

*В.Д. Кочетов,*

*М.П. Сенина*

# ФИЗИКА

## Подготовка к ЕГЭ

✓ *26 тестов по новой Демоверсии ЕГЭ*

✓ *Решения задач с развёрнутым ответом  
всех нечётных тестов*

Издатель Мальцев Д.А.

Ростов-на-Дону

Народное образование

Москва

2018

## Содержание

Введение .....	5
Справочные данные .....	7
Глава I. Учебно-тренировочные тесты .....	9
Тест №1 .....	9
Тест №2 .....	18
Тест №3 .....	28
Тест №4 .....	37
Тест №5 .....	47
Тест №6 .....	56
Тест №7 .....	65
Тест №8 .....	74
Тест №9 .....	82
Тест №10 .....	92
Тест №11 .....	101
Тест №12 .....	109
Тест №13 .....	118
Тест №14 .....	127
Тест №15 .....	136
Тест №16 .....	144
Тест №17 .....	152
Тест №18 .....	162
Тест №19 .....	171
Тест №20 .....	180
Тест №21 .....	190
Тест №22 .....	199
Тест №23 .....	209
Тест №24 .....	219
Тест №25 .....	228
Тест №26 .....	237

<b>Глава II. Решения</b> .....	<b>247</b>
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 1 .....	247
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 3 .....	250
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 5 .....	252
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 7 .....	255
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 9 .....	258
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 11 .....	260
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 13 .....	263
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 15 .....	266
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 17 .....	270
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 19 .....	272
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 21 .....	275
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 23 .....	278
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 25 .....	281
<b>Ответы</b> .....	<b>285</b>

## Введение

### О структуре экзаменационной работы и оценивании результатов

В 2018 году экзаменационная работа по физике состоит из двух частей и включает в себя **32** задания. Часть **1** содержит **24** задания с кратким ответом в виде числа, слова (задание №13), пары чисел или цифр (задания №5 – №7, №11, №12, №16 – №19, №21, №23, №24). Часть **2** содержит восемь заданий, объединённых общим видом деятельности – решение задач. Из них три задания с кратким ответом (№25 – №27) и пять заданий, для которых необходимо привести развёрнутое решение (№28 – №32).

Поясним некоторые термины, связанные с оцениванием результатов ЕГЭ. «Первичные баллы» – баллы, выставляемые за каждое выполненное задание. «Сертификационный балл» – балл, выставляемый в свидетельстве о сдаче ЕГЭ.

За каждое верно выполненное задание с кратким ответом выставляется **1** первичный балл, если ответом является число, слово или пара чисел, и до **2** первичных баллов, если ответом является пара цифр. При этом **2** балла выставляются в том случае, если верно указаны оба элемента ответа, а **1** балл – если верным является один элемент ответа. Максимальный первичный балл за задания с развёрнутым ответом (№28 – №32) составляет **3** балла. Таким образом, максимальное число первичных баллов, которое может получить выпускник, составляет **52** балла: по **2** балла за каждое из заданий №5 – №7, №11, №12, №16 – №18, №21, №24 (всего **10** заданий), по **1** баллу за все остальные задания с кратким ответом (всего **17** заданий), и **15** баллов за пять заданий с развёрнутым ответом.

План экзаменационной работы 2018 года несколько изменился по сравнению с планом работы 2017 года, в часть **1** добавлено **1** задание (№24), проверяющее знания по астрофизике. Максимальный первичный балл увеличен с **50** до **52** баллов.

На следующей странице приведена таблица, которую можно использовать для примерного оценивания результатов при тренировках по тестам данного пособия.

Таблица перевода первичных баллов в сертификационные

Перв. балл	Сертиф. балл	Перв. балл	Сертиф. балл	Перв. балл	Сертиф. балл
2	8	20	47	37	67
4	15	21	48	38	69
5	18	22	49	39	71
6	22	23	50	40	74
7	26	24	51	41	76
8	29	25	52	42	78
9	33	26	53	43	80
10	36	27	54	44	83
11	38	28	55	45	85
12	39	29	56	46	87
13	40	30	57	47	89
14	41	31	58	48	92
15	42	32	59	49	94
16	43	33	60	50	96
17	44	34	61	51	98
18	45	35	62	52	100
19	46	36	65		

**О возможной системе подготовки к ЕГЭ**

Рекомендуем Вам построить свои занятия по тестам пособия таким образом, чтобы учебные занятия чередовались с тренировочными.

