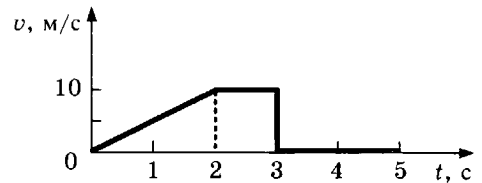
## Часть 1

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

**A1**

1 2 3 4

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



- 1) 0 м  
2) 15 м  
3) 20 м  
4) 30 м

**A2**

1 2 3 4

- A2.** 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

**A3**

1 2 3 4

- A3.** В лифте, движущимся вниз с ускорением 2 м/с, находится пассажир массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

- 1) 0 Н  
2) ≈ 400 Н  
3) ≈ 500 Н  
4) ≈ 600 Н

**A4**

1 2 3 4

- A4.** 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?

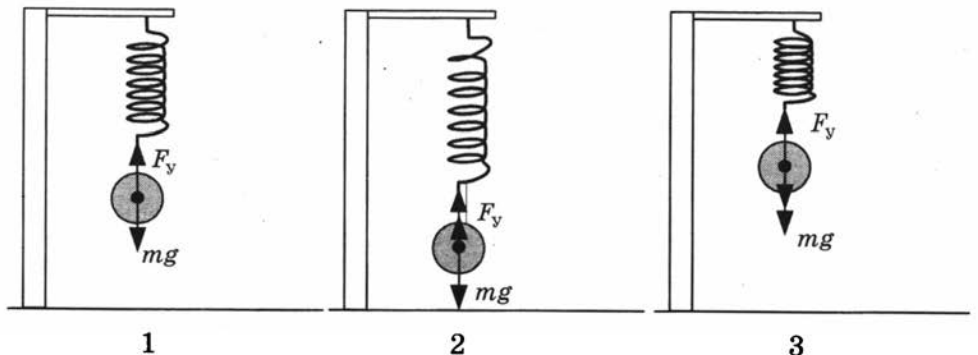
- 1) 0  
2)  $mv$   
3)  $(m + M)v$   
4)  $mMv/(m + M)$

**A5**

1 2 3 4

- A5.** На рисунке показаны:

- 1 — положение равновесия груза на пружине,  
2 — положение груза в крайней нижней точке,  
3 — положение груза в крайней верхней точке.



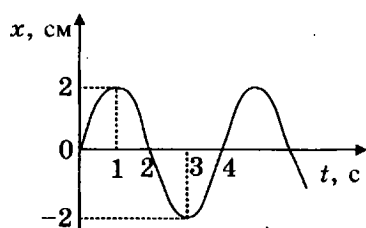
Если груз подвесить к недеформированной пружине (положение 3) и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется потенциальная энергия системы груз–пружина?

Полная механическая энергия системы груз–пружина в момент максимального отклонения от положения равновесия равна 10 Дж.

- 1) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж.
- 2) Потенциальная энергия не изменяется и равна 5 Дж.
- 3) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 5 Дж.

- A6.** На рисунке представлен график смещения  $x$  тела от положения равновесия с течением времени  $t$  при гармонических колебаниях. Чему равна разность фаз колебаний для моментов времени 1 с и 2 с?

1 2 3 4 **A6**



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

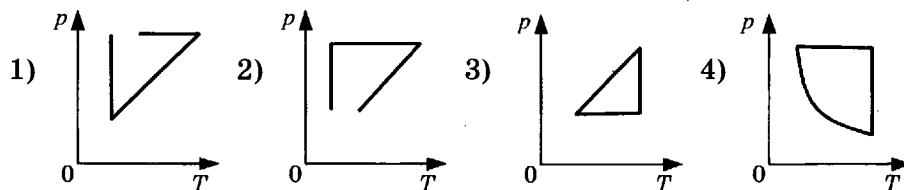
- A7.** Какой вид теплопередачи сопровождается переносом вещества?

1 2 3 4 **A7**

- 1) Только излучение
- 2) Только конвекция
- 3) Только теплопроводность
- 4) Излучение и теплопроводность

- A8.** 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?

1 2 3 4 **A8**



- A9.** Если при сжатии объем идеального газа уменьшился в 2 раза, а давление газа увеличилось в 2 раза, то при этом абсолютная температура газа

1 2 3 4 **A9**

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

**A10**

1 2 3 4

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**

1 2 3 4

A11. Как направлены силы электрического взаимодействия двух точечных отрицательных зарядов и как эти силы зависят от расстояния между зарядами? Выберите верное утверждение.

- 1) Они являются силами отталкивания и обратно пропорциональны расстоянию между зарядами
- 2) Они являются силами отталкивания и обратно пропорциональны квадрату расстояния между зарядами
- 3) Они являются силами притяжения и обратно пропорциональны расстоянию между зарядами
- 4) Они являются силами притяжения и обратно пропорциональны квадрату расстояния между зарядами

**A12**

1 2 3 4

A12. 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

**A13**

1 2 3 4

A13. 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

**A14**

1 2 3 4

A14. 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

**A15**

1 2 3 4

A15. 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

**A16**

1 2 3 4

A16. На какой угол должны быть повернуты друг относительно друга плоскости поляризации двух поляроидов, чтобы свет после прохождения поляроидов был ослаблен наполовину?

- 1)  $0^\circ$
- 2)  $45^\circ$
- 3)  $90^\circ$
- 4)  $180^\circ$

**A17.** Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атома к излучению и поглощению фотонов?

1 2 3 4 **A17**

- 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

**A18.** Для какой цели в ядерных реакторах применяются замедлители?

1 2 3 4 **A18**

- 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

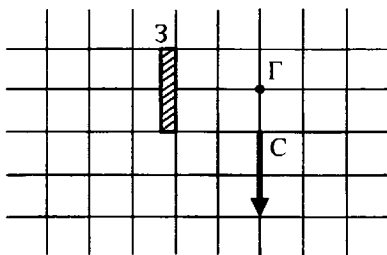
**A19.** Изменится ли масса системы из одного свободного протона и одного свободного нейтрона после соединения их в атомное ядро?

1 2 3 4 **A19**

- 1) Не изменится
- 2) Увеличится
- 3) Уменьшится
- 4) Сначала увеличится, затем вернется к первоначальному значению

**A20.** В плоском зеркале  $Z$  наблюдается изображение стрелки  $C$ , глаз находится в точке  $\Gamma$ . На какое минимальное целое количество клеток и в каком направлении следует переместить стрелку, чтобы её изображение в зеркале не было видно глазу?

1 2 3 4 **A20**



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

**A21.** Если идеальная тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 100 Дж, то ее КПД равен

1 2 3 4 **A21**

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

## Часть 2

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

**В1**

**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**

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

### ФИЗИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ

- |   |   |
|---|---|
| <p>А) Изменение кинетической энергии атома в результате столкновения с другим атомом</p> <p>Б) Изменение энергии атома как системы из ядра и электронной оболочки в результате взаимодействия с другим атомом или частицей</p> <p>В) Испускание электромагнитного излучения возбужденным атомом</p> <p>Г) Поглощение электромагнитного излучения атомом</p> | <p>1) Спектр возможных изменений энергии линейчатый</p> <p>2) Спектр возможных изменений энергии сплошной</p> <p>3) Спектр электромагнитного излучения линейчатый</p> <p>4) Спектр электромагнитного излучения сплошной</p> |
|---|---|

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.

**В3**

**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?

**В4**

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

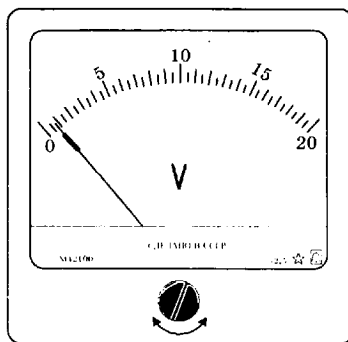
**Часть 3**

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

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

- A22.** На рисунке показана шкала вольтметра. Определите границу абсолютной погрешности отсчёта  $\Delta_{\text{отсч}}$ , считая, что она равна половине цены деления прибора.

**A22**



1) 5 В

2) 1 В

3) 0,5 В

4) 0,25 В





**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

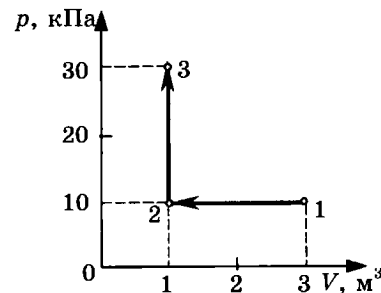
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

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, расчёты 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 сиденье была 2000 Н. Найдите скорость тележки в этой точке при радиусе круговой траектории 5 м. Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .

С2

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



С3

- 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.

С4

- 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.

С5

- 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.

С6

# ВАРИАНТ 5

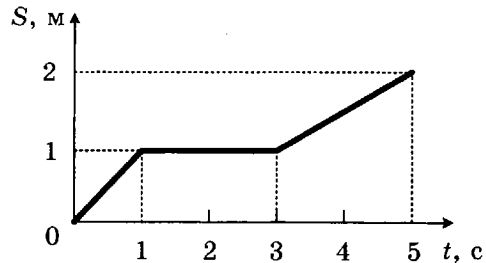
## Часть 1

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**

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

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



- 1) 0 м/с
- 2)  $\approx 0,33$  м/с
- 3) 0,5 м/с
- 4) 1 м/с

**A2**

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

- A2. 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)  $7 \text{ м/с}^2$

**A3**

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

- A3. Санки массой  $10 \text{ кг}$  спускаются с горы со скоростью  $10 \text{ м/с}$ . Угол между поверхностью горы и горизонтальной поверхностью составляет  $30^\circ$ . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на санки?

