

**К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ**



СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ЕГЭ
О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина,
В. А. Орлов

ФИЗИКА
ЕГЭ
2015

**ТИПОВЫЕ
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

- 10 ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ
- РАЗБОР РЕШЕНИЙ
- ОТВЕТЫ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

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

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

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

10 вариантов заданий

Разбор решений

Ответы

**Издательство
«ЭКЗАМЕН»**

**МОСКВА
2015**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
К12

Кабардин О. Ф.

К12 ЕГЭ 2015. Физика. Типовые тестовые задания / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов. — М. : Издательство «Экзамен», 2015. — 223, [1] с. (Серия «ЕГЭ. ТРК. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-08320-7

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2015 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2015 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

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

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

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

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

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 84×108/32. Гарнитура «Школьная».

Бумага газетная. Уч.-изд. л. 5,66. Усл. печ. л. 11,76. Тираж 13 000 экз. Заказ №2629/14.

ISBN 978-5-377-08320-7

© Кабардин О. Ф., Кабардина С. И., Орлов В. А., 2015

© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Единый государственный экзамен по физике.....	5
Инструкция по выполнению работы	5
ВАРИАНТ 1	8
Часть 1	8
Часть 2	18
ВАРИАНТ 2	22
Часть 1	22
Часть 2	32
ВАРИАНТ 3	36
Часть 1	36
Часть 2	46
ВАРИАНТ 4	49
Часть 1	49
Часть 2	58
ВАРИАНТ 5	62
Часть 1	62
Часть 2	72
ВАРИАНТ 6	75
Часть 1	75
Часть 2	85
ВАРИАНТ 7	88
Часть 1	88
Часть 2	97
ВАРИАНТ 8	101
Часть 1	101
Часть 2	111
ВАРИАНТ 9	114
Часть 1	114
Часть 2	124

ВАРИАНТ 10	127
Часть 1.....	127
Часть 2.....	136
РАЗБОР ВАРИАНТА 2	141
Часть 1.....	141
Часть 2.....	159
ОТВЕТЫ	167
Бланки ответов.....	216

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы¹

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 2 частей, включающих 32 задания.

К заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только 1. Обведите номер верного ответа.

В заданиях 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 ответ необходимо записать в виде набора из двух цифр. Ответ на задания запишите в указанном месте. В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответ в виде числа необходимо записать в указанном месте. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Обведенные номера ответов и записанные в тексте варианта ответы на задания перенесите в бланк ответов № 1 рядом с номером задания.

На задания 28–32 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 на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании 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.

¹ Использованы материалы сайта fipi.ru

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 мегаэлектронвольт	$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность

		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

**Удельная
теплота**

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

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

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

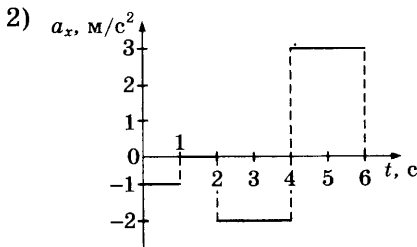
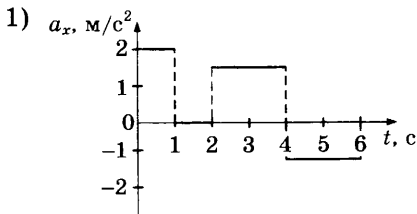
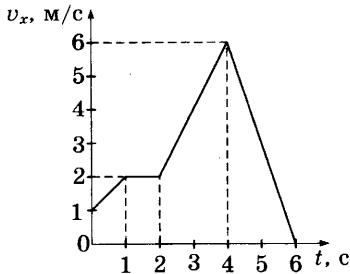
ВАРИАНТ 1

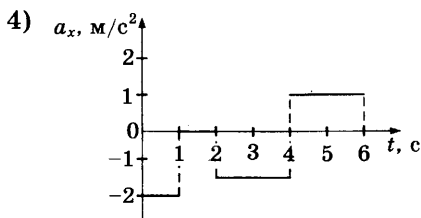
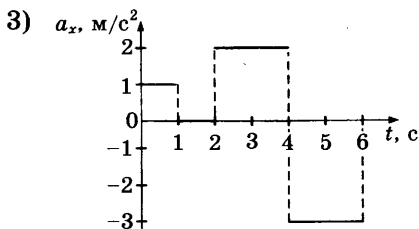
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .

Проекция ускорения автомобиля в интервале от момента времени 2 с до момента времени 4 с представлена верно графиком





2. На каком расстоянии от центра планеты радиусом R сила гравитационного притяжения, действующая на тело, в 2 раза меньше, чем у поверхности планеты?

1) $2R$

3) $0,5 \cdot R$

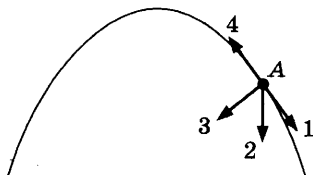
2) $R\sqrt{2}$

4) $R \cdot \sqrt{0,5}$

3. Автомобиль массой $2m$, движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным автомобилем массой m . После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Механическая энергия не расходуется на нагревание, трение и деформацию в процессе и после столкновения.

Ответ: _____

4. Тело, брошенное под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Соппротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке A этой траектории вектор скорости имеет направление по стрелке 1 на рисунке. Какое направление имеет вектор ускорения тела? В ответе укажите номер этого вектора.



Ответ: _____

5. При выходе в открытый космос космонавт сначала оставался на расстоянии 10 м от центра масс орбитальной станции, а затем оказался на расстоянии 100 м от него. Во сколько раз уменьшилась сила гравитационного взаимодействия между станцией и космонавтом, если масса станции 20 т, масса космонавта в скафандре 100 кг?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы и свойствами вектора силы:
- 1) вертикально вниз
 - 2) против направления вектора скорости
 - 3) вертикально вверх
 - 4) обратно пропорционален площади поверхности бруска
 - 5) пропорционален силе нормального давления
 - 6) обратно пропорционален силе нормального давления
 - 7) пропорционален площади поверхности бруска
 - 8) не зависит от площади поверхности бруска

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

Направление вектора	
Модуль вектора	

7. Сидения каруселей вращаются на одном уровне от Земли по окружности неизменного радиуса с неизменной линейной скоростью. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время такого движения сидений 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) угловая скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | 4) не изменяется по модулю, изменяется по направлению |
| | 5) не изменяется и по модулю, и по направлению |
| | 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению |
| | 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. Диффузией 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 распространения энергии без непосредственного контакта между телами
- 4) беспорядочные перемещения небольших твердых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа

9. Каждая молекула свободно движется до столкновения с другой молекулой вещества, при столкновении изменяет модуль и направление скорости движения, движется до нового столкновения и так далее

- 1) только в газообразном состоянии вещества
- 2) только в жидком состоянии вещества
- 3) только в газообразном и жидком состоянии вещества
- 4) в газообразном, жидком и твёрдом состоянии вещества

Какое из приведённых выше утверждений правильно?

10. Во сколько раз увеличится давление идеального газа при постоянной концентрации, если его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

11. 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) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

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

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Жидкости массой m передано некоторое количество теплоты Q . Сначала температура жидкости увеличилась, а затем жидкость перешла в газообразное состояние. Установите соответствие между процессами и формулами, которыми они описываются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

А) нагревания

Б) парообразования

ФОРМУЛЫ

1) $Q = cm\Delta T$

2) $Q = \lambda m, T = \text{const}$

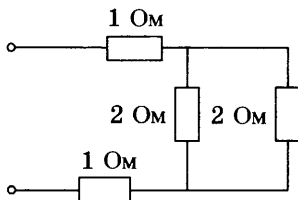
3) $Q = rm, T = \text{const}$

Ответ:

	А		Б

13. Модуль силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равен F . Чему станет равен модуль силы взаимодействия между телами, если заряд каждого тела уменьшить в n раз и расстояние между телами уменьшить в n раз?
- 1) nF 2) F 3) F/n^2 4) F/n^4
14. 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

15. Какое явление служит доказательством поперечности световых волн?
- 1) интерференция света
 - 2) дифракция света
 - 3) поляризация света
 - 4) дисперсия света
16. Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



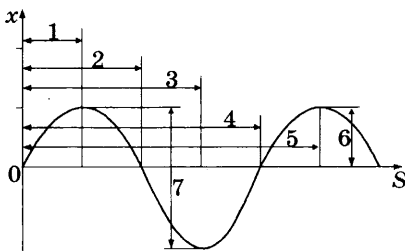
Ответ: _____ Ом

17. График на рисунке представляет зависимость координаты x точек среды, в которой распространяется волна, от расстояния s до источника колебаний. Какими стрелками на графике правильно отмечены амплитуда колебаний (А) и длина волны (Б)?

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- А) амплитуда колебаний
Б) длина волны

ГРАФИК



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18. Автомобиль движется равноускоренно и прямолинейно с одинаковыми направлениями векторов \vec{v} и \vec{a} . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль скорости v

Б) путь, пройденный за время t

ФОРМУЛЫ

1) $v = v_0 - at$

2) $v = v_0 + at$

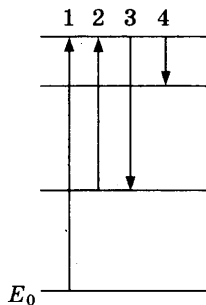
3) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

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

Ответ:

	А		Б

19. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий испусканию атомом света наименьшей частоты?



1) 1

3) 3

2) 2

4) 4

20. Каким зарядовым числом обладает атомное ядро, возникшее в результате α -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z ?

1) $Z-1$

2) $Z-2$

3) $Z-4$

4) $Z+1$

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

Ответ: _____

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

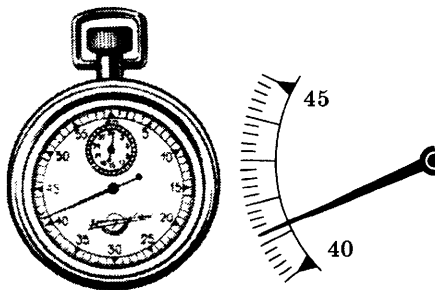
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

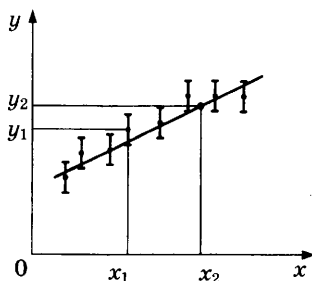
Электрическое сопротивление нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

23. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.



- 1) $41,2 \text{ с} \pm 0,2 \text{ с}$
- 2) $41,1 \text{ с} \pm 0,2 \text{ с}$
- 3) $41,2 \text{ с} \pm 0,1 \text{ с}$
- 4) $41,1 \text{ с} \pm 0,1 \text{ с}$

24. Результаты экспериментального исследования зависимости некоторой физической величины y от величины x представлены точками на координатной плоскости. Вертикальными линиями возле каждой точки показаны погрешности измерения координат. По оси абсцисс погрешности измерения были в несколько раз меньше и поэтому на график не нанесены. По данному графику нужно найти величину $Z = \frac{y}{x}$.



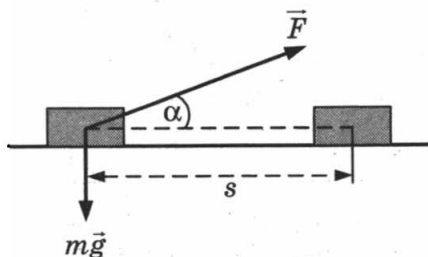
Взглянув на точки и ряд последовательных вертикальных линий, два ученика выдвинули гипотезу о линейной зависимости y от x , и для подтверждения этой гипотезы попробовали провести отрезок. Им это удалось. Затем для нахождения величины Z первый ученик выбрал точку с координатами y_1 и x_1 и определил $Z_1 = \frac{y_1}{x_1}$. Второй ученик выбрал точку с координатами y_2 и x_2 и определил $Z_2 = \frac{y_2}{x_2}$. Какой результат ближе к верному?

- 1) Z_1
- 2) Z_2
- 3) оба результата верны
- 4) оба результата неверны

Часть 2

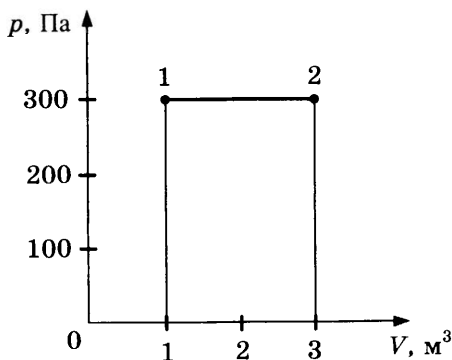
При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Брусок массой m под действием силы \vec{F} , направленной под углом α к горизонту, перемещается по прямой на горизонтальной поверхности на расстояние s . Коэффициент трения равен μ . Чему равна работа силы трения?



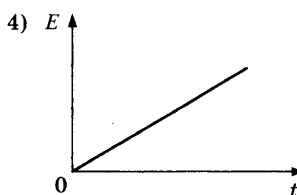
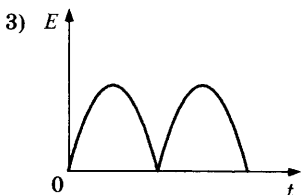
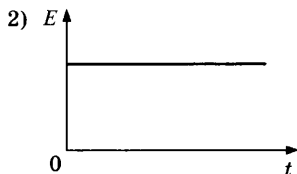
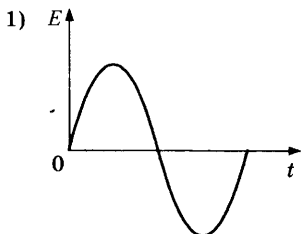
Ответ: _____

26. Какую работу совершил газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



Ответ: _____ Дж

27. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, ось вращения рамки перпендикулярна вектору \vec{B} индукции. Какой из графиков на рисунке соответствует зависимости ЭДС индукции в рамке от времени?



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

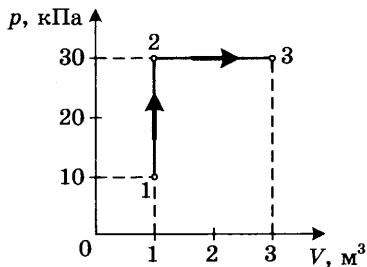
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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 29–32 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.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 4,9 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. 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?