На учебном занятии знакомьтесь с методами решения тех заданий, к выполнению которых Вы рассчитываете приступить на экзамене. Решения задач с развёрнутым ответом (№28–№32) приведены во второй главе данной книги. Если же возникает вопрос по одному из заданий №1–№27, то рекомендуем Вам обращаться к своему учителю.

Для проведения тренировочного занятия необходимо отвести 2-3 часа. За это время попытайтесь решить самостоятельно те задания, которые Вы планируете решать на экзамене. Решайте задачи так, словно Вы уже на экзамене, не заглядывая в ответы. В конце занятия сверьте свои ответы с ответами, данными в книге. Не вдаваясь в детали, скажем, что польза от подобных тренировок огромна!

Желаем Вам успеха!

**Справочные данные****Десятичные приставки**

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

**Константы**

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

**Соотношения между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ \text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

## Масса частиц

электрон	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протон	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а.е.м.
нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а.е.м.

## Плотность

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

## Удельная теплоёмкость

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

## Удельная теплота

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

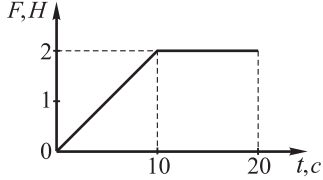
**Нормальные условия:** давление —  $10^5$  Па, температура —  $0^\circ\text{C}$ .

## Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

## Тест № 15

## Часть 1

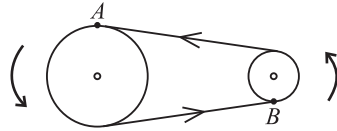
- 1) Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$  по закону:  
 $x = 8 - 6t + 0,5t^2$  (все единицы выражены в СИ). Найдите скорость точки через 3 секунды после начала движения.  
 Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.
- 2) Автомобиль движется по окружности радиуса 100 м со скоростью 72 км/ч, при превышении которой его «занесёт». Найдите коэффициент трения колёс автомобиля о дорогу.  
 Ответ: \_\_\_\_\_
- 3) Водяной насос подаёт 300 л воды на высоту 20 м за 1 минуту. Какова мощность насоса?  
 Ответ: \_\_\_\_\_ кВт.
- 4) Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой  $50 \text{ с}^{-1}$ . Найдите массу груза.  
 Ответ: \_\_\_\_\_ кг.
- 5) На гладкой поверхности покоится брусок массой 1 кг. В момент времени  $t = 0$  на него начинает действовать сила, имеющая постоянное направление вдоль прямой, параллельной поверхности. Модуль  $F$  этой силы зависит от времени так, как показано на графике. На основании анализа графика выберите два верных утверждения.
- 
- 1) На участке  $0 - 10$  с движение равноускоренное, на участке  $10 - 20$  с равномерное.
- 2) На участке  $0 - 10$  с ускорение бруска равно  $1 \text{ м/с}^2$ , на участке  $10 - 20$  с ускорение бруска  $2 \text{ м/с}^2$ .
- 3) Длина пути, пройденного бруском за первые 10 секунд, равна 100 м.
- 4) Длина пути, пройденного бруском за первые 20 секунд, менее 200 м.

5) В момент времени  $t = 10$  с скорость бруска равна  $10$  м/с.

Ответ: 

--	--

- 6) Большая и малая «звёздочки» велосипеда соединены цепью и приведены во вращательное движение. Как изменятся линейная и угловая скорости при переходе от точки  $A$  к точке  $B$ ? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится.