- 1)  $\approx 100 \text{ Н}$
- 2)  $\approx 86,6 \text{ Н}$
- 3)  $\approx 50 \text{ Н}$
- 4)  $\approx 10 \text{ Н}$

**A4**

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

- A4. Атом массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , столкнулся с неподвижным атомом массой  $2m$ . Каким суммарным импульсом обладают два атома в момент столкновения?

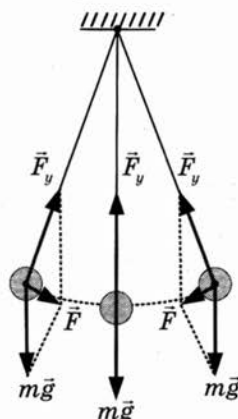
- |           |          |
|-----------|----------|
| 1) $mv/3$ | 3) $mv$  |
| 2) $mv/2$ | 4) $3mv$ |

- A5.** На рисунке показан груз, подвешенный на нити и совершающий свободные колебания как маятник. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется его кинетическая энергия?

1 2 3 4 **A5**

Полная механическая энергия груза при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

- 1) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 20 Дж.
- 2) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 10 Дж.
- 3) Кинетическая энергия не изменяется и равна 20 Дж.
- 4) Кинетическая энергия не изменяется и равна 10 Дж.



- A6.** При изменениях напряжения на конденсаторе по гармоническому закону

1 2 3 4 **A6**

$$u = U_m \cos \omega t$$

сила тока на нём изменяется по закону

$$i = U_m \omega C \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right).$$

Колебания силы тока на конденсаторе

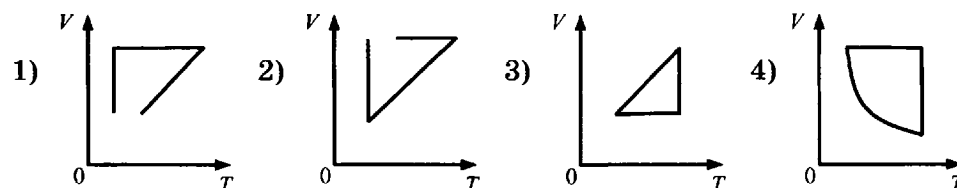
- 1) опережают по фазе колебания напряжения на четверть периода
  - 2) отстают по фазе от колебаний напряжения на четверть периода
  - 3) опережают по фазе колебания напряжения на полупериод
  - 4) отстают по фазе от колебаний напряжения на полупериод
- A7.** В каком из перечисленных ниже случаев энергия от одного тела к другому передается в основном теплопередачей?

1 2 3 4 **A7**

- 1) При накладывании грелки с горячей водой на тело человека.
- 2) При нагревании воздуха в комнате от радиатора водяного отопления.
- 3) При нагревании шин автомобиля в результате торможения.
- 4) При нагревании земной поверхности Солнцем.

- A8.** 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?

1 2 3 4 **A8**



**A9**

1 2 3 4

A9. 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

**A10**

1 2 3 4

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                                  3) получил 300 Дж  
2) отдал 300 Дж                                  4) не отдал и не получил теплоту

**A11**

1 2 3 4

A11. С нейтрального тела сняли заряд +20 Кл, а затем передали заряд -5 Кл. В результате тело обладает зарядом

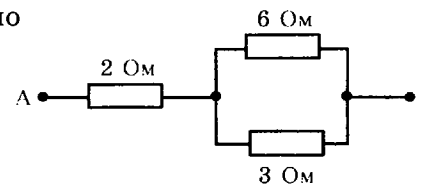
- 1) -5 Кл    3) -20 Кл  
2) +15 Кл     4) -25 Кл

**A12**

1 2 3 4

A12. Сопротивление цепи на рисунке равно

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

**A13**

1 2 3 4

A13. 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    3) 0,6 Н  
2) 0,3 Н    4) 120 Н

**A14**

1 2 3 4

A14. В колебательном контуре из конденсатора электроемкостью 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)  $2 \cdot 10^{-5}$  В                                      3) 0,02 В  
2) 0,05 В    4) 5 В

**A15**

1 2 3 4

A15. 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

A16. На какой угол должны быть повернуты друг относительно друга плоскости поляризации двух поляроидов, чтобы свет не проходил через них?

- 1)  $0^\circ$                       2)  $45^\circ$                       3)  $90^\circ$                       4)  $180^\circ$

1 2 3 4 A16

A17. Какое физическое явление служит доказательством квантовой природы света?

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

1 2 3 4 A17

A18. 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

1 2 3 4 A18

A19. В результате электронного  $\beta$ -распада ядра атома элемента с зарядовым числом  $Z$  получается ядро атома элемента с зарядовым числом

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

1 2 3 4 A19

A20. 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

1 2 3 4 A20

A21. 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

1 2 3 4 A21

## Часть 2

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

B1. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если её отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

1 2 3 4 B1

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	

**B2**

- B2.** 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

**B3**

- B3.** 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.

**B4**

- B4.** 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

### Часть 3

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

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

A22. Результат измерений длины  $x$ :  $281,16 \text{ м} \leq x \leq 286,84 \text{ м}$ .

Методом последовательного округления выразите результат приближённым числом.

- 1) 281,2 м
- 2) 286,84 м
- 3) 290 м
- 4) 300 м

1 2 3 4 A22

A23. В таблице представлена зависимость модуля скорости движения автомобиля  $v$  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

1 2 3 4 A23

A24. Как изменится радиус обращения заряженной частицы в однородном магнитном поле при увеличении скорости частицы в 2 раза?

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

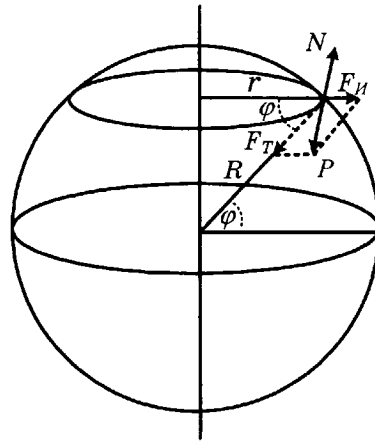
1 2 3 4 A24



**A25**

1 2 3 4

A25. На рисунке показаны силы, действующие на тело на поверхности вращающейся планеты.



Если планета шар, то вес тела минимален

- 1) на экваторе
- 2) на полюсе
- 3) на широте  $45^\circ$
- 4) вес не зависит от положения тела на поверхности планеты

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

**С1**

С1. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $25^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $14^\circ\text{C}$ . 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  $14^\circ\text{C}$ ?

**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

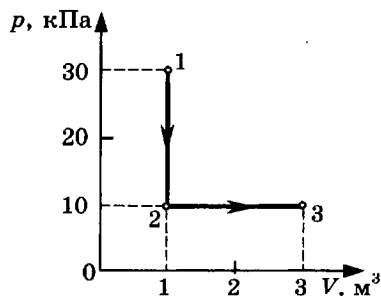
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

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, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- С2. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 5 м. Какова сила давления человека на сидение тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с<sup>2</sup>.

С2

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



С3

- 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?

С4

- 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?

С5

- С6. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода — дейтерия и трития:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

С6

Массы атомных ядер

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

## ВАРИАНТ 6

### Часть 1

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

**A1**

1 2 3 4

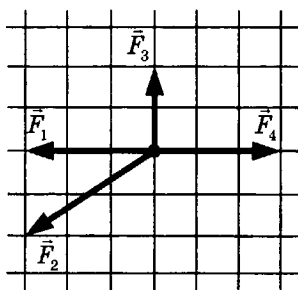
A1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  имеет вид:  $s = 5 + 2t + 4t^2$ . Скорость тела в момент времени  $t = 2$  с при таком движении равна

- 1) 25 м/с
- 2) 21 м/с
- 3) 18 м/с
- 4) 10 м/с

**A2**

1 2 3 4

A2. На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы  $\vec{F}_1$  равен 3 Н. Модуль равнодействующей векторов  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  и  $\vec{F}_4$  равен



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

**A3**

1 2 3 4

A3. Теннисный мяч массой 60 г лежит на корте. Чему равен модуль силы тяжести и к чему приложена сила тяжести?

- 1)  $\approx 0,6$  Н, приложена к земле
- 2)  $\approx 0,6$  Н, приложена к мячу
- 3)  $\approx 600$  Н, приложена к земле
- 4)  $\approx 600$  Н, приложена к мячу

**A4**

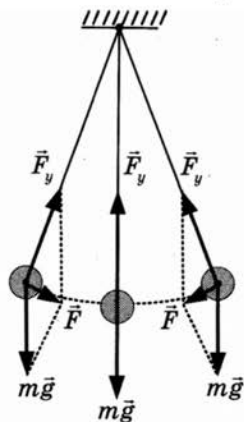
1 2 3 4

A4. Человек массой  $m$  прыгает с горизонтальной скоростью  $v$  относительно Земли из неподвижной лодки массой  $M$  на берег. Каков суммарный импульс лодки и человека относительно Земли в момент перед отрывом человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

- 1) 0
- 2)  $mv$
- 3)  $(m + M)v$
- 4)  $2mv$

- A5.** На рисунке показан груз, подвешенный на нити и совершающий свободные колебания как маятник. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется его кинетическая энергия?

Полная механическая энергия груза в момент максимального отклонения от положения равновесия равна 10 Дж.