31. 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.
32. Используя таблицы в начале книги 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

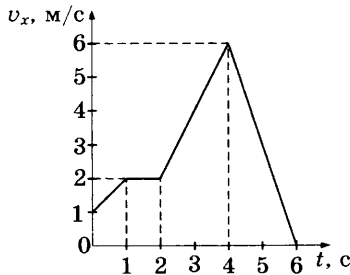
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}_1^1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}_1^2\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}_1^3\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}_2^3\text{He}$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

ВАРИАНТ 2

Часть 1

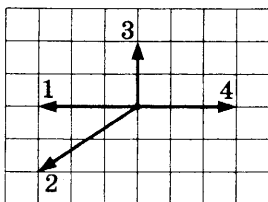
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .



Проекция ускорения автомобиля a_x в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с представлена верно графиком

- 1)
- 2)



Ответ: _____

5. Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Ответ: в _____ раз(а)

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

7. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли физические величины, перечисленные в первом столбце, во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами 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 | |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. Конвекцией называется процесс
- 1) беспорядочного перемещения небольших твёрдых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа
 - 2) испускания и распространения энергии без непосредственного контакта между телами
 - 3) проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
 - 4) переноса теплоты потоками вещества
9. При исследовании броуновского движения маленьких твёрдых частиц в жидкостях и в газах было обнаружено, что среднее перемещение частицы за единицу времени
- 1) не зависит от размеров частиц и температуры вещества
 - 2) не зависит от размеров частиц, но увеличивается при повышении температуры вещества

- 3) не зависит от температуры вещества, но увеличивается при уменьшении размеров частиц
 4) увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества

Какое из приведённых утверждений правильно?

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, 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 |

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

Ответ:

А	Б	В

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (n — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

А) Изотермический

при $n = \text{const}$

Б) Изобарный

при $n = \text{const}$ **ФОРМУЛЫ**

1) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$

2) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$

3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$

4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$

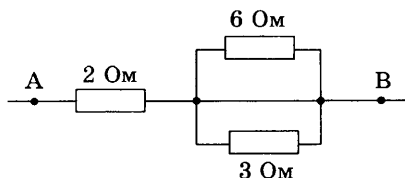
Ответ:

А	Б

13. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?
- 1) увеличится в 16 раз 3) увеличится в 8 раз
 2) увеличится в 2 раза 4) не изменится
14. 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
15. Почему мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги — от красного до фиолетового?
- 1) В мыльном пузыре имеются мелкие разноцветные частички, их цвет обнаруживается только в очень тонком слое жидкости.
 2) Отражение луча света в тонкой плёнке мыльного пузыря происходит и от внешней поверхности плёнки, и от её внутренней поверхности. При сложении этих отражённых пучков света происходит интерференция света. Максимум интерференции зависит от толщины плёнки и длины волны.

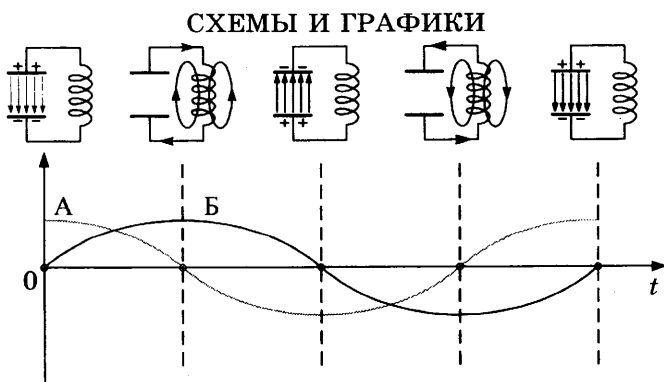
- 3) В плёнке происходит дисперсия света подобно тому, как это происходит в стеклянной призме. Дисперсия света обусловлена зависимостью показателя преломления от длины волны.
- 4) Все три явления, перечисленные в ответах 1–3, играют примерно одинаковую роль.

16. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рис.), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Ответ: _____ В

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{4}T$.



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18. Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) координата точки
- Б) путь, пройденный за время t со скоростью v

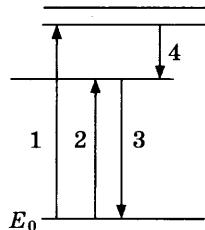
ФОРМУЛЫ

- 1) $s = vt$
- 2) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
- 3) $x = x_0 - vt$
- 4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

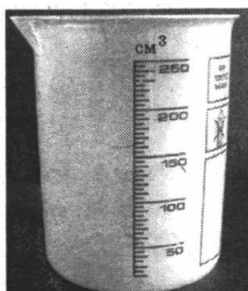
А	Б

19. 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

23. В измерительный стакан, показанный на рисунке, учитель налил 200 см^3 воды. Учитывая цену деления стакана, четыре ученика записали результат измерения. Какой ответ верный?



- 1) 200 см^3
 2) $(200 \pm 50) \text{ см}^3$
 3) $(200 \pm 10) \text{ см}^3$
 4) $(200 \pm 5) \text{ см}^3$
24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения на концах нити электрической лампы. По результатам измерений был построен график зависимости $I(U)$ — см. рис. 1. Поскольку график $I(U)$ не показал прямой пропорциональной зависимости тока от напряжения, были вычислены значения электрического сопротивления при разных значениях силы тока и построен график зависимости $R(I)$ — см. рис. 2.

$U, \text{ В}$	$\Delta U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$\Delta I, \text{ мА}$
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

Анализируя все приведённые данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

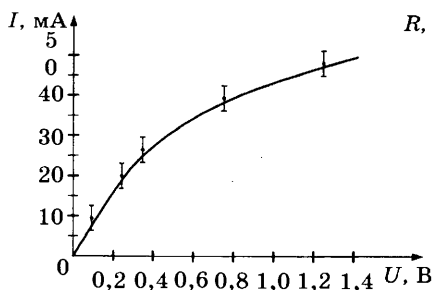


Рис. 1

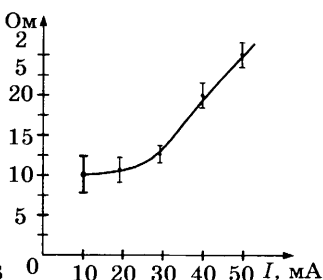


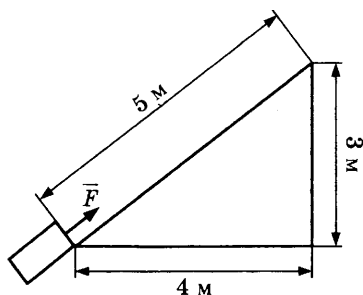
Рис. 2

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений напряжения.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ Дж

27. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. 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 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**

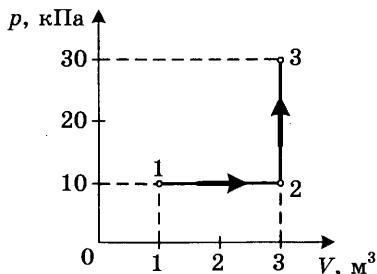
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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 29–32 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.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую 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 сиденье тележки равна 700 Н ? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

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



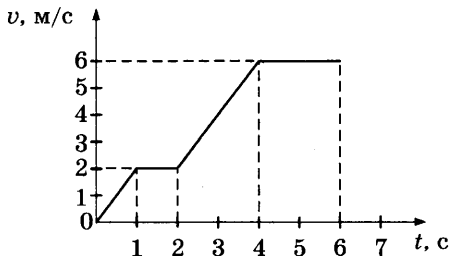
31. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.
32. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

ВАРИАНТ 3

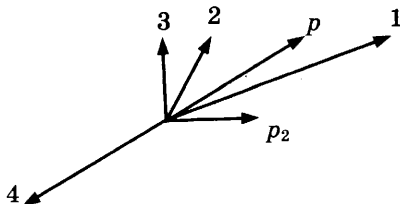
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 1 с до момента времени 2 с после начала движения.

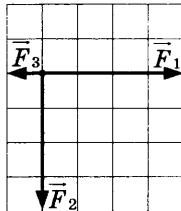


- 1) 1 м 2) 2 м 3) 3 м 4) 4 м
2. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Сила притяжения между шарами с массами $2m_1$ и $5m_2$, если расстояние между их центрами равно $2R$, равна
- 1) $5F$ 3) $0,4 \cdot F$
2) $2,5 \cdot F$ 4) $0,2 \cdot F$
3. 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? В ответе укажите номер этого вектора.



Ответ: _____

4. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_1 равен 4Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов F_1 , F_2 , F_3 ?



Ответ: _____ Н

5. Тело массой 5 кг под действием некоторой силы приобретает ускорение 1 м/с^2 . Во сколько раз меньшее ускорение сообщит эта сила телу массой 10 кг?

Ответ: в _____ раз(а)

6. 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	

Теннисный мяч брошен вертикально вверх и затем падает. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время движения мяча вниз и если изменяются, то как? Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

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	

8. Излучением называется процесс

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

9. В два одинаковых сосуда с холодной водой опустили два тела одинаковой массы, нагретые до одинаковой температуры. В первый сосуд опустили тело из алюминия, во второй — тело из свинца. В каком сосуде будет более высокая температура при установлении теплового равновесия?

- 1) В первом сосуде, так как плотность алюминия меньше плотности свинца.
- 2) В первом сосуде, так как удельная теплоемкость алюминия больше удельной теплоёмкости свинца.
- 3) Во втором сосуде, так как плотность свинца больше плотности алюминия.
- 4) Во втором сосуде, так как удельная теплоемкость свинца меньше удельной теплоёмкости алюминия.

Какое из приведённых выше утверждений правильно?

10. Во сколько раз увеличилось давление газа, если при неизменной концентрации молекул абсолютная температура идеального газа была увеличена в 3 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объем | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

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

Ответ:

А	Б	В	Г

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (n — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

- А) изобарный при $n = \text{const}$
 Б) изохорный при $n = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

- 1) $p \cdot V = \text{const}$, $T = \text{const}$
 2) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$
 3) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$
 4) $V_t = V_0 \alpha T$, $p = \text{const}$

Ответ:

А	Б

13. 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 |

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

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) $\approx 1,43$ | 3) 0,75 |
| 2) $\approx 1,33$ | 4) $\approx 0,7$ |

15. 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.

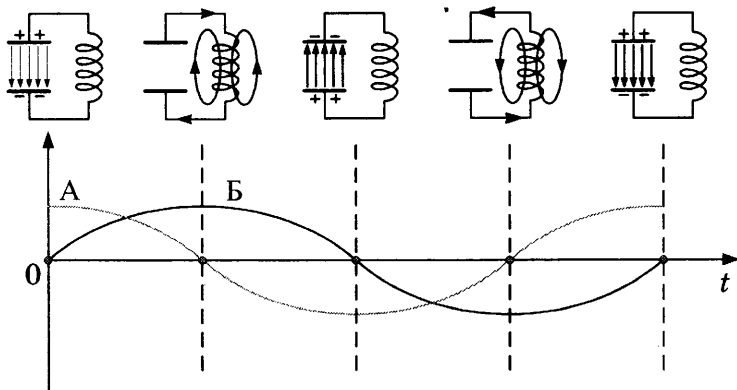
- 1) одинакова и отлична от нуля
- 2) одинакова и равна нулю
- 3) не одинакова, больше в точке 1
- 4) не одинакова, больше в точке 2

16. 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. Чему равна сила тока в цепи?

Ответ: _____ А

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{2}T$.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

	А		Б

18. Материальная точка движется равномерно и прямолинейно противоположно направленно оси координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) координата точки

Б) путь, пройденный за время t

ФОРМУЛЫ

1) $s = vt$

2) $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$

3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

5) $s = -vt$

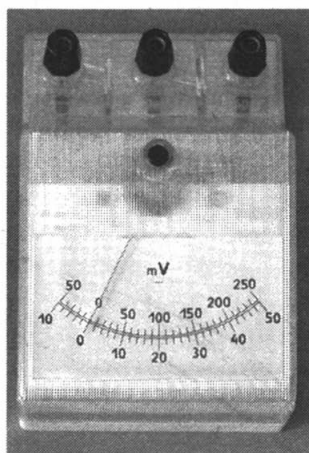
Ответ:

	А	Б

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

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

23. Для измерений малых напряжений в тысячные доли вольта применяются милливольтметры.



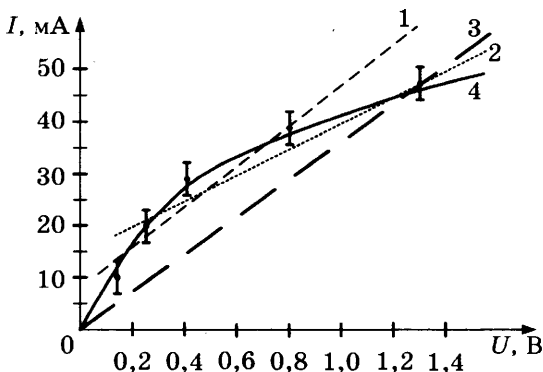
Определите цену деления верхней и нижней шкал милливольтметра, показанного на рисунке.

- 1) цена деления верхней шкалы равна 10 мВ, нижней — 2 мВ
 - 2) цена деления верхней шкалы равна 5 мВ, нижней — 1 мВ
 - 3) цена деления верхней шкалы равна 250 мВ, нижней — 50 мВ
 - 4) цена деления верхней шкалы равна 50 мВ, нижней — 10 мВ
24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения с указанием границ погрешностей. По результатам измерений были построены графики 1–4 (см. рис.).

U , В	ΔU , В	I , мА	ΔI , мА
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3

$U, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$	$I, \text{мА}$	$\Delta I, \text{мА}$
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

На каком из графиков зависимость силы тока от напряжения представлена верно?



1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Сжатая на 2 см пружина подбрасывает стальной шар вертикально вверх на 20 см. Если вся энергия сжатой пружины передаётся шару, то на сколько увеличится высота полёта шара при сжатии пружины на 4 см?

Ответ: _____ см

26. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

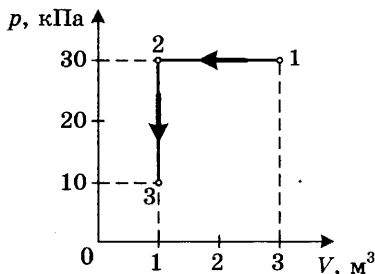
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^\circ\text{С}$	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

$t, \text{ }^\circ\text{С}$	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

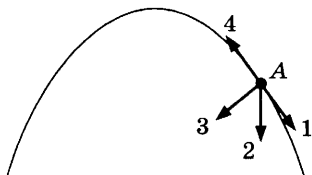
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна 200 Н при скорости движения тележки 7,5 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. 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.
32. 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?

4. Тело, брошенное под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке A этой траектории вектор скорости имеет направление по стрелке 4 на рисунке. Какое направление имеет вектор ускорения тела? В ответе укажите номер этого вектора.