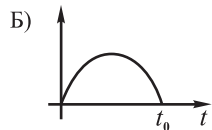


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

линейная скорость	угловая скорость

- 7) Небольшое тело бросили вертикально вверх с поверхности земли. В момент времени  $t_0$  тело упало на землю. Пренебрегая сопротивлением воздуха, установите соответствие между графиками и физическими величинами, которые могут представлять эти графики. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ГРАФИКИ



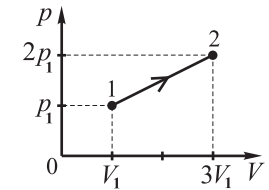
#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль ускорения тела
- 2) модуль скорости тела
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) энергия взаимодействия тела с Землёй

Ответ: 

А	Б
---	---

- 8) На  $pV$ -диаграмме представлен процесс перехода некоторого количества идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Какова температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 она равна  $200$  К?



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

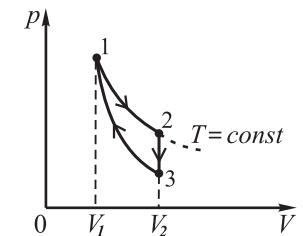
- 9) Какую работу совершает  $400$  г аргона при адиабатном расширении, если его температура при этом понижается на  $10^\circ\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 10) Сколько килограммов дров потребуется для того, чтобы вскипятить  $10$  литров воды, имеющей температуру  $20^\circ\text{C}$ , если КПД нагревателя  $25\%$ ? Удельная теплота сгорания дров  $10$  МДж/кг.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

- 11) На рисунке представлен график замкнутого цикла  $1-2-3$ , проведённого с  $2$  моль идеального одноатомного газа. На основании графика выберите два верных утверждения.



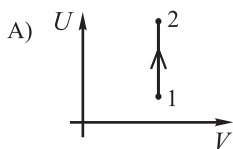
- 1) В процессе  $1-2$  всё тепло, переданное газу, пошло на изменение его внутренней энергии.
- 2) В процессе  $2-3$  внутренняя энергия газа уменьшилась.
- 3) В процессе  $3-1$  температура газа увеличилась.
- 4) В процессе  $3-1$  температура газа уменьшилась.
- 5) Температура газа в состоянии 2 меньше, чем в состоянии 3.

Ответ: 

--	--

- 12) На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с идеальным газом, где  $p$  — давление,  $V$  — объём,  $T$  — абсолютная температура,  $U$  — внутренняя энергия. Установите соответствие между графиками и уравнениями, которые описывают эти процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и

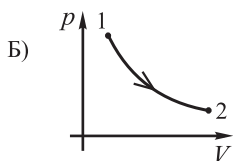
запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



1)  $Q = \Delta U$

2)  $Q = \Delta U + A$

3)  $\Delta U = -A$

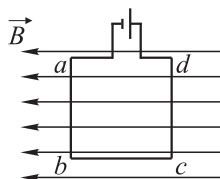


4)  $Q = A$

Ответ: 

А	Б

13) Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции и подключена к источнику постоянного тока так, как показано на рисунке. Как направлена сила, действующая на сторону  $cd$  рамки со стороны магнитного поля?



Ответ: \_\_\_\_\_

14) На каком расстоянии от заряда  $5 \text{ мкКл}$  напряжённость поля равна  $500 \text{ кВ/м}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

15) Найдите энергию магнитного поля соленоида, если при силе тока  $10 \text{ А}$  в нём возникает магнитный поток  $0,5 \text{ Вб}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

16) Свет от двух точечных когерентных источников приходит в точку 1 экрана с разностью хода  $\Delta r_1 = 1,5\lambda$ , а в точку 2 экрана — с разностью хода  $\Delta r_2 = 0,5\lambda$ . Расстояние от источников до экрана значительно превышает длину световой волны. На основании этих данных выберите два верных утверждения.

- 1) Освещённость больше в точке 1.
- 2) Освещённость больше в точке 2.
- 3) Освещённость одинакова и равна нулю.

- 4) Освещённость одинакова и отлична от нуля.
- 5) В обеих точках наблюдается минимум интерференционной картины.