- 1) Кинетическая энергия не изменяется и равна 10 Дж
- 2) Кинетическая энергия не изменяется и равна 5 Дж
- 3) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 10 Дж
- 4) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 5 Дж

- A6.** При протекании переменного тока в цепи, содержащей конденсатор, сила тока на конденсаторе изменяется по закону

$$i = U_m \omega C \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right).$$

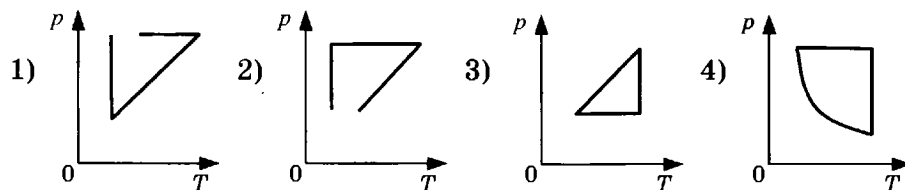
Фазой колебаний в этом выражении является

- 1)  $\frac{\pi}{2}$
- 2)  $\omega t$
- 3)  $\omega t + \frac{\pi}{2}$
- 4)  $\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

- A7.** Беспорядочные перемещения небольших твердых частиц в жидкостях под действием ударов молекул жидкости происходят из-за явления

- 1) теплопередачи
- 2) конвекции
- 3) диффузии
- 4) броуновского движения

- A8.** 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?



1 2 3 4 **A5**

1 2 3 4 **A6**

1 2 3 4 **A7**

1 2 3 4 **A8**



**A17.** 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

1 2 3 4 A17

**A18.** Какое вещество из перечисленных ниже используется в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего?

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

1 2 3 4 A18

**A19.** 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)  $Z + 1$

1 2 3 4 A19

**A20.** 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

1 2 3 4 A20

**A21.** 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%

1 2 3 4 A21

## Часть 2

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

**B1.** 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.

1 2 3 4 B1

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	

**B2**

**B2.** Установите соответствие между физическими процессами в микромире, перечисленными в первом столбце, и характеристиками этих процессов.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ
А) Изменение кинетической энергии атомного ядра в результате столкновения с другим ядром или частицей	1) Возможны любые изменения энергии 2) Возможен лишь набор квантованных изменений энергии
Б) Изменение энергии атомного ядра как системы из протонов и нейтронов в результате взаимодействия с другим атомным ядром или частицей	3) Спектр линейчатый 4) Спектр сплошной
В) Испускание электромагнитных излучений возбужденным ядром	

А	Б	В

**B3**

**B3.** При быстром движении поршня в цилиндре дизельного двигателя объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) Давление	1) Увеличение
Б) Температура	2) Уменьшение
В) Внутренняя энергия	3) Неизменность

А	Б	В

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

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

### Часть 3

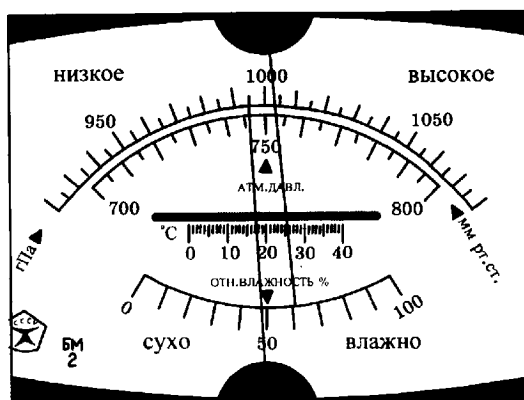
Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

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

A22. На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.

Снимите показания барометра и гигрометра.

- 1) Атмосферное давление равно  $\approx 995$  гПа, влажность воздуха равна  $\approx 61\%$
- 2) Атмосферное давление равно  $\approx 1003$  гПа, влажность воздуха равна  $\approx 61\%$
- 3) Атмосферное давление равно  $\approx 995$  гПа, влажность воздуха равна  $\approx 48\%$
- 4) Атмосферное давление равно  $\approx 1003$  гПа, влажность воздуха равна  $\approx 48\%$







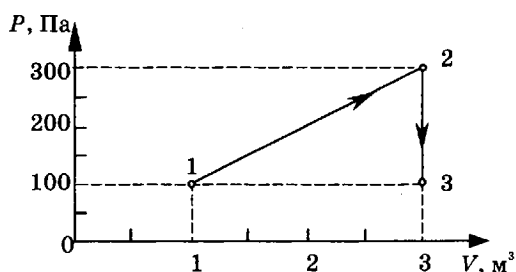
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- С2. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью двигалась тележка в нижней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 2100 Н? Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .

С2

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

С3



- 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.

С4

- 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?

С5

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

С6

# 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 1 2 3 4

A1. Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:

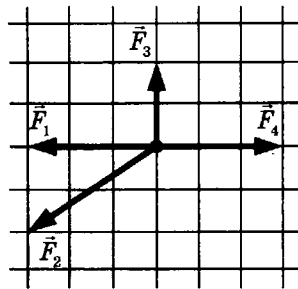
$$x = 1 + 2t + 3t^2.$$

Проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 3$  с при таком движении равна

- 1) 34 м/с
- 2) 20 м/с
- 3) 11 м/с
- 4) 2 м/с

A2 1 2 3 4

A2. 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) $\vec{F}_4$ |

A3 1 2 3 4

A3. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м неподвижно лежит груз массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на груз?

- 1)  $\approx 500$  Н
- 2)  $\approx 400$  Н
- 3)  $\approx 300$  Н
- 4)  $\approx 50$  Н

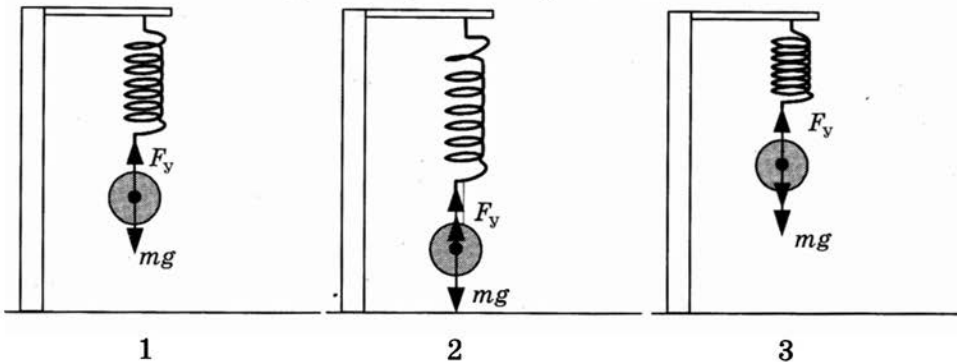
A4 1 2 3 4

A4. 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) $2v$ | 3) $mv/(m + M)$ |
| 2) $v$  | 4) $mv/M$       |

A5. На рисунке показаны:

- 1 — положение равновесия груза на пружине,
- 2 — положение груза в крайней нижней точке,
- 3 — положение груза в крайней верхней точке.

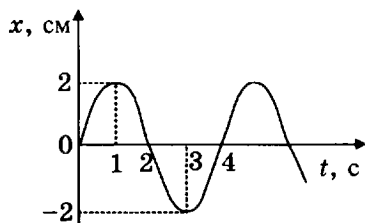


Если груз подвесить к недеформированной пружине (положение 3) и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется кинетическая энергия системы груз—пружина?

Полная механическая энергия системы груз—пружина в момент максимального отклонения от положения равновесия равна 10 Дж.

- 1) Кинетическая энергия не изменяется и равна 10 Дж
- 2) Кинетическая энергия не изменяется и равна 5 Дж
- 3) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 10 Дж
- 4) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 5 Дж

A6. На рисунке представлен график смещения  $x$  тела от положения равновесия с течением времени  $t$  при гармонических колебаниях. Чему равна разность фаз колебаний для моментов времени 2 с и 4 с?



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

A7. Конвекцией называется процесс

- 1) переноса теплоты потоками вещества
- 2) проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
- 3) испускания и поглощения теплового электромагнитного излучения без непосредственного контакта между телами
- 4) беспорядочные перемещения небольших твердых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа





**A20**

1 2 3 4

**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**

1 2 3 4

**A21.** 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

## Часть 2

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

**В1**


**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.

B2

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

А	Б	В

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

B3

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) Давление	1) Увеличение
Б) Температура	2) Уменьшение
В) Внутренняя энергия	3) Неизменность

А	Б	В

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

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

B4

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



### Часть 3

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

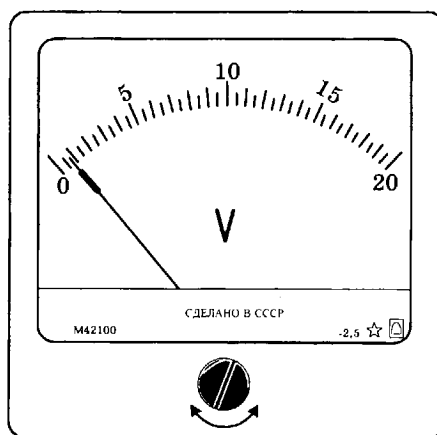
При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A22**

1 2 3 4

**A22.** Надпись 2,5 на шкале вольтметра показывает, что это прибор класса точности 2,5. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность или границу относительной погрешности в процентах при отклонении стрелки на всю шкалу.

Определите максимальную абсолютную инструментальную погрешность  $\Delta_{\text{инстр}}$  этого прибора и границу относительной инструментальной погрешности  $\varepsilon$  для случая, когда при измерении напряжения стрелка вольтметра остановится на цифре 10.



- 1)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ В}$ ,  $\varepsilon = 2,5\%$
- 2)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ В}$ ,  $\varepsilon = 5\%$
- 3)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ В}$ ,  $\varepsilon = 2,5\%$
- 4)  $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ В}$ ,  $\varepsilon = 1,25\%$

**A23**

1 2 3 4

**A23.** 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

A24. В однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции влетел электрон. По какой траектории он будет двигаться?

1 2 3 4 A24

- 1) По прямой с неизменной скоростью
- 2) По прямой с ускорением
- 3) По окружности
- 4) По спирали

A25. Ракета с космонавтом на борту стартует с Земли с ускорением  $30 \text{ м/с}^2$ . Как изменился вес космонавта?

1 2 3 4 A25

- 1) Остался прежним
- 2) Удвоился
- 3) Утроился
- 4) Учетверился

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

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 снизить температуру стакана до  $27^\circ\text{C}$ . 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.