Ответ: _____

5. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Во сколько раз больше сила притяжения между шарами с массами $2m_1$ и $5m_2$, если расстояние между их центрами равно $2R$?

Ответ: в _____ раз(а)

6. 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	

7. Спортсмен исполняет на турнике обороты 360° . Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время движения центра масс спортсмена вниз из стойки вверху до прохождения положения равновесия 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 | |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. Броуновским движением называется
- 1) процесс испускания и распространения энергии без непосредственного контакта между телами
 - 2) беспорядочное перемещение небольших твёрдых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа
 - 3) процесс проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
 - 4) процесс переноса теплоты потоками вещества
9. Конвекция играет наиболее важную роль в процессе передачи энергии от
- 1) нагретой поверхности Земли верхним слоям атмосферы
 - 2) пламени костра человеку, греющемуся у костра
 - 3) горячего утюга разглаживаемой рубашке
 - 4) Солнца к Земле
- Какое из приведённых выше утверждений правильно?

10. При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объём V_0 . Во сколько раз больше объём трёх молей газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ **ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ**

- А) нагревание льда 1) остаётся неизменной
 Б) плавление льда 2) увеличивается
 В) нагревание жидкой воды 3) уменьшается

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

Ответ:

	А	Б	В

12. По мере повышения температуры воды массой m от $-50\text{ }^\circ\text{C}$ до $+50\text{ }^\circ\text{C}$ вода находилась сначала в твёрдом состоянии, затем происходил процесс плавления и процесс нагревания жидкой воды. В каждом из трёх процессов было передано количество теплоты Q . Установите соответствие между процессами и формулами, которыми они описываются (c_v — теплоёмкость воды, c_d — теплоёмкость льда). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите

- 3) колебания напряжения на катушке опережают по фазе колебания силы тока на $\pi/2$
 4) колебания напряжения на катушке отстают по фазе от колебаний силы тока на $\pi/2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18. Автомобиль движется равноускоренно и прямолинейно с противоположными направлениями векторов \vec{v} и \vec{a} . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) модуль скорости v

1) $v = v_0 - at$

Б) путь, пройденный за время t со скоростью v

2) $v = v_0 + at$

3) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

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

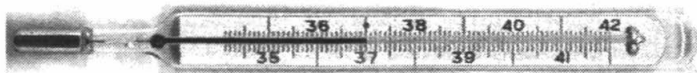
Ответ:

А	Б

19. Какие из приведённых ниже утверждений описывают планетарную модель строения атома, предложенную Эрнестом Резерфордом?

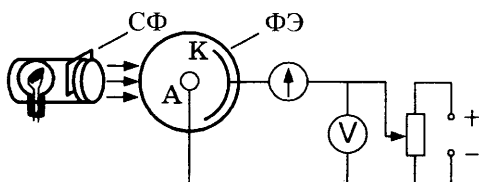
А. В центре каждого атома имеется положительно заряженное ядро радиусом $\sim 10^{-15}$ м, вокруг него на расстояниях $\sim 10^{-10}$ м подобно планетам, обращающимся вокруг Солнца, движутся отрицательно заряженные электроны.

23. Как записать показания ртутного термометра, если считать, что при снятии показаний экспериментатор не ошибается, а за абсолютную погрешность измерений он принял цену деления термометра?



- 1) $37^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 3) $37^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$
 2) $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 4) 37°C

24. Для определения работы выхода электрона катод фотоэлемента осветили светом известной длины волны λ , между катодом и анодом приложили задерживающее напряжение U_3 . Для этого соединили анод с отрицательным полюсом источника напряжения, а катод — с положительным. При постепенном увеличении напряжения работа сил электрического поля, тормозящего движение фотоэлектронов, стала равна максимальной кинетической энергии фотоэлектронов: $eU_3 = \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$, где e — заряд электрона. При выполнении этого условия ни один фотоэлектрон не смог достигнуть анода, сила фототока обратилась в нуль.



В одном из опытов были получены следующие результаты:

λ , нм	U_3 , В	A , эВ
420	0,64	?

Какого цвета светофильтр был использован в этой серии измерений? Чему равна работа выхода?

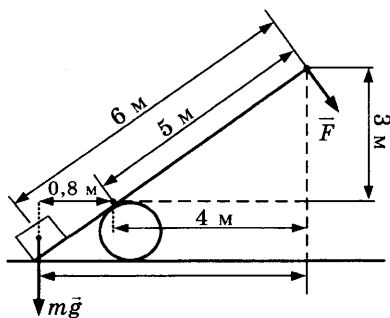
Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

- 1) Светофильтр синего цвета, работа выхода примерно равна 2,3 эВ.
- 2) Светофильтр красного цвета, работа выхода примерно равна 2,3 эВ.
- 3) Светофильтр синего цвета, работа выхода равна примерно 3 эВ.
- 4) Светофильтр красного цвета, работа выхода равна примерно 3 эВ.

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

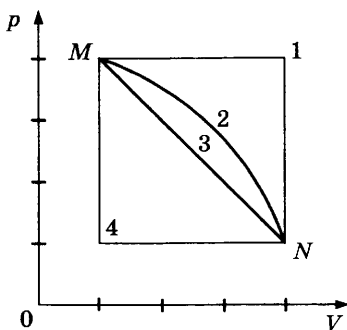
25. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы \vec{F} перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на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



Ответ: _____ Н

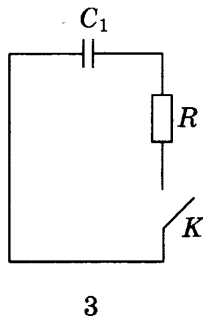
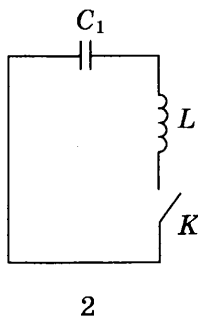
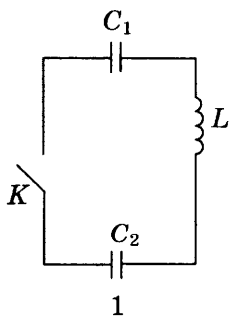
26. Переход газа из состояния M в состояние N (см. рис.) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4.

В каком случае работа газа максимальна?



Ответ: _____

27. На рисунке представлены схемы трёх электрических цепей, во всех трёх конденсатор C_1 заряжен, конденсатор C_2 в первой цепи не заряжен. В какой из трёх цепей при замыкании ключа K возникнут электромагнитные колебания? Индуктивностью проводов пренебречь.



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

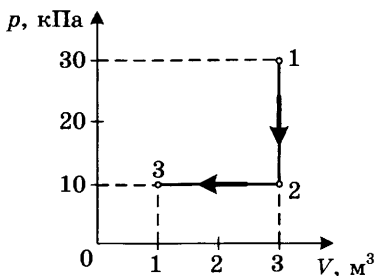
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

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

30. 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?



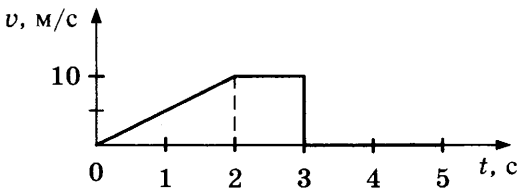
31. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.
32. Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние d между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна $1'$, длина световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. 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
2. Груз массой m на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью v . Через какое время он пройдет положение равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью v ? Потери энергии в процессе колебаний пренебречь.

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

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

Ответ: _____

4. Пловец плывёт по течению реки. Чему равна скорость пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды $0,4$ м/с, а скорость течения реки $0,3$ м/с?

Ответ: _____ м/с

5. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Во сколько раз нужно увеличить расстояние между центрами шаров с массами $\frac{m_1}{2}$ и $2m_2$, чтобы сила притяжения уменьшилась в 9 раз?

Ответ: в _____ раз(а)

6. 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	

7. Брусок движется равномерно вниз по поверхности наклонной плоскости. Установите для силы трения соответствие между перечисленными ниже 9 параметрами силы и свойствами вектора силы в левом столбце таблицы.

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

Запишите в правый столбец таблицы выбранные цифры для каждого свойства вектора силы. Цифры в ответе могут повторяться.

Направление вектора	
Модуль вектора	

8. Когда бельё на открытом балконе высохнет быстрее?

- 1) в безветренный день
- 2) в ветреный день
- 3) во время дождя
- 4) высыхание белья не зависит от погоды

9. Процесс диффузии вещества A , находящегося в газообразном состоянии, в другое вещество B происходит быстрее всего, если вещество B находится в

- 1) твёрдом состоянии
- 2) жидком состоянии
- 3) газообразном состоянии
- 4) процесс диффузии газообразного вещества A в вещество B происходит с одинаковой скоростью при любом состоянии вещества B

Какое из приведённых утверждений правильно?

10. Во сколько раз увеличится давление идеального газа при уменьшении его объёма в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

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

Ответ:

А	Б	В

12. Был проведён эксперимент над тремя порциями воды в разных состояниях. Одну порцию испарили, другая была расплавлена, третья была нагрета. В каждом из трёх процессов было передано количество теплоты Q . Установите соответствие между процессами и формулами, которыми они описываются (m — масса воды, c_v — теплоёмкость воды, c_d — теплоёмкость льда, T — абсолютная температура). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

А) парообразования

Б) плавления

В) нагревания воды

ФОРМУЛЫ

1) $Q = rm, T = \text{const}$

2) $Q = \lambda m, T = \text{const}$

3) $Q = c_v m \Delta T$

4) $Q = c_d m \Delta T$

Ответ:

	А	Б	В

13. Какими силами являются силы электрического взаимодействия двух точечных отрицательных зарядов и как эти силы зависят от расстояния между зарядами? Выберите верное утверждение.

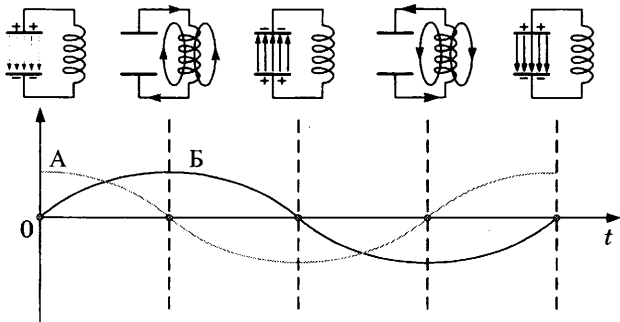
- 1) Являются силами отталкивания и обратно пропорциональны расстоянию между зарядами.
- 2) Являются силами отталкивания и обратно пропорциональны квадрату расстояния между зарядами.
- 3) Являются силами притяжения и обратно пропорциональны расстоянию между зарядами.
- 4) Являются силами притяжения и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

14. На сетчатке глаза изображение предметов получается
- 1) увеличенным прямым
 - 2) увеличенным перевёрнутым
 - 3) уменьшенным прямым
 - 4) уменьшенным перевёрнутым
15. 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 освещённость 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
16. Резистор 1 с электрическим сопротивлением 3 Ом и резистор 2 с электрическим сопротивлением 6 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе 1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе 2 за одинаковое время?

Ответ: _____

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{3}{4}T$.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18. Скорость улетающей от Земли ракеты на высоте h равна v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия
- Б) кинетическая энергия

ФОРМУЛЫ

- 1) $E_k = \frac{mv^2}{2}$
- 2) $A = Fs \cdot \cos \alpha$
- 3) $E = mgh$
- 4) $E_k = \frac{I\omega^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Какие из приведённых ниже утверждений являются постулатами Нильса Бора о механизме излучения и поглощения света атомом?

А. Атомная система может находиться лишь в стационарных или квантовых состояниях, каждому состоянию соответствует определённая энергия E , в стационарных состояниях атом не излучает энергию.

Б. При движении электрона вокруг атомного ядра по круговой орбите происходит излучение электромагнитных волн, частота излучения равна частоте обращения электрона вокруг ядра.

В. Излучение или поглощение энергии происходит только при переходе атома из одного стационарного состояния в другое.

1) только А

3) А и Б

2) только В

4) А и В

20. 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

21. Определите второй продукт ядерной реакции:
 ${}^1_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + \dots$

Ответ: _____

22. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт 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?

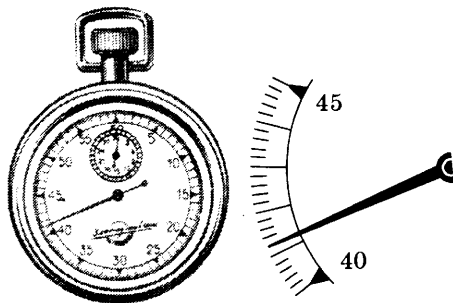
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

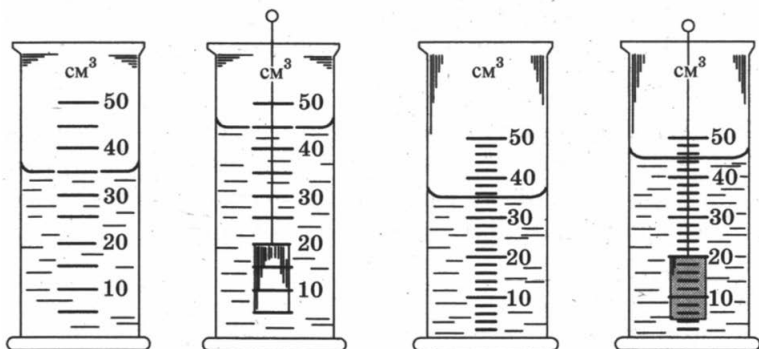
23. На рисунке показан результат измерений периода колебаний математического маятника. Маятник совершил за это время 10 колебаний.



Чему равен период колебаний T маятника, если за погрешность измерений экспериментатор принял цену деления секундомера?

- 1) $(4,12 \pm 0,02)$ с
- 2) $(4,12 \pm 0,2)$ с
- 3) $(4,12 \pm 0,01)$ с
- 4) $(4,12 \pm 0,1)$ с

24. Чтобы как можно более точно найти объём тела путём его погружения в воду, учащимся было предложено провести измерения, используя два измерительных цилиндра с водой (см. рис.) Сравнить результаты измерений учащиеся должны были с учётом абсолютных инструментальных погрешностей измерения и абсолютных погрешностей отсчёта. Каждую из учитываемых погрешностей условились считать равной цене деления измерительного цилиндра.



Первый цилиндр

Второй цилиндр

Отвечая на вопрос задания, экспериментаторы получили четыре разных результата.

Из представленных ниже записей выберите верное значение измеренного объёма тела, полученное с наименьшей погрешностью.