Ответ: 

--	--

17) Предмет находится в двойном фокусе тонкой собирающей линзы. Его начинают двигать к линзе и останавливают между фокусом и двойным фокусом. Как при этом изменится изображение предмета и расстояние от изображения до линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

размер изображения	расстояние от изображения до линзы

18) Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд на обкладках конденсатора  $q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия конденсатора
- Б) максимальная сила тока в катушке

Ответ: 

А	Б

#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 2)  $\frac{q}{2\pi\sqrt{LC}}$
- 3)  $\frac{q^2}{2C}$
- 4)  $\frac{Cq^2}{2}$

19) Определите дефект массы ядра гелия  ${}^3_2\text{He}$ . Масса ядра гелия равна 3,016 а.е.м.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{-29}$  кг.

20) Определите красную границу ( $\lambda_{\text{кр}}$ ) фотоэффекта для металла, если при облучении его светом с длиной волны 450 нм максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна  $3,5 \cdot 10^{-19}$  Дж.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкм.

21) На поглощающую поверхность площадью  $S$  за время  $\Delta t$  нормально падают  $N$  фотонов частотой  $\nu$ .  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) давление света

Б) импульс всех фотонов

А	Б

Ответ:

### ФОРМУЛЫ

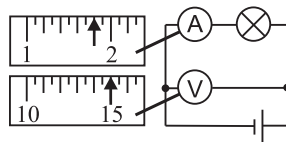
1)  $\frac{h\nu}{c} \cdot N$

2)  $\frac{h\nu N}{cS\Delta t}$

3)  $\frac{2h\nu}{c} \cdot N$

4)  $\frac{h\nu N}{cS} \cdot \Delta t$

22) На рисунке изображена электрическая цепь. Амперметр показывает силу тока в цепи в амперах, а вольтметр – напряжение в вольтах. Чему равно напряжение в цепи, если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра?

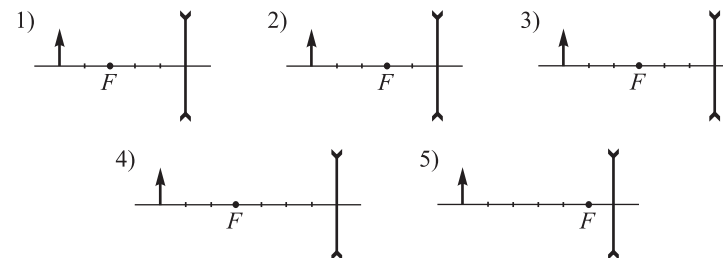


Ответ: (\_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23) Была выдвинута гипотеза о том, что размер мнимого изображения

предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от расстояния между предметом и линзой. Какие два опыта можно провести, чтобы проверить эту гипотезу?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ: 

--	--

24) Выберите два верных утверждения из пяти предложенных.

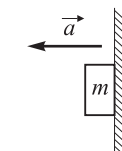
- 1) Расстояние до звёзд измеряют в световых годах, астрономических единицах и парсеках. Наибольшая из этих величин – световой год.
- 2) Расстояние до звезды, имеющей годичный параллакс  $0,5''$ , равно 2 парсекам.
- 3) Годичный параллакс звезды Сириус ( $\alpha$  Большого Пса) равен  $0,375''$ , значит, расстояние до неё равно 540000 а.е.
- 4) Ближайшая к нам звезда  $\alpha$  Центавра имеет годичный параллакс  $0,75''$ , поэтому расстояние до неё равно  $0,75$  парсека.
- 5) 1 световой год равен 3,26 парсека.

Ответ: 

--	--

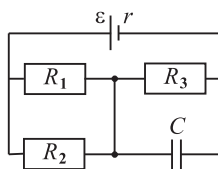
### Часть 2

25) К подвижной вертикальной стенке приложили груз массой 10 кг. Коэффициент трения между грузом и стенкой равен 0,4. С каким минимальным ускорением нужно передвигать стенку влево, чтобы груз не соскользнул вниз?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

26 Цепь питается от элемента с внутренним сопротивлением 3 Ом. Сопротивления резисторов:  $R_1 = R_2 = 28$  Ом,  $R_3 = 40$  Ом, ёмкость конденсатора 5 мкФ. Найдите ЭДС элемента, если заряд конденсатора 4,2 мкКл. Ответ округлите до десятых.