С1

**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

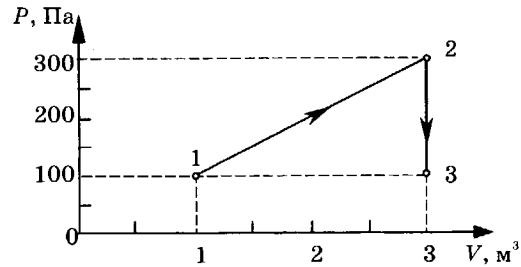
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

C2. 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  $10 \text{ м/с}$  сила давления человека на сидение тележки была равна  $1800 \text{ Н}$ ? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

С2

**C3** 

- C3. 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?

**C4** 

- C4. Ядро изотопа водорода  ${}^2_1\text{H}$  — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией  $3,34 \cdot 10^{-5}$  Тл перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.

**C5** 

- C5. Спектр наблюдается с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. При расположении решетки у глаза спектральная линия в спектре первого порядка наблюдается на расстоянии  $a = 9$  см от щели в экране, расстояние от решетки до экрана  $l = 40$  см. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.

**C6** 

- C6. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно  $4 \cdot 10^{20}$  Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?



Если груз подвесить к недеформированной пружине (положение 3) и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется кинетическая энергия системы груз—пружина?

Полная механическая энергия системы груз—пружина при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

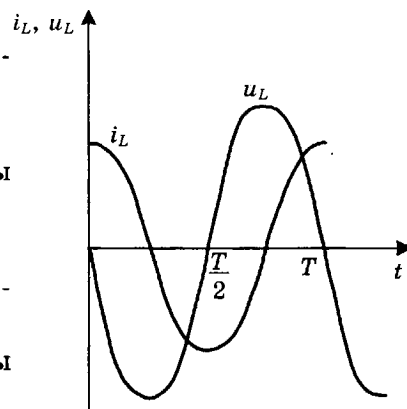
- 1) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 20 Дж
- 2) Кинетическая энергия изменяется от 0 до 10 Дж
- 3) Кинетическая энергия не изменяется и равна 20 Дж
- 4) Кинетическая энергия не изменяется и равна 10 Дж

**A6**

1 2 3 4

**A6.** На графике показаны колебания напряжения ( $u_L$ ) и колебания силы тока ( $i_L$ ) на катушке индуктивности. Колебания напряжения на катушке

- 1) опережают по фазе колебания силы тока на  $\frac{\pi}{2}$
- 2) отстают по фазе от колебаний силы тока на  $\frac{\pi}{2}$
- 3) опережают по фазе колебания силы тока на  $\pi$
- 4) отстают по фазе от колебаний силы тока на  $\pi$



**A7**

1 2 3 4

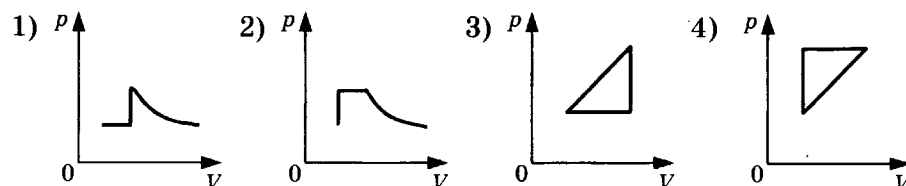
**A7.** Когда белье на открытом балконе высохнет быстрее?

- 1) В безветренный день
- 2) В ветреный день
- 3) Во время дождя
- 4) Высыхание белья не зависит от погоды

**A8**

1 2 3 4

**A8.** 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



**A9**

1 2 3 4

**A9.** 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

**A10.** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. При этом внутренняя энергия газа

1 2 3 4 A10

- 1) увеличилась на 400 Дж
- 2) увеличилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 200 Дж
- 4) уменьшилась на 400 Дж

**A11.** 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 2 3 4 A11

- 1) Увеличится в 16 раз
- 2) Увеличится в 2 раза
- 3) Увеличится в 8 раз
- 4) Не изменится

**A12.** Резистор 1 с электрическим сопротивлением 3 Ом и резистор 2 с электрическим сопротивлением 6 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе 1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе 2 в то же время?

1 2 3 4 A12

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

**A13.** Какое явление наблюдалось в опыте Эрстеда?

1 2 3 4 A13

- 1) Взаимодействие двух параллельных проводников с током
- 2) Взаимодействие двух магнитных стрелок
- 3) Поворот магнитной стрелки вблизи проводника при пропускании через него тока
- 4) Возникновение электрического тока в катушке при вдвигании в нее магнита

**A14.** В колебательном контуре из конденсатора и катушки индуктивностью 0,5 Гн происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$ . Амплитуда колебаний силы тока в контуре 0,01 А. Амплитуда колебаний напряжения на катушке равна

1 2 3 4 A14

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

**A15.** На сетчатке глаза изображение предметов получается

1 2 3 4 A15

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

**A16.** На стеклянную призму направили луч белого света. Какое физическое явление происходит при прохождении света через призму?

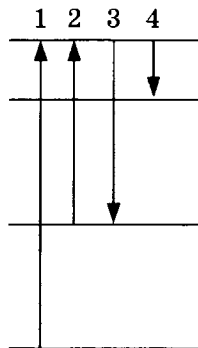
1 2 3 4 A16

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

**A17**

1 2 3 4

A17. 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

**A18**

1 2 3 4

A18. 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)  $\gamma$

**A19**

1 2 3 4

A19. 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

**A20**

1 2 3 4

A20. Собирающая линза, используемая в качестве лупы, дает изображение

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

**A21**

1 2 3 4

A21. Идеальная тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. КПД тепловой машины равен

- 1) 40%
- 2) 60%
- 3) ~ 29%
- 4) ~ 43%

## Часть 2

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

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

В1

- 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.

В2

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

**ИЗМЕНЕНИЕ  
ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- А) Нагревание льда
- Б) Плавление льда
- В) Нагревание жидкой воды

- 1) Остается неизменной
- 2) Увеличивается
- 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.

В3

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- А) Давление
- Б) Объем
- В) Температура
- Г) Внутренняя энергия

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

А	Б	В	Г

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



**B4**

**B4.** 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

### Часть 3

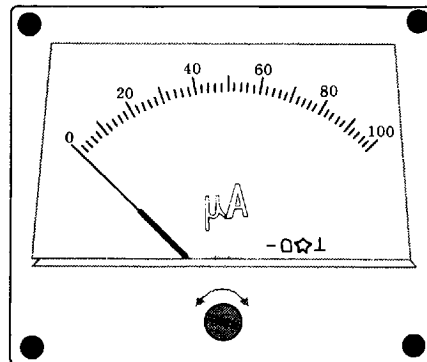
Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

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

**A22**

1 2 3 4

**A22.** На рисунке показана шкала микроамперметра. Определите границу абсолютной погрешности отсчёта  $\Delta_{\text{отсч}}$ , считая, что она равна половине цены деления прибора.



- |          |           |
|----------|-----------|
| 1) 1 мкА | 3) 10 мкА |
| 2) 2 мкА | 4) 20 мкА |

**A23**

1 2 3 4

**A23.** В таблице представлена зависимость координаты  $x$  движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{ м}$	0	2	4	6	8

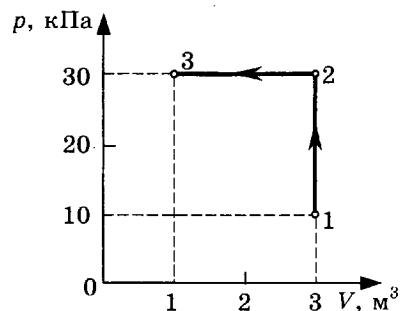
С какой скоростью двигалось тело от момента времени 0 с до момента времени 4 с?

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



С3

- 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

- 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

- 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

- С6. Используя таблицы в начале и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции:  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1n$

Массы атомных ядер

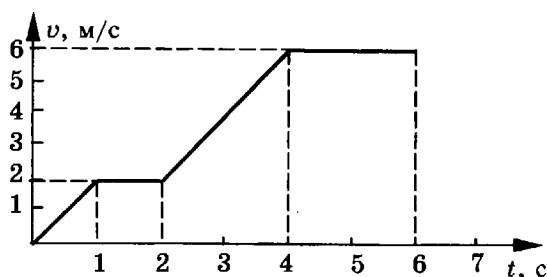
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	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 9

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

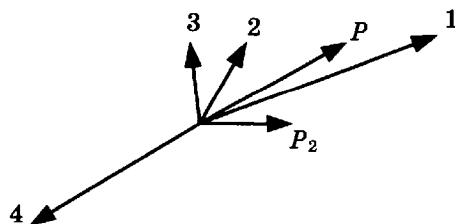


- 1) 1 м  
2) 2 м  
3) 3 м  
4) 4 м
- A2. Как движется тело при равенстве нулю суммы всех действующих на него сил? Выберите верное утверждение.

- 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

- A3. Метеорит массой 1 кг приближается к поверхности Земли со скоростью 100 м/с. Угол между направлением его скорости и вертикалью к поверхности Земли равен  $30^\circ$ . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на метеорит?

- 1) 1 Н  
2)  $\approx 5$  Н  
3)  $\approx 8,66$  Н  
4)  $\approx 10$  Н
- A4. 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

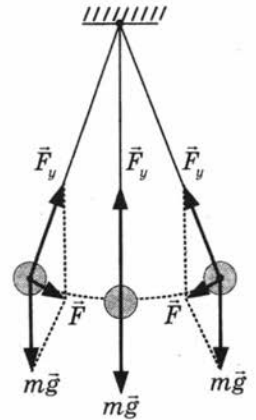
**A5**

1 2 3 4

- A5. На рисунке показан груз, подвешенный на нити и совершающий свободные колебания как маятник. В каких пределах при этих колебаниях груза изменяется его потенциальная энергия?