- 1) первый цилиндр, $(10 \pm 10) \text{ см}^3$
- 2) первый цилиндр, $(10 \pm 5) \text{ см}^3$
- 3) второй цилиндр, $(10 \pm 4) \text{ см}^3$
- 4) второй цилиндр, $(10 \pm 2) \text{ см}^3$

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В лифте, движущемся вверх с ускорением 2 м/с^2 , находится пассажир массой 50 кг . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

Ответ: _____ Н

26. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж . Насколько увеличилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж

27. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 50 мкФ и катушки индуктивностью 2 Гн . Чему равна циклическая частота ω свободных электромагнитных колебаний?

Ответ: _____ рад/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

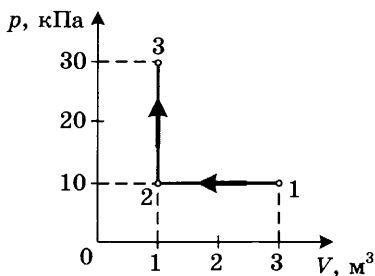
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

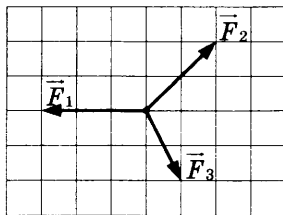
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 100 кг совершает «мёртвую 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 м/с^2 .
30. 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?



31. В однородном магнитном поле с индукцией $1,67 \cdot 10^{-5}$ Тл протон движется перпендикулярно вектору индукции \vec{B} со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.
32. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия $8,3 \cdot 10^{16}$ Дж. Эта энергия получается в основном за счёт 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.

4. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Чему равно ускорение этой точки, если модуль силы F_1 равен 3 Н?



Ответ: _____ м/с²

5. Во сколько раз сила притяжения, действующая на груз массой 10 кг, который поднят от поверхности Земли на высоту, равную радиусу Земли, меньше силы притяжения, действующей на тот же груз на её поверхности?

Ответ: в _____ раз(а)

6. 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 произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой её колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

7. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины для Марса, миновавшего афелий, и если изменяются, то как? Афелий — точка орбиты Марса, самая удалённая от 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	

8. Перенос теплоты потоками вещества происходит в процессе
- 1) броуновского движения
 - 2) конвекции
 - 3) диффузии
 - 4) теплопередачи излучением

9. 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
10. Если при сжатии объем идеального газа уменьшился в 2 раза, а давление газа увеличилось в 4 раза, то во сколько раз увеличилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. 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

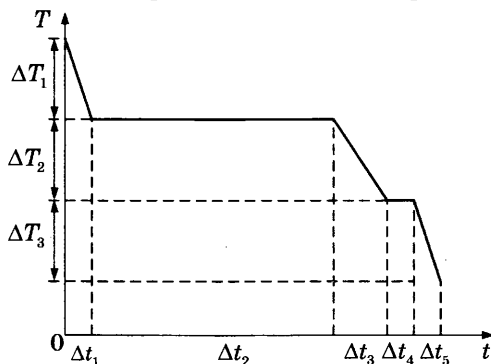
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

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

Ответ:

А	Б	В

12. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Установите соответствие между процессами и выражениями для расчёта удельной теплоёмкости водяного пара и теплоты парообразования воды.



ПРОЦЕССЫ

- А) охлаждения водяного пара
 Б) конденсации водяного пара

**ВЫРАЖЕНИЯ
 ДЛЯ РАСЧЁТА**

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

Ответ:

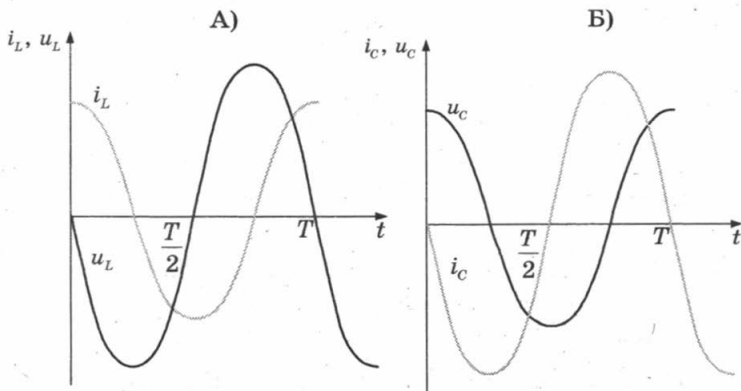
	А	Б

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

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

14. 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 3) голубого света
2) жёлтого света 4) фиолетового света
15. Явление отклонения направления распространения волн у края преграды от прямолинейного направления называется
- 1) интерференцией света 3) поляризацией света
2) дифракцией света 4) дисперсией света
16. К источнику тока с ЭДС 18 В и внутренним сопротивлением 3 Ом подключен резистор с электрическим сопротивлением 6 Ом. Чему равна сила тока?
Ответ: _____ А
17. На графиках А и Б показаны изменения (в зависимости от времени) силы тока и напряжения на конденсаторе и на катушке в цепи переменного тока. Установите соответствие между графиками А и Б и соотношениями фаз колебаний напряжения и силы тока.

ГРАФИКИ



СООТНОШЕНИЕ ФАЗ КОЛЕБАНИЙ

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

	А	Б

18. Частица с положительным зарядом q , двигавшаяся равномерно и прямолинейно с некоторой скоростью v , влетела в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} перпендикулярно линиям индукции. Траекторией её движения стала окружность. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) радиус окружности

$$1) T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Б) период обращения

$$2) B = \frac{F_m}{qv}$$

$$3) T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$4) R = \frac{mv}{qB}$$

$$5) R = \frac{v^2}{a}$$

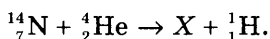
Ответ:

А	Б

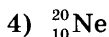
19. На основании исследования явления рассеяния альфа-частиц при прохождении через тонкие слои вещества Резерфорд сделал вывод, что

- 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 и большой массы, вокруг ядер обращаются электроны
- 4) при альфа-распаде атомных ядер выделяется ядерная энергия, значительно большая, чем в любых химических реакциях

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



Ядро какого изотопа X было получено в этой реакции?



21. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом 30° к вектору индукции. Чему равен модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля при силе тока в нём 2 А?

Ответ: _____ Н

22. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт 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:

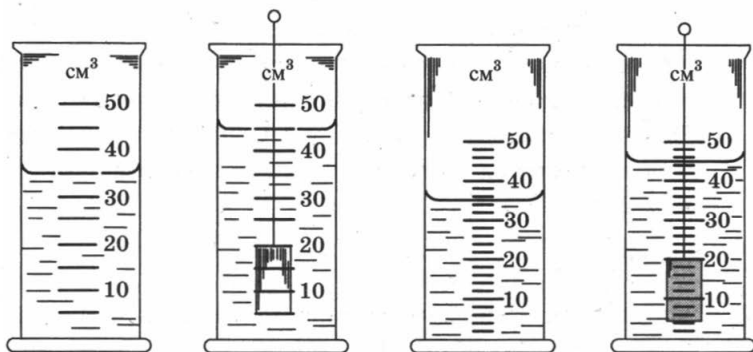
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

23. Чтобы как можно более точно найти объём тела путём его погружения в воду, учащимся было предложено провести измерения, используя два измерительных цилиндра с водой (см. рис.) Сравнить результаты измерений учащиеся должны

были с учётом абсолютных инструментальных погрешностей измерения и абсолютных погрешностей отсчёта. Каждую из учитываемых погрешностей условились считать равной цене деления измерительного цилиндра.



Первый цилиндр

Второй цилиндр

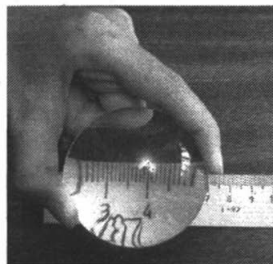
Отвечая на вопрос задания, экспериментаторы получили четыре разных результата.

Из представленных ниже записей выберите значение измеренного объёма тела, полученное с наибольшей погрешностью.

- 1) первый цилиндр, $(10 \pm 10) \text{ см}^3$
- 2) первый цилиндр, $(10 \pm 5) \text{ см}^3$
- 3) второй цилиндр, $(10 \pm 4) \text{ см}^3$
- 4) второй цилиндр, $(10 \pm 2) \text{ см}^3$

24. Цена деления ученической линейки, показанной на рисунке, равна

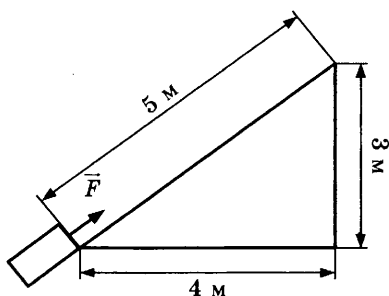
- 1) 1 см
- 2) 0,5 см
- 3) 1 мм
- 4) 0,5 мм



Часть 2

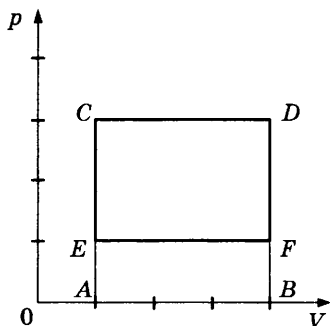
При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} против действия силы трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с², коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

26. На рисунке дан график изменения состояния идеального газа в координатах $p - V$. C — начало цикла. Определите связь между работой A' газа за один цикл и площадью фигур на данной диаграмме.



Ответ: _____

27. При измерении напряжения на выводах аккумулятора без нагрузки показания вольтметра 12 В, при подключении нагрузки 10 Ом показания вольтметра 10 В. Чему равно внутреннее сопротивление аккумулятора?

Ответ: _____ Ом

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 25 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 14 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Как изменится относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинаться при той же температуре стакана 14 °С?

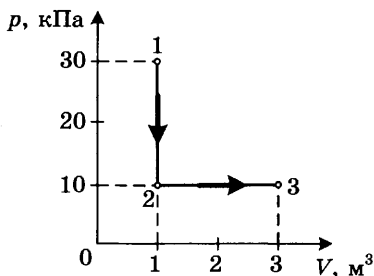
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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 29–32 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.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 5 м. Какова сила давления человека на сиденье тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



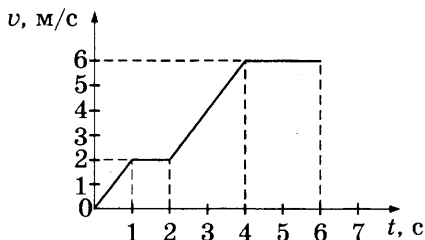
31. Катод фотоэлемента с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?
32. 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?

ВАРИАНТ 7

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v 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.

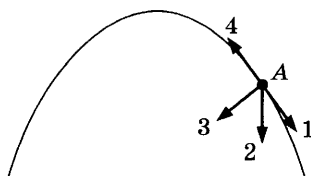


- 1) 6 м 2) 15 м 3) 17 м 4) 23 м
2. Математический маятник начинает совершать свободные колебания из точки максимального удаления от положения равновесия. Кинетическая энергия маятника в этот момент равна
- 1) $2mv$ 2) mv^2 3) $\frac{mv^2}{2}$ 4) 0
3. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью 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.

Ответ: _____

4. Камень, брошенный под углом к горизонту, движется по криволинейной траектории. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало, и в точке A этой траектории вектор равнодействующей всех сил, действующих на камень, имеет направление по стрелке 2 на рисунке. Какое направление имеет вектор ускорения камня?

В ответе укажите номер этого вектора.



Ответ: _____

5. Сила 10 Н сообщает телу ускорение 3 м/с^2 . Во сколько раз будет больше сила, сообщающая ускорение $1,5\text{ м/с}^2$ телу в четыре раза большей массы?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления кометы от Солнца и если изменяются, то как? Считаем, что на комету действует только сила тяготения Солнца.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

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

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

7. 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 | |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. В каком состоянии вещества возможно явление диффузии?
- 1) только в газообразном
 - 2) только в жидком
 - 3) только в твёрдом
 - 4) в газообразном, жидком, твёрдом

9. В стоящем на горячей газовой горелке чайнике закипает вода. Какой из перечисленных ниже процессов вносит наименьший вклад в процесс закипания? Обведите номер этого ответа.

- 1) конвекция слоёв воды внутри чайника
- 2) испарение внутри пузырьков воздуха при закипании
- 3) диффузия
- 4) теплопередача от газовой горелки доньшку чайника

10. В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 5 раз. Во сколько раз увеличилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

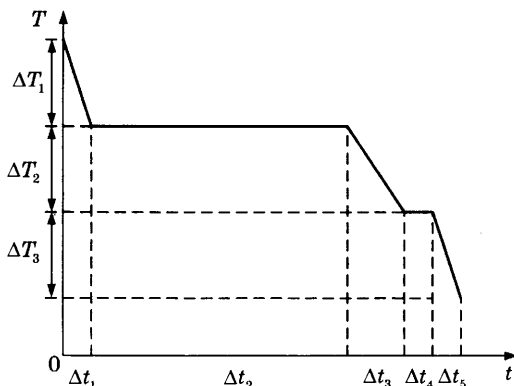
- | | |
|----------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |

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

Ответ:

А	Б	В

12. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Установите соответствие между процессами и выражениями для расчёта удельной теплоёмкости воды и теплоты отвердевания воды.



ПРОЦЕССЫ

- А) охлаждения жидкой воды
 Б) отвердевания жидкой воды

ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА

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

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

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

4) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$

Ответ:

	А		Б

13. 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) $8F$

14. При падении узкого пучка света на зеркало угол отражения был равен 20° . При увеличении угла падения луча на зеркало на 10° угол его отражения станет равным

- 1) 40° 2) 30° 3) 20° 4) 10°

15. 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 φ .

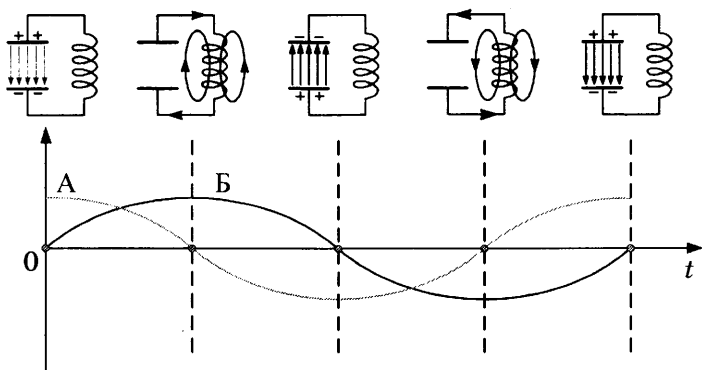
Угол дифракции имеет наибольшее значение для

- 1) красного света 3) голубого света
 2) жёлтого света 4) фиолетового света
16. При подключении резистора с электрическим сопротивлением 1 кОм к выводам источника тока с ЭДС 12 В сила тока в цепи была равна 6 мА . Чему равна сила тока в цепи при подключении к этому источнику резистора с сопротивлением 3 кОм ?