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

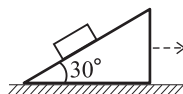
27 Луч света падает из воздуха на стеклянную пластину так, что преломлённый и отражённый лучи взаимно перпендикулярны. Определите угол падения, если абсолютный показатель преломления стекла равен 1,5. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ °

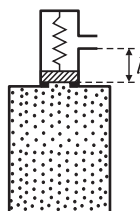
Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

28 Имеется два сосуда с водой. В первом сосуде плавает кусок льда, внутри которого находится кусочек свинца, а во втором — кусок льда, внутри которого находятся пузырьки воздуха. Как изменится уровень воды в каждом из сосудов, когда лёд растает? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности были использованы.

29 На наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$  неподвижно лежит тело. Коэффициент трения между телом и плоскостью 0,6. Наклонная плоскость начинает двигаться по столу вправо (см. рисунок) с ускорением  $a$ . При каком наибольшем значении ускорения  $a$  тело будет оставаться неподвижным относительно наклонной плоскости?



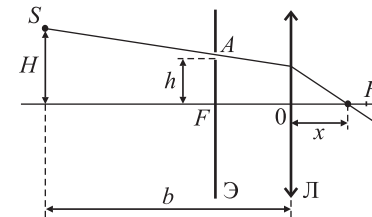
30 В цилиндре объёмом  $V$ , заполненном газом, имеется предохранительный клапан в виде маленького цилиндрика с поршнем. Поршень упирается в дно цилиндра через пружину жёсткостью  $k$  (см. рисунок). При температуре  $T_1$  поршень находится на расстоянии  $l$  от отверстия, через которое газ выпускается в атмосферу. До какой температуры  $T_2$  должен на-



греться газ в цилиндре для того, чтобы клапан выпустил часть газа в атмосферу? Площадь поперечного сечения поршня  $S$ , масса газа  $m$ , его молярная масса  $M$ . Объёмом цилиндрика пренебречь.

31 В однородном магнитном поле с индукцией 100 мкТл по винтовой линии движется электрон. Определите скорость электрона, если радиус винтовой линии 5 см, а шаг винта 20 см.

32 На расстоянии  $b$  от собирающей линзы на высоте  $H = 5$  см от главной оптической оси находится источник света  $S$ . В фокусе линзы установлен непрозрачный экран с маленьким отверстием  $A$ , которое находится на высоте  $h = 4$  см от главной оптической оси. Луч  $SA$ , пройдя через линзу, преломляется и пересекает ось в 16 см от оптического центра линзы. Найдите  $b$ , если фокусное расстояние линзы  $F = 20$  см.



## Тест №16

### Часть 1

1 Координата некоторого тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , зависит от времени по закону:  $x = 8t - t^2$  (все единицы выражены в СИ). В какой момент времени скорость тела равна нулю?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

2 Диск вращается вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью 2 рад/с. На каком наибольшем расстоянии от оси вращения тело, расположенное на диске, не будет соскальзывать, если коэффициент трения между телом и поверхностью диска равен 0,2?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

3 Определите мощность гидроэлектростанции, если за 1 минуту объём падающей воды с высоты 12 м равен 1500 м<sup>3</sup>. Потерями энергии пренебречь.

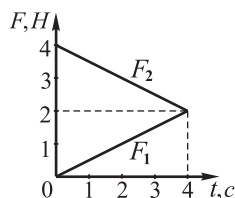
Ответ: \_\_\_\_\_ МВт.



4 У основания здания давление в водопроводе 500 кПа. С какой силой давит вода на прокладку крана площадью  $0,5 \text{ см}^2$ , если кран расположен на пятом этаже здания на высоте 20 м от основания?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5 На гладкой горизонтальной поверхности покоится тело массой 1 кг. В момент времени  $t = 0$  на это тело начинают действовать две силы, направленные в положительном направлении оси  $Ox$ , параллельной поверхности. Модули  $F_1$  и  $F_2$  этих сил зависят от времени так, как показано на рисунке. Выберите два верных утверждения.