Полная механическая энергия груза при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

- 1) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж
- 2) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 20 Дж
- 3) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж
- 4) Потенциальная энергия не изменяется и равна 20 Дж

**A6**

1 2 3 4

- A6. При изменениях силы тока в катушке по гармоническому закону

$$i = I_m \cos \omega t, \quad (1)$$

напряжение на катушке изменяется по закону

$$u = U_m \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right). \quad (2)$$

Формула (2) показывает, что колебания напряжения на катушке

- 1) опережают по фазе колебания силы тока на четверть периода
- 2) отстают по фазе от колебаний силы тока на четверть периода
- 3) опережают по фазе колебания силы тока на полупериод
- 4) отстают по фазе от колебаний силы тока на полупериод

**A7**

1 2 3 4

- A7. В воду на дно стакана поместили несколько кристаллов марганцовки. Марганцовка растворилась и около дна стакана образовался тонкий окрашенный слой раствора. Стакан прикрыли листком бумаги и оставили. Через несколько дней вся вода оказалась равномерно окрашенной.

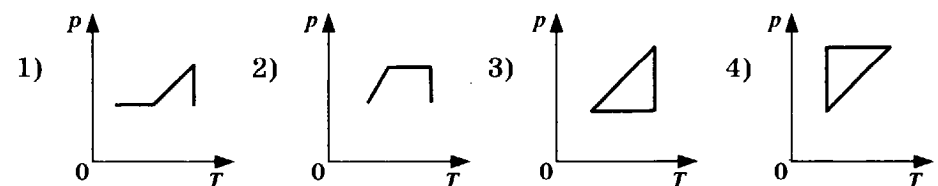
Какое явление более всего ответственно за результат опыта?

- 1) Испарение
- 2) Конвекция
- 3) Диффузия
- 4) Броуновское движение

**A8**

1 2 3 4

- A8. 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?



A9. Если давление идеального газа при постоянной концентрации увеличилось в 2 раза, то это значит, что его абсолютная температура

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

1 2 3 4 A9

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

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

1 2 3 4 A10

A11. 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)  $8F$

1 2 3 4 A11

A12. 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

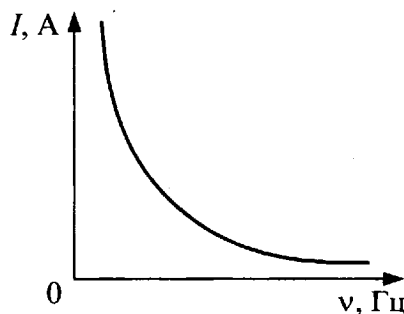
1 2 3 4 A12

A13. 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

1 2 3 4 A13

A14. 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

1 2 3 4 A14

**A15**

1 2 3 4

**A15.** 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

**A16**

1 2 3 4

**A16.** 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

**A17**

1 2 3 4

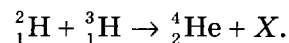
**A17.** Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергия фотона?

- 1) Квадрату скорости фотона
- 2) Скорости фотона
- 3) Частоте излучения
- 4) Длине волны

**A18**

1 2 3 4

**A18.** При высоких температурах возможен синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода:



Какая частица  $X$  освобождается при осуществлении такой реакции?

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

**A19**

1 2 3 4

**A19.** 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

**A20**

1 2 3 4

**A20.** 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





**B3**

- B3.** Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный 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	

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

А	Б	В	Г

**B4**

- B4.** К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдет с электрическим сопротивлением нити лампы, напряжением на ней и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при увеличении силы тока в цепи? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличение      2) уменьшение      3) неизменность

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

Электрическое сопротивление лампы	Напряжение на нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

### Часть 3

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

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

**A22**

1 2 3 4

- A22.** При измерении длины бруска получено значение длины 5 см, граница абсолютной погрешности измерений равна 0,5 мм. Чему равна граница относительной погрешности этого измерения?

1) 0,01      2) 0,1      3) 2,5      4) 25

**A23**

1 2 3 4

- A23.** В таблице представлена зависимость координаты  $x$  движения тела от времени  $t$ :

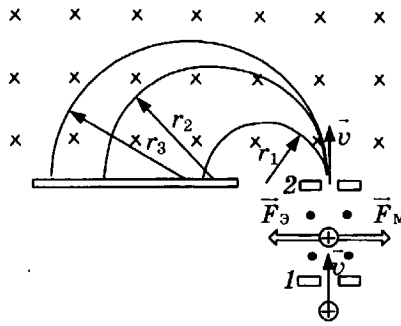
$t, \text{ с}$	0	1	3	5
$x, \text{ м}$	0	1	1	2

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

**A24.** На рисунке приведена схема масс-спектрометра и показаны траектории ионов. Каково соотношение между массами  $M_1$  и  $M_2$  ионов, движущихся по полуокружностям радиусом  $r_1$  и  $r_2$ ?

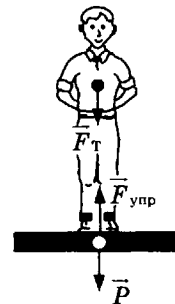
- 1)  $M_1 = M_2$
- 2)  $M_1 > M_2$
- 3)  $M_1 < M_2$
- 4) По приведённым данным задачи невозможно дать ответ на вопрос о соотношении масс ионов.



1 2 3 4 **A24**

**A25.** Изображённый на рисунке лифт с пассажиром при условии  $|\vec{F}_T| = |\vec{P}| = |\vec{F}_{\text{упр}}|$

- 1) движется с ускорением  $a < g$ , направленным вниз
- 2) движется с ускорением  $a = g$ , направленным вниз
- 3) неподвижен
- 4) неподвижен или движется равномерно



1 2 3 4 **A25**

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

**С1.** В 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?

**С1**

**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

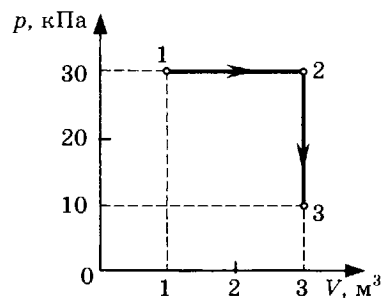
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

**С2**

- С2. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 6,4 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сидение тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с<sup>2</sup>.

**С3**

- 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**

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

**С5**

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

**С6**

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

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

#### Массы атомных ядер

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

## ВАРИАНТ 10

### Часть 1

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

- А1.** Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:

$$x = 1 + 4t - 2t^2.$$

Проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 1$  с при таком движении равна

- 1) 8 м/с    3) 2 м/с  
2) 3 м/с    4) 0 м/с

- А2.** 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     3) 7 Н  
2) 5 Н     4) 25 Н

- А3.** Вагон канатной подвесной дороги массой 100 кг поднимается вверх со скоростью 1 м/с. Угол между тягловым канатом и горизонтальной поверхностью Земли составляет  $45^\circ$ . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на вагон?

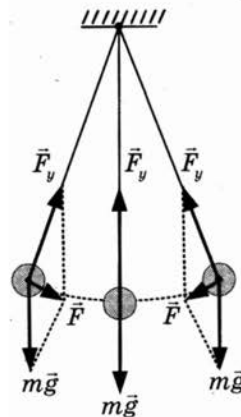
- 1)  $\approx 1000$  Н     3)  $\approx 100$  Н  
2)  $\approx 707$  Н     4)  $\approx 70,7$  Н

- А4.** Вагон массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным вагоном массой  $2m$ . Каким суммарным импульсом обладают два вагона в момент столкновения? Взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

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

- А5.** На рисунке показан груз, подвешенный на нити и совершающий свободные колебания как маятник. Изменяется ли при этих колебаниях груза его полная энергия? Известно, что при этих колебаниях максимальное значение кинетической энергии равно 10 Дж, максимальное значение потенциальной энергии равно 10 Дж.

- 1) Полная энергия не изменяется и равна 10 Дж  
2) Полная энергия не изменяется и равна 20 Дж  
3) Полная энергия изменяется от 0 до 10 Дж  
4) Полная энергия изменяется от 0 до 20 Дж



1 2 3 4     А1

1 2 3 4     А2

1 2 3 4     А3

1 2 3 4     А4

1 2 3 4     А5

**A6**

1 2 3 4

A6. При изменениях силы тока в катушке по гармоническому закону

$$i = I_m \cos \omega t$$

напряжение на катушке изменяется по закону

$$u = U_m \cos \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right).$$

Колебания силы тока в катушке

- 1) опережают по фазе колебания напряжения на четверть периода
- 2) отстают по фазе от колебаний напряжения на четверть периода
- 3) опережают по фазе колебания напряжения на полупериод
- 4) отстают по фазе от колебаний напряжения на полупериод

**A7**

1 2 3 4

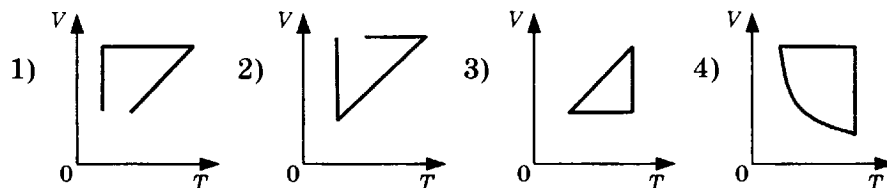
A7. В стоящем на горячей газовой горелке чайнике закипает вода. Какой из перечисленных ниже процессов вносит наименьший вклад в процесс закипания?

- 1) Конвекция слоёв воды внутри чайника
- 2) Испарение внутри пузырьков воздуха при закипании
- 3) Диффузия
- 4) Теплопередача от газовой горелки доньшку чайника

**A8**

1 2 3 4

A8. 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?