Ответ: _____ мА

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный T .

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение
- Б) сила гравитационного взаимодействия
- В) давление

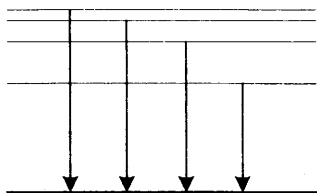
ФОРМУЛЫ

- 1) $F = G \frac{mM}{r^2}$
- 2) $U = \frac{A}{q}$
- 3) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
- 4) $U = \frac{q}{C}$
- 5) $p = \frac{F}{S}$

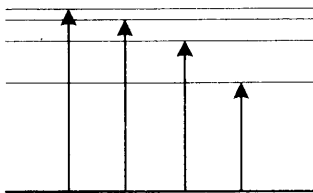
Ответ:

А	Б	В

19. На схемах а и б условно показаны переходы атомов из одних энергетических состояний в другие. Возникновение каких спектров излучения происходит при этом?



а



б

- 1) схеме а соответствует возникновение линейчатого спектра излучения, схеме б соответствует возникновение линейчатого спектра поглощения
- 2) схеме а соответствует возникновение линейчатого спектра поглощения, схеме б соответствует возникновение линейчатого спектра излучения
- 3) схеме а соответствует возникновение линейчатого спектра излучения, схеме б соответствует возникновение сплошного спектра излучения
- 4) схемам а и б соответствует возникновение линейчатого спектра излучения

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

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

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

Ответ: _____

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

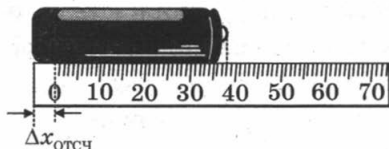
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

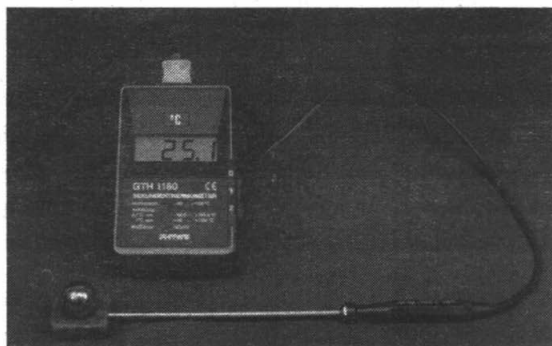
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Напряжение	Мощность	Сила тока

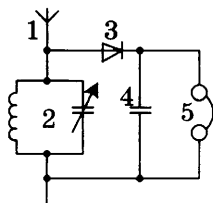
23. На рисунке представлено, как измерялась длина гальванического элемента с помощью измерительной линейки. С учётом выявленной погрешности ($\Delta x_{\text{отсч}} = 4 \text{ мм}$) определите, чему равна длина гальванического элемента. Обведите номер верного ответа.



- 1) 42 мм 2) 40 мм 3) 38 мм 4) 34 мм
24. На рисунке показан конечный результат опыта по превращению механической энергии в тепловую энергию. Термометр, вставленный в пластилин, показывает температуру пластилина после удара шара, который упал с некоторой высоты. Начальная температура пластилина была равна $20,3 \text{ }^\circ\text{C}$.



27. На рисунке изображена схема детекторного приёмника. С помощью какого элемента приёмника осуществляется детектирование колебаний?



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

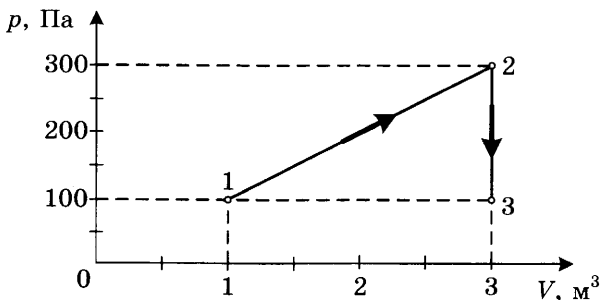
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью двигалась тележка в нижней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 2100 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. 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 ре-

результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.

32. 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?

5. Во сколько раз меньше сила гравитационного притяжения, действующая на тело на расстоянии $R\sqrt{2}$ от центра планеты радиусом R , чем у поверхности планеты?

Ответ: _____ раз(а)

6. 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	

7. Теннисный мяч брошен вверх. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления мяча от Земли 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
- 8) не изменяется по модулю и 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	

8. 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

9. При обогревании комнаты радиатором центрального отопления энергия от батареи распределяется по всей комнате

- 1) только за счет явления теплопроводности
- 2) только путем конвекции
- 3) только излучением
- 4) теплопроводностью и излучением передаётся от радиатора холодному воздуху, затем конвекцией распределяется по всей комнате

Какое из приведённых выше утверждений правильно?

10. Во сколько раз уменьшится средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа при уменьшении абсолютной температуры в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

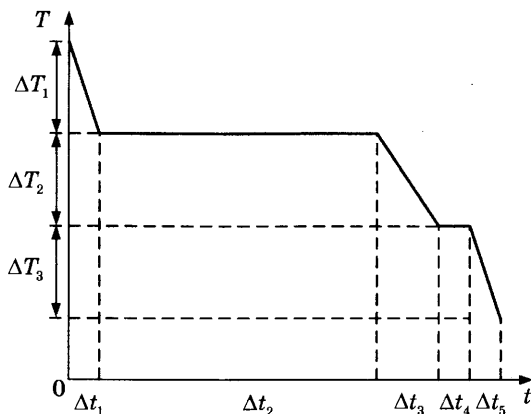
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

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

Ответ:

А	Б	В	Г

12. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в газообразном состоянии. Установите соответствие между процессами и выражениями для расчёта теплоты отвердевания воды и удельной теплоёмкости льда.



ПРОЦЕССЫ

- А) отвердевания жидкой воды
 Б) охлаждения твёрдой воды

**ВЫРАЖЕНИЯ
 ДЛЯ РАСЧЁТА**

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

Ответ:

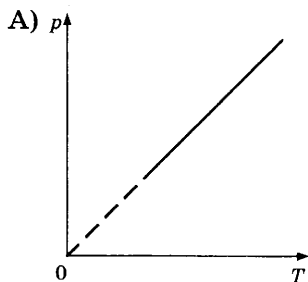
А	Б

16. В процессе электролиза соляной кислоты при постоянном значении силы тока в цепи за 2 минуты ионы водорода принесли на катод положительный заряд 60 Кл, ионы хлора принесли на анод отрицательный заряд 60 Кл. Чему равна сила тока в цепи в этом процессе?

Ответ: _____ А

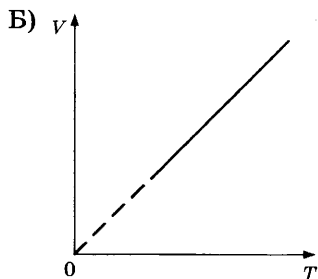
17. Установите соответствие между графиками процессов в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФОРМУЛЫ

- 1) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$
- 2) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$
- 4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$
- 5) $p_t = p_0\alpha T$, $V = \text{const}$



Ответ:

	А		Б

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты

Б) длина волны

В) сила

ФОРМУЛЫ

1) $Q = cm\Delta t$

2) $\vec{F} = m\vec{a}$

3) $\lambda = vT$

4) $\lambda = \frac{Q}{m}$

5) $\vec{p} = m\vec{v}$

Ответ:

А	Б	В

19. Какой из перечисленных ниже величин пропорциональна энергия фотона?

1) квадрату скорости фотона

2) скорости фотона

3) частоте излучения

4) длине волны

20. Для какой цели в ядерных реакторах применяются замедлители?

1) замедление нейтронов уменьшает вероятность деления ядер урана ${}_{92}^{238}U$

2) замедление нейтронов увеличивает вероятность деления нейтронами ядер ${}_{92}^{235}U$

3) замедление нейтронов увеличивает вероятность деления ядер урана ${}_{92}^{238}U$

4) замедление нейтронов уменьшает вероятность деления нейтронами ядер ${}_{92}^{235}U$

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

Ответ: _____ Дж

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

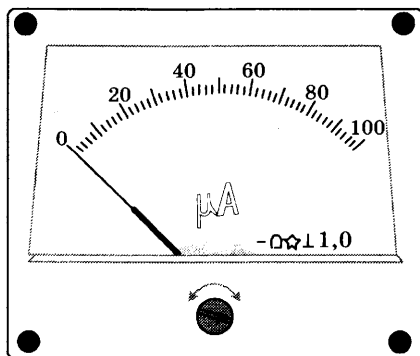
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

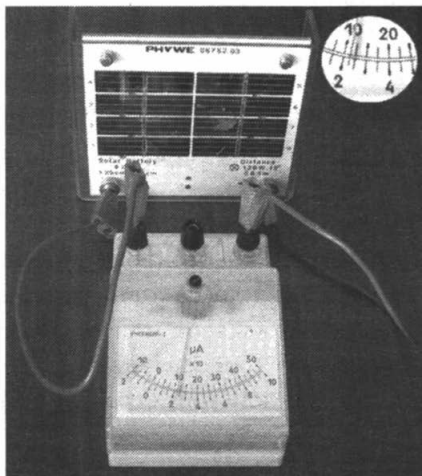
23. Надпись 1,0 на шкале микроамперметра показывает, что это прибор класса точности 1,0. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность в процентах при отклонении стрелки на всю шкалу.



Определите максимальную абсолютную погрешность $\Delta_{\text{инстр}}$ этого прибора и цену деления прибора.

- 1) $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА}, 20 \text{ мкА}$
- 2) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ мкА}, 10 \text{ мкА}$
- 3) $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА}, 2 \text{ мкА}$
- 4) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ мкА}, 1 \text{ мкА}$

24. На рисунке представлена электрическая цепь из фотоэлемента и микроамперметра для измерения силы тока. Включение соответствует использованию верхней шкалы прибора. Увеличенное изображение части шкалы прибора дано на рисунке справа вверху.



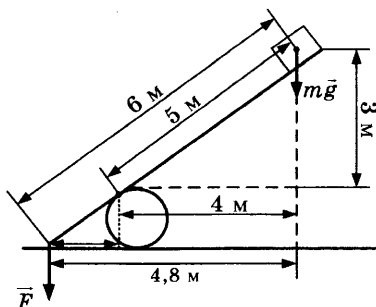
Определите по показаниям прибора силу тока в цепи, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления микроамперметра.

- 1) $I = 11,25 \pm 2,5 \text{ мкА}$
- 2) $I = 2,25 \pm 2,5 \text{ мкА}$
- 3) $I = 11,25 \pm 1,25 \text{ мкА}$
- 4) $I = 2,25 \pm 1,25 \text{ мкА}$

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Модуль силы тяжести, действующей на груз, равен 30 Н. Чему равен модуль силы \vec{F} ?



Ответ: _____ Н

26. Идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

27. При параллельном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний силы тока через активное сопротивление оказалась 0,4 А, через конденсатор 0,3 А, через катушку 0,6 А. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний силы тока в общей цепи.

Ответ: _____ А

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

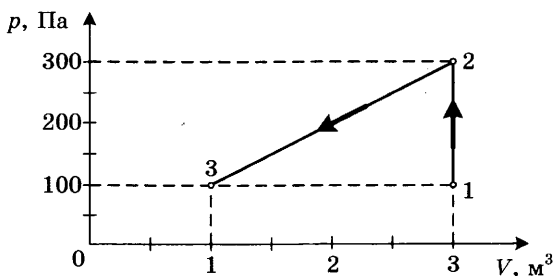
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

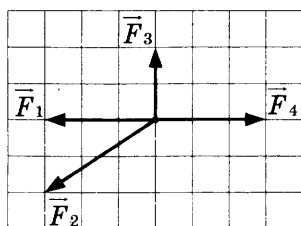
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью 10 м/с сила давления человека на сиденье тележки была равна 1800 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. 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.
32. 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?

4. На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы \vec{F}_1 равен 3 Н. Чему равна равнодействующая сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 ?



Ответ: _____ Н

5. Во сколько примерно раз сила гравитационного притяжения Венеры к Солнцу больше, чем сила гравитационного притяжения Земли к Солнцу? Масса Земли примерно в 1,2 раза больше массы Венеры, расстояние Земли от Солнца примерно в 1,4 раза больше, чем расстояние Венеры от Солнца.

Ответ: в _____ раз(а)

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

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

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

Сила тяжести люстры	
Сила веса люстры	

7. Марс движется вокруг Солнца по эллиптической орбите. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины для Марса, миновавшего перигелий, и если изменяются, то как? Перигелий — точка орбиты Марса, самая приближённая к Солнцу.

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	

8. Какой вид теплопередачи сопровождается переносом вещества?
- 1) только излучение
 - 2) только конвекция
 - 3) только теплопроводность
 - 4) излучение и теплопроводность

9. В каком из перечисленных ниже случаев энергия от одного тела к другому передаётся в основном теплопередачей?
- 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
10. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру идеального газа, чтобы давление газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 7 раз?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

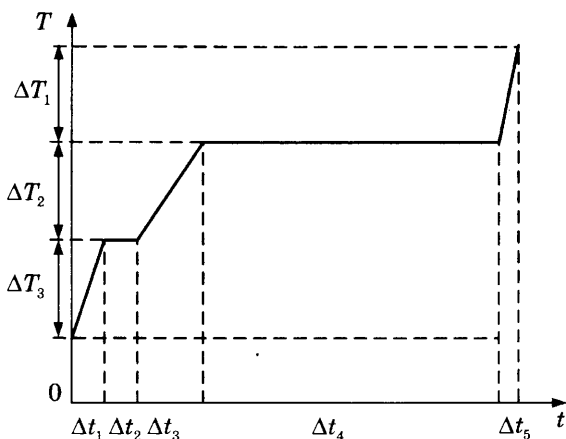
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

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

Ответ:

А	Б	В	Г

12. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в твёрдом состоянии. Установите соответствие между процессами и выражениями для расчёта удельной теплоёмкости воды и теплоты парообразования воды.