- 1) В момент времени  $t = 4$  с равнодействующая этих сил равна 0.
- 2) Равнодействующая этих сил постоянна по модулю и направлению.
- 3) Длина пути, пройденного телом за первые две секунды, равна 16 м.
- 4) В момент времени  $t = 2$  с кинетическая энергия тела равна 32 Дж.
- 5) В момент времени  $t = 4$  с скорость тела равна 2 м/с.

Ответ: 

--	--

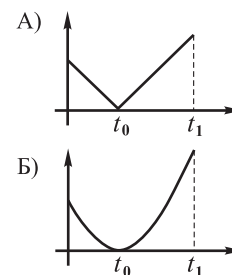
6 Пружинный маятник представляет собой груз, склеенный из двух частей и прикрепленный к лёгкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. Когда груз находился в крайней точке своей траектории, одна из его частей отклеилась. Как в результате этого изменились частота колебаний и максимальная кинетическая энергия маятника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

частота колебаний	максимальная кинетическая энергия маятника

7 Небольшое тело бросили вертикально вверх с балкона. В момент времени  $t_0$  тело достигло наибольшей высоты, а в момент времени  $t_1$  упало на землю. Пренебрегая сопротивлением воздуха, установите соответствие между графиками и физическими величинами, которые могут представлять эти графики. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



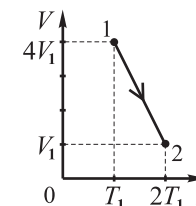
- 1) модуль импульса тела
- 2) потенциальная энергия тела
- 3) равнодействующая всех сил, действующих на тело
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ: 

А	Б
---	---

8 В результате такта сжатия в двигателе автомобиля объём рабочей смеси уменьшается в 4 раза, а температура увеличивается в 2 раза. Какое давление установится в двигателе, если первоначальное давление было 80 кПа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.



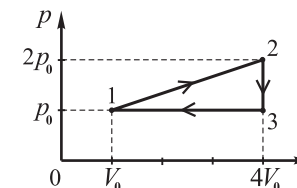
9 Идеальный одноатомный газ адиабатно переводят из состояния с давлением 200 кПа и объёмом 1 л в состояние с давлением 40 кПа и объёмом 2 л. Определите работу, совершаемую газом.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10 Какое количество теплоты выделится при конденсации 100 г водяного пара, взятого при  $100^\circ \text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

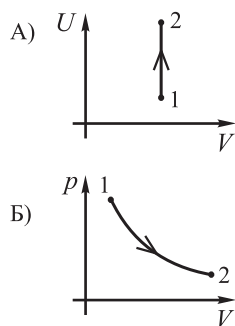
11 На рисунке представлен график замкнутого цикла 1 – 2 – 3, проведённого с 1 молем идеального одноатомного газа. На основании графика выберите два верных утверждения.



- 1) КПД цикла равен 11,5%.
- 2) КПД цикла равен 10%.
- 3) Температура газа в состоянии 3 в четыре раза меньше, чем в состоянии 1.
- 4) В процессе 2 – 3 газ сжимается.
- 5) В процессе 2 – 3 газ не совершает работу.

Ответ:

**12** На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с идеальным газом, где  $p$  – давление,  $V$  – объём,  $T$  – абсолютная температура,  $U$  – внутренняя энергия. Установите соответствие между графиками и уравнениями, которые описывают эти процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- 1)  $\frac{p}{V} = const$
- 2)  $\frac{p}{T} = const$
- 3)  $pT = const$
- 4)  $pV = const$

Ответ: 

А	Б
---	---

**13** Между полюсами постоянного магнита поместили проводник с током. Сила, с которой магнитное поле действует на проводник, направлена к наблюдателю (см. рисунок). Как направлен ток в проводнике?