**A9**

1 2 3 4

A9. 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

**A10**

1 2 3 4

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

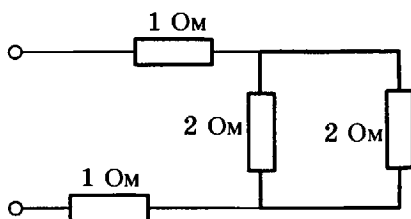
**A11**

1 2 3 4

A11. 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

A12. Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



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

1 2 3 4 A12

A13. Квадратная рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг одной из своих сторон. Первый раз ось вращения совпадает с направлением вектора магнитной индукции, второй раз ось вращения 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

1 2 3 4 A13

A14. 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)  $0,01 \text{ с}^{-1}$

1 2 3 4 A14

A15. 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

1 2 3 4 A15

A16. Выражение для дифракционного максимума  $d \sin \varphi = k \lambda$  для данной решётки при неизменном значении  $k$  для световых волн с разной длиной волны выполняется при разных значениях угла дифракции  $\varphi$ .

Угол дифракции имеет наибольшее значение для

- 1) красного света
- 2) жёлтого света
- 3) голубого света
- 4) фиолетового света

1 2 3 4 A16

A17

1 2 3 4

A17. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой  $0,5\nu$ , если фотоэффект происходит?

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

A18

1 2 3 4

A18. Укажите второй продукт ядерной реакции:  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + ?$

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

A19

1 2 3 4

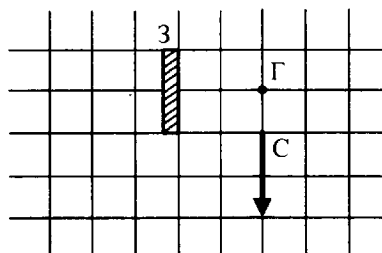
A19. Может ли ядро атома одного химического элемента самопроизвольно превратиться в ядро атома другого химического элемента?

- 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

A20

1 2 3 4

A20. В плоском зеркале З наблюдается изображение стрелки С, глаз находится в точке Г. Какая часть изображения стрелки видна глазу?



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

A21

1 2 3 4

A21. 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

## Часть 2

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

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

В1

- 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**

- А) Скорость  
 Б) Ускорение  
 В) Кинетическая энергия  
 Г) Потенциальная энергия

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- 1) Не изменяется  
 2) Увеличивается  
 3) Уменьшается

А	Б	В	Г

В2

- 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**

- А) Давление  
 Б) Температура  
 В) Внутренняя энергия

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- 1) Увеличение  
 2) Уменьшение  
 3) Неизменность

А	Б	В

В3

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



**B4**

**B4.** 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

### Часть 3

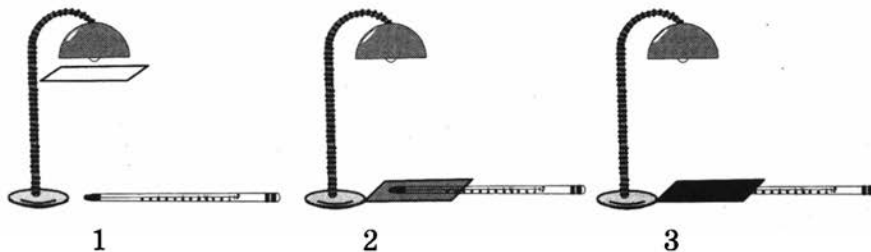
Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

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

**A22**

1 2 3 4

**A22.** На рисунке показаны опыты по исследованию зависимости показаний термометра от внешних условий. Лампа используется в качестве «Солнца». Листы бумаги используются для изменений условий нагревания термометра.



В каком опыте термометр наиболее точно измеряет температуру воздуха?

- 1) В первом  
2) Во втором  
3) В третьем  
4) Опыты дадут примерно один и тот же результат

**A23**

1 2 3 4

**A23.** 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

1 2 3 4 A24

A24. В однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции влетели электрон и альфа-частица. У электрона и альфа-частицы, влетевших в магнитное поле, одинаковые траектории, направление движения, скорость движения и точка входа в магнитное поле. Каким будет характер их отклонения от прежней прямолинейной траектории движения при входе в магнитное поле?

- 1) Выходя на движение по окружности, они сместятся в одну и ту же сторону
- 2) Выходя на движение по окружности, они сместятся в противоположные стороны
- 3) Электрон и альфа-частица будут продолжать движение с неизменной скоростью
- 4) Электрон и альфа-частица получат одинаковое ускорение

A25. Масса пассажира лифта 100 кг. Каков вес пассажира в момент, когда лифт движется вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ ?

1 2 3 4 A25

- 1) 200 Н
- 2) 800 Н
- 3) 1000 Н
- 4) 1200 Н

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

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

С1

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

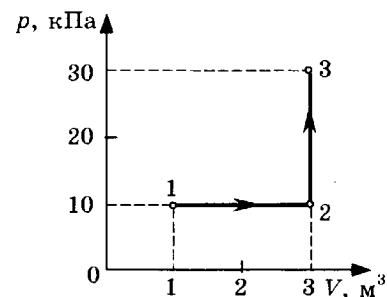
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

**С2**

- 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**

- 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**

- 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**

- 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**

- 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.

# РАЗБОР ВАРИАНТА 10

## Часть 1

**A1.** Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид:

$$x = 1 + 4t - 2t^2.$$

Проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 1$  с при таком движении равна

- 1) 8 м/с
- 2) 3 м/с
- 3) 2 м/с
- 4) 0 м/с

**Решение**

Сопоставляя общую формулу  $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$  для расчёта координаты тела, движущегося равноускоренно по прямой, и зависимость  $x = 1 + 4t - 2t^2$  координаты тела  $x$  от времени  $t$ , представленную в условии задачи, получаем:  $v_{0x} = 4$  (м/с),  $\frac{a_x}{2} = -2 \Rightarrow a_x = -4$  (м/с<sup>2</sup>).

Подставляя момент времени  $t = 1$  с и значения проекции скорости на ось  $Ox$   $v_{0x} = 4$  м/с и проекции ускорения  $a_x = -4$  м/с<sup>2</sup> в общую формулу  $v_x = v_{0x} + a_x t$  для расчёта проекции скорости, можно рассчитать значение проекции скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 1$  с при изменении координаты тела по закону  $x = 1 + 4t - 2t^2$ :  $v_x = 4 - 4 \cdot 1 = 4 - 4 = 0$  (м/с).

Правильный ответ 4.

**A2.** Две силы 3 Н и 4 Н приложены к одной точке тела, угол между векторами сил равен 90°. Модуль равнодействующей сил равен

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

**Решение**

Модуль равнодействующей сил, действующих под углом 90° на одну точку тела, равен  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ . Подставляя численные значения, получаем  $F = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5$  (Н).

Правильный ответ 2.

**A3.** Вагон канатной подвесной дороги массой 100 кг поднимается вверх со скоростью 1 м/с. Угол между тяговым канатом и горизонтальной поверхностью Земли составляет 45°. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на вагон?

- 1)  $\approx 1000$  Н
- 2)  $\approx 707$  Н
- 3)  $\approx 100$  Н
- 4)  $\approx 70,7$  Н

**Решение.**

Сила тяжести равна  $\vec{F}_m = m\vec{g}$ , где  $\vec{g}$  — ускорение свободного падения в данном месте. От угла между тяговым канатом и горизонтальной поверхностью Земли сила тяжести не зависит. Модуль силы тяжести, действующей на вагон, равен  $F_m = mg \approx 100 \cdot 10$  (Н)  $\approx 1000$  (Н).

Правильный ответ 1.



### Решение

Из формул видно, что фаза колебаний силы тока  $\omega t$  меньше фазы колебаний напряжения  $\omega t + \frac{\pi}{2}$  на  $\frac{\pi}{2}$ . Из этого следует, что колебания силы тока в катушке отстают по фазе от колебаний напряжения на  $\frac{\pi}{2}$ , или, что то же самое, на четверть периода (поскольку период колебаний равен  $2\pi$ ).

Правильный ответ под номером 2.

**А7.** В стоящем на горячей газовой горелке чайнике закипает вода. Какой из перечисленных ниже процессов вносит наименьший вклад в процесс закипания?

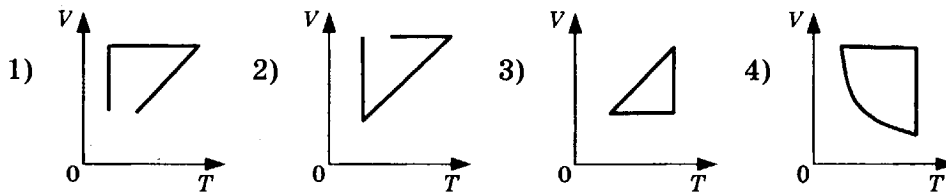
- 1) Конвекция слоёв воды внутри чайника
- 2) Испарение внутри пузырьков воздуха при закипании
- 3) Диффузия
- 4) Теплопередача от газовой горелки доньшку чайника

### Решение.

Из перечисленных тепловых явлений диффузия — самый медленный процесс, передающий тепло при закипании воды в чайнике, поэтому она вносит наименьший вклад в процесс закипания.

Правильный ответ под номером 3

**А8.** 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?



### Решение

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.

**А9.** 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

### Решение

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.

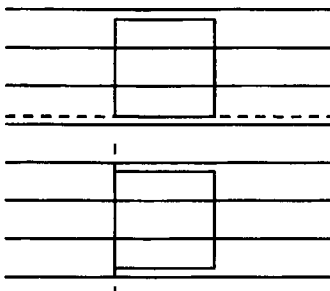


**A13.** Квадратная рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг одной из своих сторон. Первый раз ось вращения совпадает с направлением вектора магнитной индукции, второй раз ось вращения перпендикулярна ему. Ток в рамке

- 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

**Решение**

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.