ПРОЦЕССЫ

- А) нагревания жидкой воды
 Б) парообразования воды

ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА

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

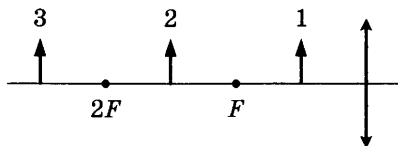
Ответ:

А	Б

13. Электрический ток в металлах создаётся упорядоченным движением

- 1) положительных ионов
- 2) отрицательных ионов
- 3) электронов
- 4) положительных и отрицательных ионов и электронов

14. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, её главной оптической оси, главного и двойного фокусов линзы и трех предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет действительным увеличенным перевернутым?



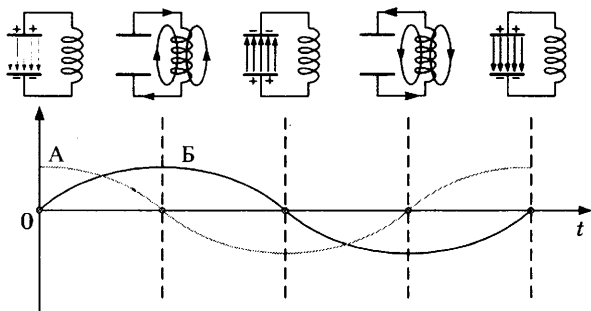
- 1) ни одного из трёх предметов
 - 2) только предмета 1
 - 3) только предмета 2
 - 4) только предмета 3
15. Объектив телескопа при фотографировании небесных тел даёт
- 1) действительное увеличенное изображение
 - 2) действительное уменьшенное изображение
 - 3) мнимое увеличенное изображение
 - 4) мнимое уменьшенное изображение
16. Резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение работ электрического тока, совершённых при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время?

Ответ: _____

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент времени, равный $t = 0$.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Ответ:

А	Б

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость равномерного движения
 Б) сила кулоновского взаимодействия

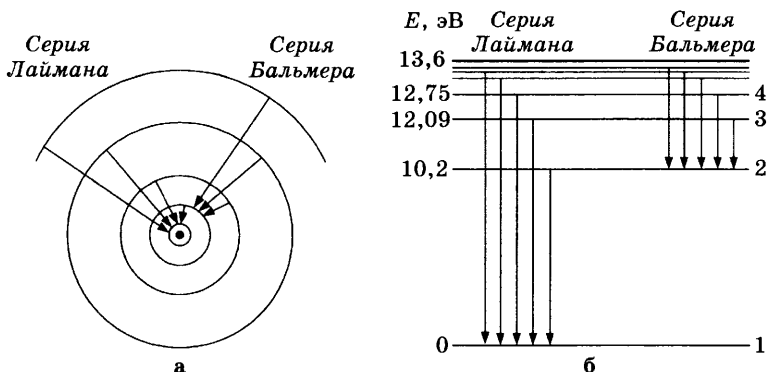
ФОРМУЛЫ

- 1) $F = G \frac{mM}{r^2}$
- 2) $D = \frac{1}{F}$
- 3) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$
- 4) $v = \frac{s}{t}$
- 5) $v = at$

Ответ:

А	Б

19. На рисунках а и б двумя способами условно представлены процессы, сопровождающиеся излучением фотонов атомом водорода. Что обозначается на этих рисунках окружностями и что горизонтальными линиями?



- 1) Окружностями на рисунке а обозначены круговые траектории движения электронов в модели атома Бора, горизонтальными линиями на рисунке б обозначены спектральные линии излучения атома водорода.
- 2) Окружностями на рисунке а обозначены энергетические уровни атома, горизонтальными линиями на рисунке б обозначены спектральные линии излучения атома водорода.
- 3) Окружностями на рисунке а обозначены круговые траектории движения электронов в модели атома Бора, горизонтальными линиями на рисунке б обозначены энергетические уровни атома.
- 4) Окружностями на рисунке а и горизонтальными линиями на рисунке б обозначены энергетические уровни атома.

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

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) сначала увеличится, затем вернётся к первоначальному значению

21. При измерении длины бруска получено значение длины 5 см, относительная погрешность измерений равна 2%. Чему равна абсолютная погрешность этого измерения?

Ответ: _____ см

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

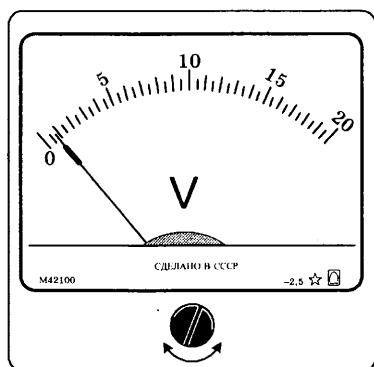
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

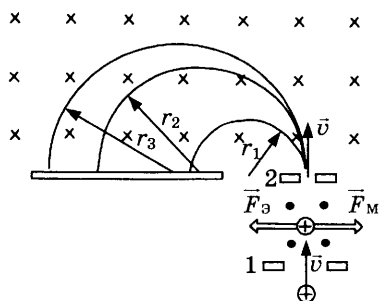
Напряжение	Мощность	Сила тока

23. Надпись 2,5 справа внизу на шкале вольтметра показывает, что это прибор класса точности 2,5. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность при отклонении стрелки на всю шкалу. Определите максимальную абсолютную инструментальную погрешность $\Delta_{\text{инстр}}$ этого прибора и цену деления прибора.



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

24. На рисунке приведена схема масс-спектрометра и показаны траектории ионов. Из перечисленных ниже условий выберите необходимые для измерения массы иона.



1. Магнитное поле должно быть однородным с известной индукцией \vec{B} .
 2. Должно быть известно значение скорости v , перпендикулярной вектору индукции.
 3. Необходимо измерить радиус окружности, по которой ион движется.
- 1) все три условия
 2) только первое и третье
 3) только второе и третье
 4) только первое и второе

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

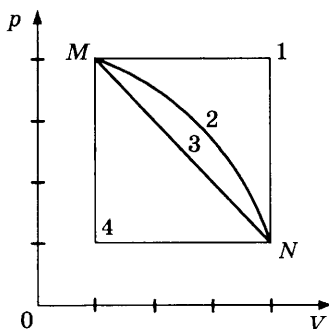
25. Гиря массой 4 кг, подвешенная на стальной пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с. С каким периодом будут совершать свободные колебания гиря массой 1 кг, подвешенная на этой пружине?

Ответ: _____ с

26. Переход газа из состояния N в состояние M (см. рис.) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4.

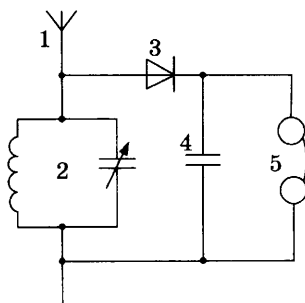
При каком способе работа над газом максимальна?

Ответ: _____



27. На рисунке изображена схема детекторного приёмника. С помощью какого элемента приёмника производится приём модулированных сигналов от различных радиостанций?

Ответ: _____



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 25 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана 25 °С. 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

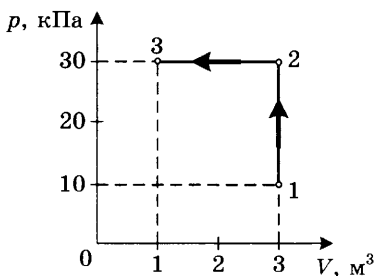
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой

траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н при скорости движения тележки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².

30. 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?



31. 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.
32. 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.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания (1–24) запишите номер выбранного ответа или ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. 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 | 3) 11 м/с |
| 2) 20 м/с | 4) 2 м/с |
2. Сила 10 Н сообщает телу ускорение 3 м/с^2 . Телу в четыре раза большей массой ускорение $1,5 \text{ м/с}^2$ сообщит сила
- | | |
|---------|---------|
| 1) 40 Н | 3) 10 Н |
| 2) 20 Н | 4) 5 Н |

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

Ответ: _____

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

Ответ: _____ Н

5. Во сколько **примерно** раз сила гравитационного притяжения Земли к Солнцу больше, чем сила гравитационного притяжения Марса к Солнцу? Масса Земли примерно в 9 раз больше массы Марса, отношение расстояния Земли от Солнца к расстоянию Марса от Солнца равно примерно 0,66. Округлить до целых.

Ответ: в _____ раз(а)

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

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

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

Направление вектора	
Модуль вектора	

7. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления спутника от Земли 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	

8. Если между двумя телами устанавливается тепловое равновесие, то у них становятся одинаковыми значения

- 1) веса
- 2) массы
- 3) температуры
- 4) температуры, массы, веса

9. 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

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а)

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

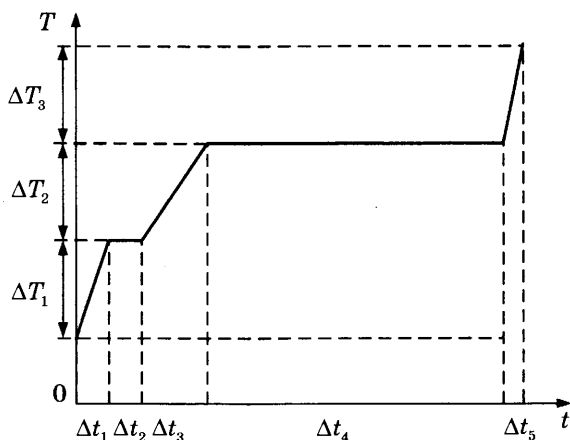
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

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

Ответ:

А	Б	В

12. На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в твёрдом состоянии. Установите соответствие между процессами и выражениями для расчёта удельной теплоёмкости твёрдой воды (льда) и теплоты плавления льда.



ПРОЦЕССЫ

- А) нагревания льда
 Б) плавления льда

**ВЫРАЖЕНИЯ
 ДЛЯ РАСЧЁТА**

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

Ответ:

	А	Б

13. Разноимённые электрические заряды притягиваются друг к другу вследствие того, что

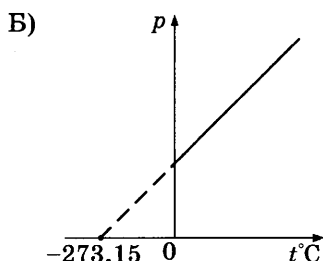
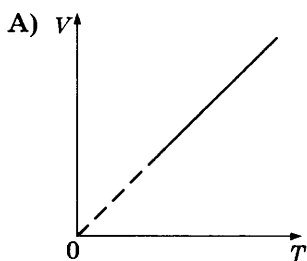
- 1) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические заряды
- 2) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов

- 3) один электрический заряд способен мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 4) действует гравитационное взаимодействие
14. Если линза обладает оптической силой +2 диоптрии, то это значит, что
- 1) эта линза рассеивающая с фокусным расстоянием 0,5 метра
 - 2) эта линза рассеивающая с фокусным расстоянием 2 метра
 - 3) эта линза собирающая с фокусным расстоянием 2 метра
 - 4) эта линза собирающая с фокусным расстоянием 0,5 метра
15. На плёнке фотоаппарата получено изображение предмета в натуральную величину. На основании этого можно утверждать, что объектив при фотографировании находился от фотоплёнки на расстоянии
- 1) равном фокусному
 - 2) равном двум фокусным расстояниям
 - 3) больше фокусного, но меньше двух фокусных расстояний
 - 4) больше двух фокусных расстояний
16. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?

Ответ: _____ В

17. Установите соответствие между графиками процессов в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФОРМУЛЫ

- 1) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$
- 2) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$
- 4) $V_t = V_0 \alpha T$, $p = \text{const}$
- 5) $p_t = p_0 \alpha T$, $V = \text{const}$

Ответ:

	А		Б

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) удельная энергия связи

$$1) E = \frac{kx^2}{2}$$

Б) потенциальная энергия деформированной пружины

$$2) F = -kx$$

$$3) E = \Delta mc^2$$

$$4) \vec{p} = m\vec{v}$$

$$5) f = \frac{\Delta mc^2}{A}$$

$$6) p = \frac{F}{S}$$

Ответ:

А	Б

19. Порция энергии, которую может поглощать или испускать атом, называется

1) квант

3) нейтрон

2) протон

4) электрон

20. 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

21. Чему равен КПД идеальной тепловой машины, если за цикл машина совершает полезную работу 50 Дж и отдаёт холодильнику 100 Дж?

Ответ: _____ %

22. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока в общей 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:

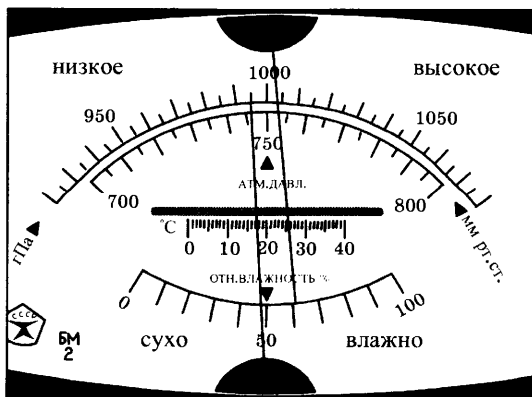
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

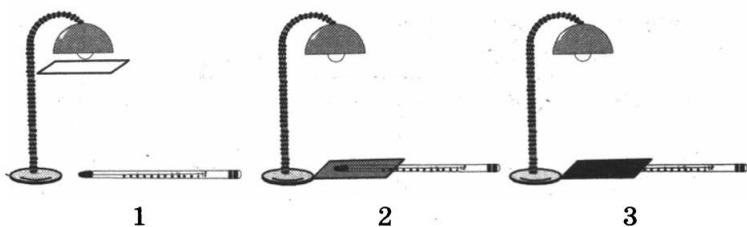
23. На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.

Снимите показания барометра и гигрометра.



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

24. 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.



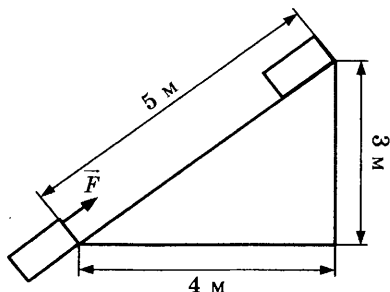
В каком опыте термометр наиболее точно измеряет температуру воздуха?

- 1) в первом
- 2) во втором
- 3) в третьем
- 4) опыты дадут примерно один и тот же результат

Часть 2

При выполнении заданий 25–27 части 2 в бланке ответов № 1 рядом с номером выполняемого Вами задания запишите ответ. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ Дж

26. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

27. 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. Чему равна амплитуда колебаний напряжения на катушке?