Ответ: \_\_\_\_\_

**14** Напряжённость поля точечного заряда на расстоянии 10 см от него равна 500 В/м. Определите напряжённость поля этого заряда на расстоянии 20 см от него.

Ответ: \_\_\_\_\_ В/м.

**15** Найдите индуктивность катушки, по виткам которой протекает ток 0,5 А, а энергия магнитного поля составляет 25 мДж.

Ответ: \_\_\_\_\_ Гн.

**16** Свет от двух точечных когерентных источников приходит в точку 1 экрана с разностью хода  $\Delta r_1 = 1,5\lambda$ , а в точку 2 экрана – с разностью хода  $\Delta r_2 = \lambda$ . Расстояние от источников до экрана значительно превышает длину световой волны. На основании этих данных выберите два верных утверждения.

- 1) Освещённость в точке 1 больше.
- 2) Освещённость в точке 2 больше.
- 3) В точке 1 наблюдается максимум интерференции.
- 4) В точке 2 наблюдается максимум интерференции.
- 5) Освещённости в обеих точках одинаковы и равны нулю.

Ответ:

**17** Тонкую двояковыпуклую линзу помещают из воздуха в воду. Как при этом изменяются фокусное расстояние и оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

фокусное расстояние	оптическая сила

**18** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, напряжение между обкладками конденсатора равно  $U$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия конденсатора  
Б) максимальная сила тока в катушке

А	Б

Ответ:

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{CU^2}{2}$   
2)  $2\pi\sqrt{LC}$   
3)  $U \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$   
4)  $U \cdot \sqrt{LC}$

- 19) Определите дефект массы ядра дейтерия  ${}^2_1\text{H}$  (тяжёлого водорода). Считать, что масса ядра дейтерия 2,014 а.е.м.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-30</sup> кг.

- 20) Определите импульс фотона излучения, длина волны которого равна 440 нм.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-27</sup> кг·м/с.

- 21) На зеркальную поверхность площадью  $S$  перпендикулярно ей за время  $\Delta t$  падают  $N$  фотонов частотой  $\nu$ .  $h$  — постоянная Планка,  $c$  — скорость света в вакууме. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) изменение импульса падающих фотонов  
Б) сила давления света на поверхность

А	Б

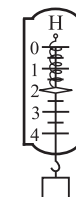
Ответ:

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{h\nu N}{c}$   
2)  $\frac{2h\nu N}{c}$   
3)  $\frac{h\nu N}{2c\Delta t}$   
4)  $\frac{2h\nu N}{c\Delta t}$

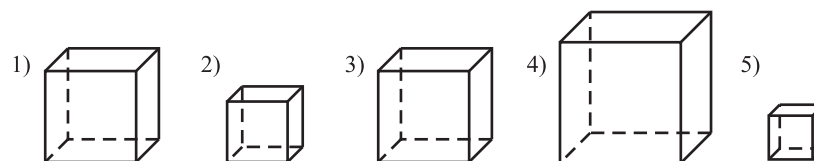
- 22) По данным показаний динамометра (см. рисунок) определите вес груза, если погрешность прямого измерения составляет половину цены деления динамометра.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) Н.



В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

- 23) Сила Архимеда зависит от плотности жидкости. Необходимо это экспериментально проверить. Какую пару тел (см. рисунок на следующей странице) нужно взять для проведения этого исследования?



В ответ запишите номера выбранных тел.

Ответ: 

--	--

- 24) Используя определение горизонтального параллакса, выберите два верных утверждения из пяти предложенных.

- 1) Угол в 1 радиан содержит 3600".  
2) Чем меньше горизонтальный параллакс светила, тем ближе оно расположено к Земле.  
3) Расстояние от Земли до Солнца  $150 \cdot 10^6$  км, радиус Земли 6400 км. Значит, горизонтальный параллакс Солнца равен 8,8".  
4) Горизонтальный параллакс Сатурна 0,9", значит, расстояние от Земли до Сатурна составляет приблизительно 9,8 а.е.  
5) Расстояние от Земли до Луны 400 тыс. км. Значит, горизонтальный параллакс Луны равен 55".