**A14.** В колебательном контуре из конденсатора электроемкостью 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)  $0,01 \text{ с}^{-1}$

**Решение**

В колебательном контуре из конденсатора электроемкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$  циклическая частота  $\omega$  свободных электромагнитных колебаний равна:

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

Подставив значения индуктивности катушки и электроемкости 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.

**A15.** 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



### Решение

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.

**A16.** Выражение для дифракционного максимума  $d \sin \varphi = k\lambda$  для данной решётки при неизменном значении  $k$  для световых волн с разной длиной волны выполняется при разных значениях угла дифракции  $\varphi$ .

Угол дифракции имеет наибольшее значение для

- 1) красного света
- 2) жёлтого света
- 3) голубого света
- 4) фиолетового света

### Решение

При неизменных  $d$  и  $k$  из формулы  $d \sin \varphi = k\lambda$  следует, что синус угла дифракции имеет наибольшее значение для красного света, так как длина волны красного света больше длин волн желтого, голубого и фиолетового. При изменении угла дифракции от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  наибольшему значению  $\sin \varphi$  соответствует наибольший угол  $\varphi$ .

Правильный ответ под номером 1.

**A17.** При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобожденных электронов равна 2 эВ. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой  $0,5\nu$ , если фотоэффект происходит?

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

### Решение

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:

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

из этого соотношения следует

$$h\nu = 2 \text{ эВ} + A,$$

Во втором случае имеем уравнение:

$$E_{\text{макс2}} = 0,5 h\nu - A = 0,5(A + 2 \text{ эВ}) - A = 1 \text{ эВ} - 0,5 A < 1 \text{ эВ}.$$

Правильный ответ под номером 4.





При подключении последовательно с первой лампой второй такой же лампы сила тока

$$I_2 \text{ в цепи равна: } I_2 = \frac{\varepsilon}{2R + r} = \frac{\varepsilon}{3r}.$$

$$\text{Напряжение } U_2 \text{ на выходе источника тока при этом равно: } U_2 = \varepsilon - I_2 r = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{3r} r = \frac{2\varepsilon}{3}.$$

$$\text{Мощность тока } P_2 \text{ на внешней цепи при этом равна: } P_2 = I_2 U_2 = \frac{\varepsilon}{3r} \cdot \frac{2\varepsilon}{3} = \frac{2\varepsilon^2}{9r}.$$

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

Ответ: 212.

### Часть 3

**A22.** На рисунке показаны опыты по исследованию зависимости показаний термометра от внешних условий. Лампа используется в качестве «Солнца». Листы бумаги используются для изменений условий нагревания термометра.



В каком опыте термометр наиболее точно измеряет температуру воздуха?

- 1) В первом
- 2) Во втором
- 3) В третьем
- 4) Опыты дадут примерно один и тот же результат

#### Решение

Опыт 1 демонстрирует, что при отсутствии «солнечного освещения» в результате теплообмена со столом и воздухом термометр приходит в тепловое равновесие с ними и показывает температуру воздуха.

В опытах 2 и 3 температура листов бумаги под воздействием прямого излучения «солнца» повышается больше, чем температура прозрачного воздуха. Термометр, находясь в плотном контакте с более прогретыми листами бумаги, покажет температуру более высокую, чем температура воздуха.

Правильный ответ под номером 1.

**A23.** 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

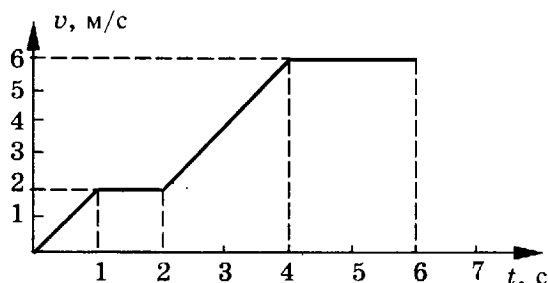
Определите путь, пройденный телом за время от момента времени  $t = 0$  с до момента времени  $t = 2$  с.

- 1) 1 м
- 2) 2 м
- 3) 3 м
- 4) 4 м

### Решение

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

$$s = s_1 + s_2,$$

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

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.

**A24.** В однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции влетели электрон и альфа-частица. У электрона и альфа-частицы, влетевших в магнитное поле, одинаковые траектории, направление движения, скорость движения и точка входа в магнитное поле. Каким будет характер их отклонения от прежней прямолинейной траектории движения при входе в магнитное поле?

- 1) Выходя на движение по окружности, они сместятся в одну и ту же сторону.
- 2) Выходя на движение по окружности, они сместятся в противоположные стороны.
- 3) Электрон и альфа-частица будут продолжать движение с неизменной скоростью.
- 4) Электрон и альфа-частица получат одинаковое ускорение.

### Решение.

Если в магнитное поле влетают противоположно заряженные частицы, имеющие одинаковую траекторию, направление, скорость движения и точку входа в магнитное поле, и они движутся перпендикулярно вектору индукции магнитного поля, то магнитное поле отклоняет частицы в противоположных направлениях, так как силы, действующие со стороны магнитного поля на противоположно заряженные частицы, направлены противоположно.

Правильный ответ под номером 2.



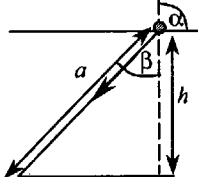
## С3

№ 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ 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 электрическим 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:	$\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \frac{\varepsilon}{12},$ $5\varepsilon = 60 \text{ В}, \varepsilon = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

## С5

№ 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: Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	1
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	2	A19	1
A2	4	A8	2	A14	4	A20	1
A3	3	A9	3	A15	4	A21	1
A4	4	A10	4	A16	2		
A5	2	A11	2	A17	2		
A6	2	A12	3	A18	3		

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	258
B2	2214
B3	3111
B4	21

### Часть 3

A22. 4

A23. 3

A24. 1

A25. 3

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы <math>p = 10</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 21 °С равно 25 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{25 \text{ гПа}} = 0,40 = 40\%$	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С увеличится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара понижении температуры воздуха уменьшается.</p>	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. 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
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R \quad (3)$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$v = \sqrt{gR}$ $v = 7 \text{ м/с}$	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 площади под графиком 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи в случае подключения внешнего элемента цепи и в случае короткого замыкания:	$I_1 = \frac{\varepsilon}{R + r},$ $I_0 = \frac{\varepsilon}{r}$	1
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\varepsilon}{I_0},$ $I_1 = \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{I_0}}, \quad I_1 = \frac{I_0 \varepsilon}{RI_0 + \varepsilon},$ $RI_0 I_1 + I_1 \varepsilon = I_0 \varepsilon,$ $\varepsilon = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\varepsilon = 24 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}$	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:	$D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f} \quad (1)$	1
2	Для случая чтения с очками:	$D_1 + D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f} \quad (2)$	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:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{13}^{27}\text{Al} + m_{2}^{4}\text{He} - m_{15}^{30}\text{P} - m_{0}^{1}\text{n}$	1
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 10,00866 \approx -0,00282 \text{ а.е.м.}$ $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	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.	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,63 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,64 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 2

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	333
B3	133
B4	122

### Часть 3

A22. 1

A23. 4

A24. 1

A25. 4

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14°С, из таблицы <math>p = 16</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 32 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	<p>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.</p>	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. Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F$ (1) $ 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:	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$ $R = 4,5 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

## С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка 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: Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = p_1 \Delta V$	1
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

## С5

№ 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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Освобождается ядро изотопа ${}^1_1\text{H}$ . Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta mc^2$  $\Delta m = m_{{}_2^3\text{He}} + m_{{}_2^3\text{He}} - m_{{}_2^4\text{He}} - m_{{}_1^1\text{H}} - m_{{}_1^1\text{H}}$	1
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 3,01493 + 3,01493 - 4,00151 -$ $- 1,00727 - 1,00727 \approx 0,0138$ (а.е.м.) или $\Delta m \approx 5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг + $5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг - $- 6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг - $1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг - $- 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 2,3 \cdot 10^{-29}$ кг	1
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:	$\Delta E \approx 0,0138 \cdot 931,5$ МэВ $\approx 12,9$ МэВ или $\Delta E \approx 2,3 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16}$ Дж $\approx$ $\approx 20,7 \cdot 10^{-13}$ Дж $\approx 12,9$ МэВ	1
		Максимальный балл	3



## Вариант 3

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	231
B3	2322
B4	111

### Часть 3

A22. 3

A23. 3

A24. 4

A25. 1

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 9 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 9 °С, из таблицы <math>p = 11</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 19 °С равно 22 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{11 \text{ гПа}}{22 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	<p>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.</p>	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 вверх, центростремительное ускорение создается только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:  Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = F$ (1)  $ 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:	$R = v^2/a = mv^2/F = mv^2/N$ $R = 5 \text{ м}$	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 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:  Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты:  Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $-10^4 \cdot 2 = -14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

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

## С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	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 $\varphi$ к перпендикуляру, имеют разность хода:	$\Delta = d \sin \varphi,$ где $d$ — расстояние между отверстиями	1
2	Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом $\varphi_1$ к перпендикуляру, удовлетворяющим условию равенства разности хода $\Delta$ одной длине $\lambda$ световой волны:  Отсюда минимальное расстояние $d$ равно:	$\Delta = \lambda = d \sin \varphi_1$ $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$	1
3	Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженному в радианах, поэтому:  Тогда для расстояния $d$ между отверстиями при значении длины световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м получаем значение:	$\sin \varphi_1 = \sin 1' \approx \frac{2\pi}{360 \cdot 60} \approx$ $\approx 0,00029$ $d = \frac{5,8 \cdot 10^{-7}}{0,00029} \text{ м} =$ $= 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	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>Подставлены 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

## Вариант 4

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	44231
B2	2133
B3	3222
B4	111