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

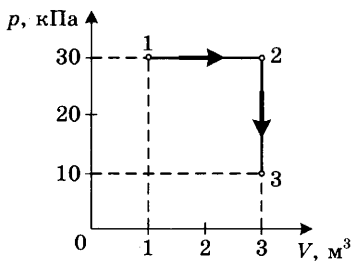
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой тра-

ектории радиусом 6,4 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

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



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

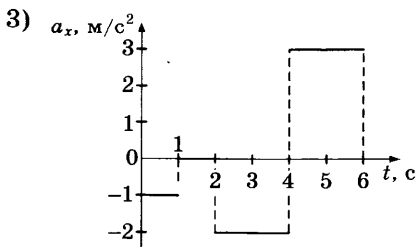
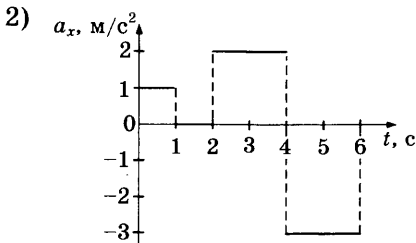
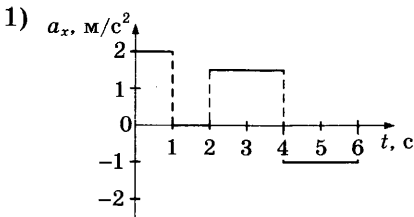
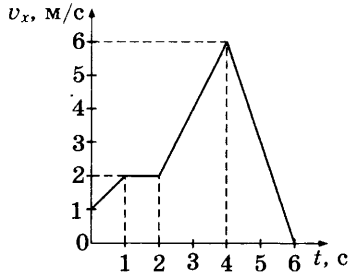
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюми- ний	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

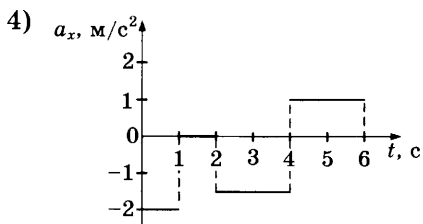
РАЗБОР ВАРИАНТА 2

Часть 1

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .

Проекция ускорения a_x в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с представлена верно графиком





Решение

По графику (см. рис.) определяем, что в интервале времени от 4 с до 6 с проекция скорости тела линейно убывала от 6 м/с до 0 м/с. Это было равнозамедленное движение. При таком движении проекция ускорения равна

$$a_x = \frac{0 \text{ м/с} - 6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -3 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 2.

2. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Сила притяжения между шарами с массами $\frac{m_1}{2}$ и $2m_2$, если расстояние между их центрами равно $3R$, равна

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

Решение

Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, определяется законом всемирного тяготения и для первого случая равна $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$. Для второго случая сила притяжения между шарами равна

$$G \frac{\frac{m_1}{2} \cdot 2m_2}{(3R)^2} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{9R^2} = \frac{1}{9} F.$$

Ответ: 1.

3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью лодка движется относительно земли после прыжка человека? Сопротивление воды движению лодки будем считать пренебрежимо малым.

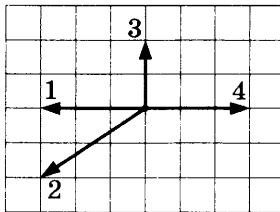
Решение

Из закона сохранения импульса следует:

$$(m + M) \cdot 0 = mv - MV \Rightarrow V = \frac{mv}{M} = \frac{50 \cdot 3}{100} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1,5 м/с.

4. На рисунке представлены четыре вектора сил, действующих на тело. С исключением какой из четырёх сил ускорение тела будет равно нулю? В ответе укажите номер вектора этой силы.



Решение

С исключением силы, обозначенной вектором 1, равнодействующая оставшихся сил будет равна нулю. Ускорение тела будет также равно нулю.

Ответ: 1.

5. Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Решение

Найдём отношение силы гравитационного взаимодействия Земли и предмета, находящегося на поверхности Земли, к силе гравитационного взаимодействия Земли и предмета, находящегося на лунной орбите:

$$\frac{G \frac{m \cdot M}{R_1^2}}{G \frac{m \cdot M}{R_2^2}} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = \frac{(60R_1)^2}{R_1^2} = 3600$$

Ответ: в 3600 раз.

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

Решение

При малом изменении небольшой амплитуды колебаний математического маятника период и частота колебаний не изменяются. Максимальная потенциальная энергия гири при увеличении начального отклонения увеличивается.

Ответ: 331.

7. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли физические величины, перечисленные в первом столбце, во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами 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 | |

Ответ:

А	Б	В	Г

Решение

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

Ответ: 3132.

8. Конвекцией называется процесс

- 1) беспорядочного перемещения небольших твёрдых частиц в жидкостях или газах под действием ударов молекул жидкости или газа

- 2) испускания и распространения энергии без непосредственного контакта между телами
- 3) проникновения в результате теплового движения атомов одного тела в промежутки между атомами другого тела
- 4) переноса теплоты потоками вещества

Решение

Конвекцией называется процесс переноса теплоты потоками вещества.

Ответ: 1.

9. При исследовании броуновского движения маленьких твёрдых частиц в жидкостях и в газах было обнаружено, что среднее перемещение частицы за единицу времени

- 1) не зависит от размеров частиц и температуры вещества
- 2) не зависит от размеров частиц, но увеличивается при повышении температуры вещества
- 3) не зависит от температуры вещества, но увеличивается при уменьшении размеров частиц
- 4) увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества

Какое из приведённых утверждений правильно?

Решение

Среднее перемещение частицы за единицу времени при броуновском движении увеличивается при уменьшении размеров частиц, уменьшается при понижении температуры вещества.

Ответ: 4.

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилось давление газа?

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 2 раза давление газа увеличилось в 4 раза.

Ответ: в 4 раз(а).

11. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, 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 |

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

Ответ:

А	Б	В

Решение

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

Ответ: 133.

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (n — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Одному процессу могут соответствовать несколько формул.

ПРОЦЕССЫ

ФОРМУЛЫ

А) Изотермический
при $n = \text{const}$

1) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$

2) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$

Б) Изобарный
при $n = \text{const}$

3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$

4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$

Ответ:

	А	Б

Решение

Процесс изменения объёма и давления при постоянной температуре называется изотермическим процессом. Связь объёма и давления при изотермическом процессе записывается как $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$, и носит название закона Бойля–Мариотта.

При нагревании в условиях постоянного давления закон зависимости объёма газа от температуры выражается формулой: $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$, если температура газа измеряется в градусах Цельсия. Если температура газа измеряется в градусах Кельвина, то закон зависимости объёма газа от температуры выражается формулой: $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$.

Ответ: 314.

13. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел при увеличении заряда на каждом теле в 2 раза и уменьшении расстояния между ними в 2 раза?

- 1) увеличится в 16 раз
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 8 раз
- 4) не изменится

Решение

По закону Кулона сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами определяется

выражением $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Если заряд на каждом теле уве-

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

чится в 16 раз: $F_1 = k \frac{2q_1 2q_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 16k \frac{q_1 q_2}{r^2}$.

Ответ: 1.

14. 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 λ света связана со скоростью ее распространения v и час-

тотой v 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.

Ответ: 3.

15. Почему мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги — от красного до фиолетового?

- 1) В мыльном пузыре имеются мелкие разноцветные частички, их цвет обнаруживается только в очень тонком слое жидкости.
- 2) Отражение луча света в тонкой плёнке мыльного пузыря происходит и от внешней поверхности плёнки, и от её внутренней поверхности. При сложении этих отражённых пучков света происходит интерференция света. Максимум интерференции зависит от толщины плёнки и длины волны.
- 3) В плёнке происходит дисперсия света подобно тому, как это происходит в стеклянной призме. Дисперсия света обусловлена зависимостью показателя преломления от длины волны.
- 4) Все три явления, перечисленные в ответах 1–3, играют примерно одинаковую роль.

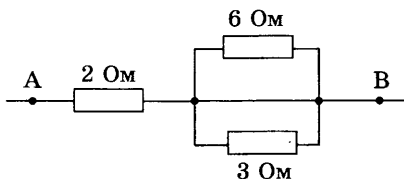
Решение

Луч света на внешней поверхности плёнки частично отражается (луч 1), а частично преломляется (луч 2). Преломлённый луч отражается от внутренней поверхности плёнки и падает на внешнюю поверхность плёнки изнутри. Преломляясь на этой поверхности, он «встречается» и интерферирует с частично ранее отражённым лучом. Интерференция возможна, так как являясь час-

тиями одного и то же цуга волн, эти лучи 1 и 2 когерентны. Максимум интерференции зависит от разности хода лучей 1 и 2, т.е. от толщины плёнки. В результате на одной и той же разности хода лучей в зависимости от длины волны может «поместиться» разное число длин волн, и мыльный пузырь, освещённый белым светом, переливается всеми цветами радуги.

Ответ: 2.

16. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рис.), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Решение

Вычислим сначала общее сопротивление r резисторов, включённых параллельно: $\frac{1}{r} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 2 \text{ Ом}.$

Общее сопротивление трёх резисторов равно:

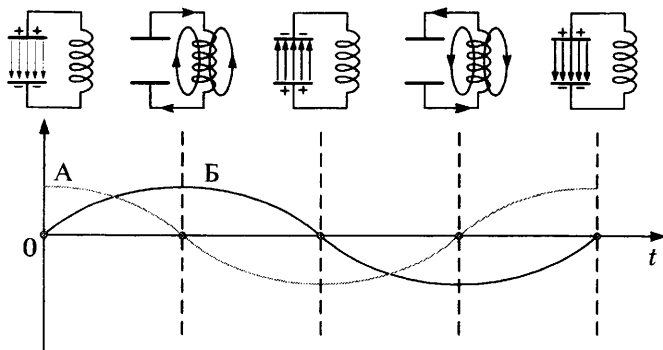
$$R = 2 \text{ Ом} + r = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}.$$

Напряжение на участке АВ равно: $U = IR = 2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 8 \text{ В}.$

Ответ: 2.

17. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{4}T.$

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

Решение

При подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора в контуре возникает электрический ток, и конденсатор начинает разряжаться. Разрядка конденсатора не может осуществиться мгновенно даже в том случае, если электрическое сопротивление провода катушки равно нулю, так как возрастанию силы тока препятствует возникающая в катушке ЭДС самоиндукции.

Сила тока в катушке достигает максимального значения в тот момент, когда конденсатор полностью разряжается. Это происходит через $\frac{1}{4}T$ — на рисунке

этот момент показан на второй схеме. На графике это соответствует максимальной амплитуде тёмной синусоиды Б и нулевому значению светлой синусоиды А.

Ответ: 41.

18. Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат Ox . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ФОРМУЛЫ**

А) координата точки

1) $s = vt$

Б) путь, пройденный за время t
со скоростью v

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

3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

А	Б

Решение

При равномерном прямолинейном движении материальной точки вдоль оси координат Ox , совпадающей с направлением вектора скорости \vec{v} координата x точки в любой момент времени t определяется уравнением

$$x = x_0 + vt,$$

где x_0 — координата точки в начальный момент времени.

Пройденный за время t путь s при равномерном движении со скоростью v определяется уравнением

$$s = vt.$$

Ответ: 41.

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

$$1 + 1 = Z + 2, \quad Z = 0.$$

Зарядовым числом 0 (0 протонов) и массовым числом 1 (1 нуклон) обладает нейтрон.

Ответ: 1.

21. Ядро атома химического элемента с порядковым номером 92 в таблице Д.И. Менделеева после одного альфа-распада, двух последующих электронных бета-распадов и ещё одного альфа-распада превращается в новое ядро атома химического элемента. Определите порядковый номер этого химического элемента.

Решение

Так как альфа-частица состоит из двух протонов и двух нейтронов, то после первого альфа-распада порядковый номер ядра-продукта равен 90. Два последующих электронных бета-распада ($n \rightarrow p + e^- + \nu$) увеличивают число протонов на 2 и промежуточное ядро имеет вновь порядковый номер 92. Но ещё один альфа-распад уменьшает число протонов на два. Порядковый номер нового химического элемента равен 90.

Ответ: 90.

22. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт 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

Решение

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

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

Напряжение U_1 на выходе источника тока при этом равно:

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

Мощность тока P_1 на внешней цепи при этом равна:

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

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

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

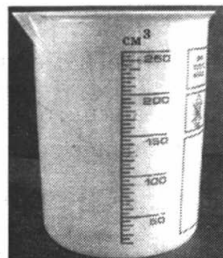
Напряжение U_2 на выходе источника тока при этом равно: $U_2 = \mathcal{E} - I_2 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{3r} r = \frac{2\mathcal{E}}{3}$.

Мощность тока P_2 на внешней цепи при этом равна: $P_2 = I_2 U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3r} \cdot \frac{2\mathcal{E}}{3} = \frac{2\mathcal{E}^2}{9r} = \frac{\mathcal{E}}{4,5r}$.

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

Ответ: 212.

23. В измерительный стакан, показанный на рисунке, учитель налил 200 см^3 воды. Учитывая цену деления стакана, четыре ученика записали результат измерения. Какой ответ верный?



- 1) 200 см^3
- 2) $(200 \pm 50) \text{ см}^3$
- 3) $(200 \pm 10) \text{ см}^3$
- 4) $(200 \pm 5) \text{ см}^3$

Решение

Цена деления измерительного стакана равна 5 см^3 .

Ответ: 4.

24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения на концах нити электрической лампы. По результатам измерений был построен график зависимости $I(U)$ — см. рис. 1. Поскольку график $I(U)$ не показал прямой пропорциональной зависимости тока от напряжения, были вычислены значения электрического сопротивления при разных значениях силы тока и построен график зависимости $R(I)$ — см. рис. 2.

$U, \text{ В}$	$\Delta U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$\Delta I, \text{ мА}$
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

Анализируя все приведённые данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

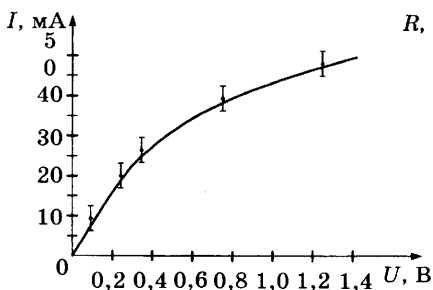


Рис. 1

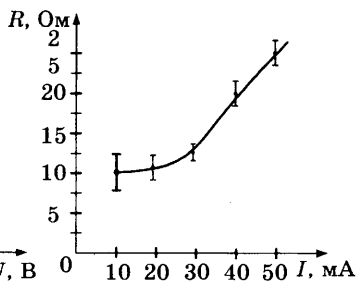


Рис. 2

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений напряжения.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.

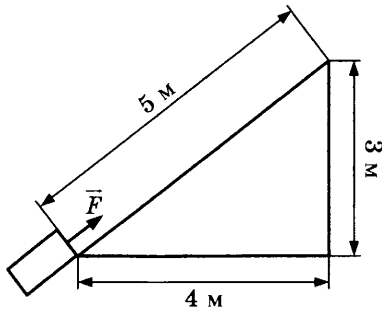
Решение

Нить лампы нагревалась протекающим током. Повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы — зависимость $R(I)$. С возрастанием сопротивления R нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость $I(U)$.

Ответ: 2.

Часть 2

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



Решение

Работа силы \vec{F} на прямолинейном отрезке траектории длиной l равна произведению модуля силы \vec{F} на пройденный путь l и на косинус угла α между вектором \vec{F} силы и вектором \vec{v} скорости: $A = Fl \cos \alpha$. Вектор силы \vec{F} при перемещении совпадал с направлением вектора скорости, $\alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$. Работа равна $A = 30 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 150 \text{ Дж}$.

Ответ: 150 Дж.

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

Решение

По первому закону термодинамики

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

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

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

Ответ: 600 Дж.

27. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.

Решение

Амплитуда колебаний полного напряжения в последовательной цепи с элементами R, C, L равна:

$$U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + U_R^2} = \sqrt{(12 - 8)^2 + 3^2} = 5 \text{ В}.$$

Ответ: 5 В.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 23 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 12 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

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

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

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12°C. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12°C, из таблицы $p = 14 \text{ гПа}$.</p> <p>Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 23°C равно 28 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$;</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

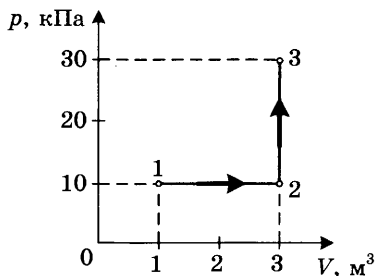
29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н? Ускорение свободного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

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.</p> <p>Сила N давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:</p>	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N = F \quad (2)$	1
2	<p>Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:</p>	$a = v^2/R \quad (3)$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
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

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



Решение

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A' , совершенной газом:	$Q = \Delta U + A',$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:</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 Q означает, что газ получил количество теплоты Q.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

31. 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

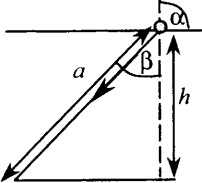
цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

Решение

№ 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:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$ $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} =$ $= \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{12}} = 2 \text{ А}$	1
3	Отсюда получаем:	$\mathcal{E} = 2 \cdot 5 + 2 \cdot \frac{\mathcal{E}}{12},$ $5\mathcal{E} = 60 \text{ В},$ $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

32. 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 ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Максимальный угол α падения луча света из воздуха в воду равен 90° , соответствующий ему угол преломления β определяется по известному значению относительного показателя преломления n воды:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$	1
	Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	
2	Рисунок, поясняющий решение.		1
3	Максимальное расстояние a , на котором виден комар на глубине h , равно:	$a = \frac{h}{\cos \beta} =$ $= \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} =$ $= \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $a \approx 3,0 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

ОТВЕТЫ

Вариант 1

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	7	1411	13	2	19	4
2	2	8	2	14	3	20	2
3	2mV	9	1	15	3	21	250
4	2	10	2 раза	16	3 Ом	22	21
5	100 раз	11	1311	17	64	23	1
6	258	12	13	18	23	24	2

Часть 2

№ задания	Ответ
25	$-\mu(mg - F \sin \alpha)s$
26	600
27	1

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

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила N давления на сидение по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе F упругости, действующей на человека:	$ N = F $ $N = 0, F = 0$ (2)	
2	Из кинематических условий центробежное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (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

30

№ 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 ΔU 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	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) :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	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

31

№ 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:	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$ $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\mathcal{E}}{I_0}, I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \mathcal{E}}{RI_0 + \mathcal{E}},$ $RI_0 I_1 + I_1 \mathcal{E} = I_0 \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\mathcal{E} = 24 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход ΔE ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы Δm : Дефект массы Δm ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{13}^{27}\text{Al} + m_{2}^{4}\text{He} - m_{16}^{30}\text{P} - m_{0}^{1}\text{n}$	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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	<p>Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p> <p>Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.</p>	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,63 \text{ МэВ}$ <p style="text-align: center;">или</p> $\Delta E \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx$ $\approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,64 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 2

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	7	3132	13	1	19	2
2	1	8	4	14	3	20	1
3	1,5 м/с	9	4	15	2	21	90
4	1	10	4 раза	16	8 В	22	212
5	3600 раз	11	133	17	41	23	4
6	331	12	314	18	41	24	2

Часть 2

№ задания	Ответ
25	150
26	600
27	5

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12 °С, из таблицы $p = 14$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 23 °С равно 28 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$; $\varphi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

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

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

30

№ 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 ΔU и работы A' , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A'$, $Q = U_3 - U_1 + A'$	1

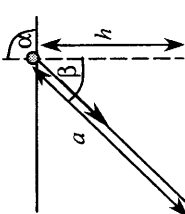
№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$ $A' = p_1 \Delta V$	1
	Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна :		
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

31

№ 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:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{12} \text{ Ом}$	1
2	Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:		

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{12}} = 2 \text{ A}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Максимальный угол α падения луча света из воздуха в воду равен 90° , соответствующий ему угол преломления β определяется по известному значению относительного показателя преломления n воды:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$	1
2	Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	1
3	Рисунок, поясняющий решение.		1
		Максимальный балл	3

Вариант 3

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	7	61231	13	1	19	4
2	2	8	3	14	2	20	2
3	2	9	2	15	4	21	50
4	5 Н	10	3 раза	16	2 А	22	112
5	2 раза	11	2122	17	23	23	1
6	44231	12	243	18	31	24	4

Часть 2

№ задания	Ответ
25	60
26	-400
27	5

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$; $\varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50 \%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

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

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

30

№ 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 ΔU и работы A , совершенной над 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 идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):</p> <p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q.</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		$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) - 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ <p>Максимальный балл</p>	1
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Записан закон Ома для полной цепи для случая подключения внешнего элемента цепи и для случая короткого замыкания:</p>	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r}, \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1

2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\xi}{I_0}, \quad I_1 = \frac{\xi}{R + I_0}, \quad I_1 = \frac{I_0 \xi}{RI_0 + \xi},$ $RI_0 I_1 + I_1 \xi = I_0 \xi, \quad \xi = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\xi = 12 \text{ В}, r = 0,6 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ 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 своего раздела, все остальные лучи испытывают преломление или отражаются от границы раздела.		1
2	Полное внутреннее отражение происходит на границе с такого значения угла падения α , при котором угол преломления β равен 90° :	$\beta = 90^\circ, \sin \beta = 1$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Следовательно, предельное значение угла α , при котором свет выходит из воды, определяется условием:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}, \quad \sin \alpha = \frac{1}{n}$	
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

Вариант 4

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	7	2223	13	3	19	3
2	1	8	2	14	4	20	3
3	mv	9	1	15	2	21	$T_1 = T_2$
4	2	10	6 раз	16	100 Ом	22	122
5	2,5 раза	11	222	17	13	23	3
6	1323	12	423	18	14	24	1

Часть 2

№ задания	Ответ
25	750
26	1
27	1 и 2

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 9 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 9 °С, из таблицы $p = 11$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 19 °С равно 22 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$; $\varphi = \frac{11 \text{ гПа}}{22 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре в воздухе. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ 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:	$ma = F$ (1)	1

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

30

№ 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 ΔU и работы A , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U + A$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$A = p_3 \Delta V$	
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

31

№ 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:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$; $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ А}$ $\mathcal{E} = 2r \text{ В}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{2r}{R+r} = 0,5 \text{ А}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Отсюда получаем:	$2r = 0,5R + 0,5r,$ $3r = R \text{ Ом}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Параллельные пучки света от двух отверстий как от когерентных источников фокусируются глазом в одну точку на сетчатке. Лучи, перпендикулярные плоскости экрана, не имеют разности хода. Лучи, выходящие из отверстий под углом φ к перпендикуляру, имеют разность хода:</p>	$\Delta = d \sin \varphi,$ где d — расстояние между отверстиями	1
2	<p>Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом φ_1 к перпендикуляру, удовлетворяющим условию равенства разности хода Δ одной длине λ световой волны:</p> <p>Отсюда минимальное расстояние d равно:</p>	$\Delta \lambda = d \sin \varphi_1$ $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	<p>Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженному в радианах, поэтому:</p> <p>Тогда для расстояния d между отверстиями при значении длины световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м получаем значение:</p>	$\sin \varphi_1 = \sin 1' \approx \frac{2\pi}{360} \cdot 60 \approx 0,00029$ $d = \frac{5,8 \cdot 10^{-7}}{0,00029} \text{ м} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 5

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	7	369	13	2	19	4
2	2	8	2	14	4	20	3
3	<i>mv</i>	9	3	15	2	21	$\frac{1}{1}p$
4	0,7 м/с	10	8 раз	16	0,5	22	333
5	3 раза	11	222	17	41	23	1
6	44231	12	1234	18	31	24	3

Часть 2

№ задания	Ответ
25	500
26	200
27	100

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

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

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

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние 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 ΔU и работы A , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

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

31

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

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

Вариант 6

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	7	44231	13	4	19	3
2	3	8	2	14	4	20	1
3	0	9	3	15	2	21	0,8
4	0 м/с ²	10	2 раза	16	2 A	22	111
5	4 раза	11	111	17	31	23	1
6	332	12	43	18	43	24	3

Часть 2

№ задания	Ответ
25	40
26	$A' = S_{EODF}$
27	2

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

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

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

30

№ 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 ΔU 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:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$A' = p_3 \Delta V$	
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

31

№ 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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m(hv - A)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$ <p>Максимальный балл</p>	1
32		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Рассмотрен ход лучей из одной точки A на дне бассейна. Вертикальный луч AB не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, остальные лучи испытывают преломление. При наблюдении из разных точек кажущаяся глубина имеет различные значения.	<p>The diagram shows a cross-section of a pool. Point A is on the bottom. A vertical ray AB goes straight up to the surface. Other rays from A are refracted away from the normal at the surface. An observer's eye at point C sees a virtual image A' at a shallower depth h'.</p>	1
2	В любом случае отношение действительной глубины h к кажущейся глубине h' определяется одной и той же формулой:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h$	1
3	При наблюдении по вертикали вниз углы α и β очень малы, они определяются расстоянием до поверхности воды и расстоянием между зрачками глаз.		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	<p>Для малых углов можно воспользоваться приближенным равенством синусов углов тангенсам углов:</p> <p>Подставлены значения параметров и получен ответ в числовой форме:</p>	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} h,$ $h' \approx \frac{h}{n},$ $h' \approx \frac{4}{1,33} \text{ м} \approx 3 \text{ м}$	
		Максимальный балл	3

Вариант 7

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	7	2123	13	4	19	1
2	4	8	4	14	2	20	4
3	0	9	3	15	1	21	0,01
4	2	10	5 раз	16	3 мА	22	222
5	2 раза	11	121	17	23	23	4
6	55321	12	21	18	2415	24	2

Часть 2

№ задания	Ответ
25	0
26	-200
27	3

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

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(\frac{N}{m} - g\right) R}$ $v = 10 \text{ м/с}$ Максимальный балл	1
30			3

№ 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 ΔU и работы A' , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа: Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$ $U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1

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

31

№ 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:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ A}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{2} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{3 + 0,5\mathcal{E}} = 0,5 \text{ A}$	1
3	Отсюда получаем:	$4\mathcal{E} = 6 + \mathcal{E}, \mathcal{E} = 2 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

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

Вариант 8

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	7	71321	13	4	19	3
2	2	8	4	14	2	20	2
3	mv	9	4	15	1	21	20
4	1 м/с^2	10	2 раза	16	0,5 А	22	111
5	2 раза	11	2133	17	54	23	3
6	543	12	21	18	132	24	3

Часть 2

№ задания	Ответ
25	150
26	0
27	0,5

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 27 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 27 °С, из таблицы $p = 36$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}$; $\varphi = \frac{36 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,90 = 90\%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ 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

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

30

№ 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 ΔU 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:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

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

31

№ 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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,34 \cdot 10^{-5}}{3,34 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 16000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход ΔE энергии можно вычислить по дефекту массы Δm : Масса Δm вещества может быть найдена по выходу энергии:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$	1
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:	$m = \frac{\Delta m}{N}, \quad m \approx \frac{4400}{365} \text{ кг} \approx 12 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 9

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	7	55321	13	3	19	3
2	3	8	2	14	3	20	3
3	<i>тv/M</i>	9	1	15	2	21	0,1
4	3 Н	10	7 раз	16	1 : 2 : 3	22	222
5	1,6 раза	11	2322	17	23	23	3
6	1323	12	43	18	43	24	1

Часть 2

№ задания	Ответ
25	1
26	1
27	1

28

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

29

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

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

№ 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 ΔU и работы A , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

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

31

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Отсюда получаем:	$12r = 2R + 2r,$ $10r = 2 \cdot 5 \text{ Ом},$ $r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ 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

Вариант 10

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	7	55321	13	1	19	1
2	2	8	3	14	4	20	2
3	0	9	2	15	2	21	33
4	≈ 500 Н	10	16 раз	16	25 В	22	333
5	21 раз	11	133	17	41	23	1
6	369	12	12	18	51	24	1

Часть 2

№ задания	Ответ
25	-60
26	200
27	5

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

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

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

30

№ 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 ΔU 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 A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):</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>Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q.</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

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:</p>	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{eBR}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 5}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx 8000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Образуется γ -квант.		1
2	Выход ΔE ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы Δm : Дефект массы Δm ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{H}} + m_{\text{H}} - m_{\text{He}}$	1
3	Вычисляем дефект массы: Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:	$\Delta m \approx 1,00727 + 2,01355 - 3,01493 \approx 0,0059 \text{ а.е.м.}$ или	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
		$\Delta m \approx 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} +$ $+ 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx$ $\approx 0,0097 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $\Delta E \approx 0,0059 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 5,5 \text{ МэВ}$ <p style="text-align: center;">Или</p> $\Delta E \approx 0,97 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx$ $\approx 8,73 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 5,5 \text{ МэВ}$	
		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 16582 от 08.04.2014 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректор *Л. К. Корнилова*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *А. П. Юскова*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.
www.examen.biz

Е-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;
по вопросам реализации: sale@examen.biz
тел./факс 641-00-30 (многоканальный)

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

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, www.pareto-print.ru

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