### Часть 3

A22. 4

A23. 4

A24. 2

A25. 2

C1

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

## С2

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

## С3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние внешние силы над газом совершили работу <math>A</math>. По первому закону термодинамики в этом случае:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно разности изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A</math>, совершенной над газом:</p>	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	<p>Внутренняя энергия идеального 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>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = p_1 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Отрицательное значение величины <math>Q</math> означает, что газ отдал количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) - 10^4 \cdot 2 = -2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

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

## С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа 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 полуволны 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:	$2nd - \lambda/2 = k\lambda$ $d = \frac{(2k+1)\lambda}{4n}$ $d = \frac{\lambda}{4n}$ $d = \frac{588 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 1,47} \text{ м} = 10^{-7} \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Масса $m$ ядер урана, испытавших деление при взрыве, равна произведению числа $N$ ядер на массу одного ядра $m_{\text{я}}$ : Число $N$ ядер равно частному от деления энергии $E$ взрыва на выход энергии $\Delta E$ при делении одного ядра:	$m = Nm_{\text{я}}$ $N = E/\Delta E$	1
2	Получаем значение массы:	$m = Nm_{\text{я}} = \frac{E \cdot m_{\text{я}}}{\Delta E} \approx$ $\approx \frac{8,3 \cdot 10^{16} \cdot 238 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \text{ кг} \approx$ $\approx 10^3 \text{ кг}$	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 5

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	332
B2	2123
B3	1211
B4	333

### Часть 3

A22. 4

A23. 3

A24. 1

A25. 1

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы <math>p = 16</math> гПа. Давление при температуре 25 °С равно 32 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	<p>Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 14 °С уменьшится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.</p>	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.  Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = F - mg$ (1)  $ 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:	$N = m(a + g) = m(v^2/R + g)$ $N = 1800 \text{ Н}$	1
		Максимальный балл	3

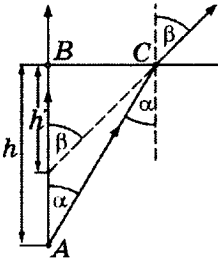
## С3

№ 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 площади под графиком 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты:  Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	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: Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$evB = \frac{mv^2}{R}$ $\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	1
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m(h\nu - A)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$	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.		1
2	В любом случае отношение действительной глубины $h$ к кажущейся глубине $h'$ определяется одной и той же формулой:	$h' = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} h$	1
3	При наблюдении по вертикали вниз углы $\alpha$ и $\beta$ очень малы, они определяются расстоянием до поверхности воды и расстоянием между зрачками глаз. Для малых углов можно воспользоваться приближительным равенством синусов углов тангенсам углов: Подставлены значения параметров и получен ответ в числовой форме:	$h' = \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta} h \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} h,$ $h' \approx \frac{h}{n},$ $h' \approx \frac{4}{1,33} \text{ м} \approx 3 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Выход <math>\Delta E</math> ядерной реакции синтеза ядер гелия из ядер дейтерия и трития вычислен по дефекту массы <math>\Delta m</math>:</p> <p>Найдем дефект массы <math>\Delta m</math> ядерной реакции:</p>	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{2\text{H}} + m_{3\text{H}} - m_{4\text{He}} - m_n,$ $\Delta m = 2,01355 \text{ а.е.м.} + 3,01550 \text{ а.е.м.} -$ $- 4,00151 \text{ а.е.м.} - 1,00866 \text{ а.е.м.} =$ $= 0,01888 \text{ а.е.м.}$ $\Delta m = 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 5,0075 \cdot 10^{-27} \text{ кг} -$ $- 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx$ $\approx 3,13 \cdot 10^{-29} \text{ кг}$	1
2	<p>Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p>	$\Delta E \approx 0,01888 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 17,6 \text{ МэВ}$ <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	<p>Найдем число <math>N</math> ядер в 1 кг гелия: Умножив выход реакции на число ядер в 1 кг гелия, получим искомое количество энергии, освобождаемой при синтезе:</p>	$N = \frac{m}{m_{\text{я}}}, N \approx \frac{1 \text{ кг}}{6,6449 \cdot 10^{-25} \text{ кг}} \approx 1,5 \cdot 10^{26}$ $E = \Delta E \cdot N \approx$ $\approx 17,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \cdot 1,5 \cdot 10^{26} \text{ Дж} \approx$ $\approx 4,2 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ <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 6

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	55321
B2	123
B3	111
B4	222

### Часть 3

A22. 1

A23. 3

A24. 3

A25. 2

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа 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. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 27 °С равно 36 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{18 \text{ гПа}}{36 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	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 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:	$ma = F - mg$ (1) $ 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:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(\frac{N}{m} - g\right)R}$ $v = 10 \text{ м/с}$	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 площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$  $A' = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
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 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 $r$ аккумулятора равно:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r}; \quad I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 2 \text{ А}$  $r = \frac{\varepsilon}{2} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{3 + 0,5\varepsilon} = 0,5 \text{ А}$	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 этапа 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:	$evB = \frac{mv^2}{R}$  $\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	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

## С6

№ 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, испытавших деление за 1 сутки:	$m = m_{\text{я}} N$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Для определения числа $N$ ядер найдем энергию, выделяющуюся в ядерном реакторе за сутки:  Энергия $E_1$ , выделяющаяся при делении одного ядра урана, равна:	$E = Pt,$ $E = 3 \cdot 10^9 \text{ Вт} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} \approx$ $\approx 2,6 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ $E_1 = 200 \text{ МэВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж/МэВ} =$ $= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$	1
3	Число $N$ ядер, испытавших 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 7

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	54321
B2	231
B3	222
B4	222

### Часть 3

A22. 2

A23. 4

A24. 3

A25. 4

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 27 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 27 °С, из таблицы <math>p = 36</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{36 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,90 = 90\%$	1
3	<p>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.</p>	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:	$ma = F - mg$ (1) $ 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:	$R = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2}{\frac{N}{m} - g}$ $R = 5 \text{ м}$	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, 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 давление и объем газа:  Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
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:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью частицы и радиусом орбиты:	$v = \frac{ReB}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,34 \cdot 10^{-5}}{3,34 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx 16000 \text{ м/с}$	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

## С6

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ энергии можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Масса $\Delta m$ вещества может быть найдена по выходу энергии:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Найдем массу вещества, необходимого для освобождения собственной энергии в количестве, достаточном 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:	$m = \frac{\Delta m}{N},$ $m \approx \frac{4400}{365} \text{ кг} \approx 12 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 8

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	1323
B2	222
B3	2122
B4	333

### Часть 3

A22. 1

A23. 3

A24. 3

A25. 4

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 25 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 25 °С, из таблицы <math>p = 32</math> гПа.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> <p><math>\varphi = \frac{32 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,8 = 80\%</math></p>	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 25 °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 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:	$ma = mg + F$ (1) $ 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:	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$ $R = 5 \text{ м}$	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: Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) - 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна: Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}; I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 12 \text{ A}$ $\varepsilon = 12r \text{ В}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 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:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	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:	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 7 \cdot 10^5 \text{ м/с}$	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:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{27}^{13}\text{Al} + m_4^2\text{He} - m_{30}^{15}\text{P} - m_1^0\text{n}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 -$ $- 29,97008 - 1,00866 \approx$ $\approx -0,00282 \text{ (а.е.м.)}$ <p>или</p> $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} +$ $+ 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} -$ $- 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx$ $\approx - 4,7 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$	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.	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,6 \text{ МэВ}$ <p>или</p> $\Delta E \approx -4,7 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx$ $\approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,6 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3



## Вариант 9

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	369
B2	3214
B3	1311
B4	112

### Часть 3

A22. 1

A23. 1

A24. 3

A25. 4

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы <math>p = 10</math> гПа.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,25 = 25\%$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
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. Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F$ (1) $ N  =  F $ $N = 0, F = 0$ (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:	$v = \sqrt{gR}$ $v = 8 \text{ м/с}$	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: 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>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1,$ $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_1 \Delta V$	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 этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного 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:	$v \approx \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 5}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 8000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

#### С5

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа 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>	$\frac{D_2}{f} = \frac{D_1}{d},$ $D_2 = D_1 \frac{f}{d} = F_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{f}{d} \approx F_1 \cdot \alpha \cdot \frac{f}{d}$	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>	$d = \frac{fF_2}{f - F_2},$ $d \approx \frac{1,5 \cdot 0,05}{1,5 - 0,05} \text{ м} \approx 0,05 \text{ м.}$ $\alpha = 30' = 0,5^\circ = \frac{2\pi}{360 \cdot 2} \approx 0,0087 \text{ радиан}$ $D_2 \approx \frac{1 \cdot 0,0087 \cdot 1,5}{0,05} \text{ м} \approx 0,26 \text{ м}$	1
Максимальный балл			3

### С6

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

## Вариант 10

### Часть 1

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

### Часть 2

№ задания	Ответ
B1	331
B2	3132
B3	133
B4	212

### Часть 3

A22. 1

A23. 3

A24. 2

A25. 4

C1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12 °С, из таблицы <math>p = 14</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 23 °С равно 28 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение: <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math>;</p> $\varphi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	<p>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.</p>	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. Сила $N$ давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F$ (1) $ 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:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(g + \frac{N}{m}\right)R},$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

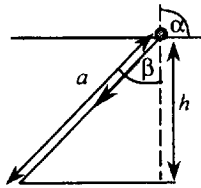
## С3

№ 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
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## С4

№ 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:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \cdot I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 12 \text{ A}$ $r = \frac{\varepsilon}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{\varepsilon}{12}} = 2 \text{ A}$	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

## С5

№ 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: Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	1
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



*Справочное издание*

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

# **ЕГЭ ФИЗИКА**

## **ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат  
№ РОСС RU. АЕ51. Н 16466 от 25.03.2013 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 *Н.Э. Николаева, А.П. Юскова*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.

[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)

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

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

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