Ответ: 

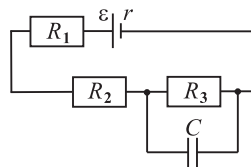
--	--

## Часть 2

**25** По горизонтальной дороге мальчик тянет сани массой 30 кг за верёвку, направленную под углом  $60^\circ$  к плоскости дороги, с силой 100 Н. Коэффициент трения  $\mu = 0,12$ . Каков путь, пройденный санями за 10 с, если в начальный момент времени их скорость была равна нулю? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**26** ЭДС источника цепи, изображённой на рисунке,  $\varepsilon = 1$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 5$  Ом,  $R_3 = 40$  Ом, ёмкость конденсатора  $C = 5$  мкФ. Найдите внутреннее сопротивление источника тока, если заряд конденсатора равен 4 мкКл.



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

**27** Предельный угол полного отражения на границе стекло–жидкость  $\alpha_{\text{пр}} = 65^\circ$ . Определите показатель преломления жидкости, если показатель преломления стекла 1,5. Ответ округлите до сотых.

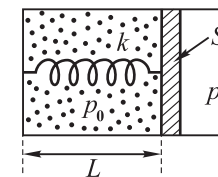
Ответ: \_\_\_\_\_

Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

**28** Имеется два сосуда, один из которых наполнен маслом, а второй – глицерином. В обоих сосудах плавает по куску льда. Как изменится уровень жидкости в каждом из сосудов, когда лёд растает? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности были использованы. (Плотность льда  $900 \text{ кг/м}^3$ , масла –  $950 \text{ кг/м}^3$ , глицерина –  $1260 \text{ кг/м}^3$ .)

**29** На наклонной поверхности с углом наклона  $\alpha$  лежит доска массой  $m$ . С каким ускорением должен бежать по доске человек массой  $M$ , чтобы доска оставалась неподвижной на плоскости? Трением доски о плоскость пренебречь.

**30** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем площадью  $S$  находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной жёсткостью  $k$ . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра  $L$ , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рис.). Какое количество теплоты передано газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ ?



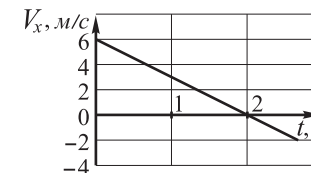
**31** Электрон, ускоренный разностью потенциалов 6 кВ, влетает в однородное поле под углом  $30^\circ$  к направлению поля и движется по винтовой траектории. Индукция магнитного поля 13 мТл. Найдите радиус  $r$  и шаг  $h$  винтовой траектории.

**32** Самолёт фотографируют с расстояния  $d_1 = 52$  м с помощью объектива с фокусным расстоянием  $F_1 = 40$  мм. Модель этого самолёта фотографируют с расстояния  $d_2 = 60$  см с помощью объектива с фокусным расстоянием  $F_2 = 80$  мм. На плёнке размеры изображений самолёта и его модели одинаковы. Во сколько раз линейные размеры самолёта больше, чем линейные размеры его модели? Объектив считать тонкой линзой.

## Тест №17

## Часть 1

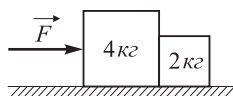
**1** Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . В начальный момент времени она находилась в точке с координатой  $x_0 = 2$  м. На данном ниже рисунке изображена зависимость проекции скорости  $V_x$  этой точки от времени  $t$ . Определите, чему равна координата этой материальной точки в момент времени  $t = 2$  с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**2** Два бруска массами 4 кг и 2 кг движутся по гладкой поверхности так, как показано на рисунке. К левому бруску приложена горизонтально

направленная сила  $\vec{F}$ , модуль которой равен 3 Н. Чему равен модуль нормальной реакции между брусками?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3 Автомобиль движется с выключенным двигателем по горизонтальному участку дороги. В тот момент, когда его скорость равна 90 км/ч, дорога уходит в гору под углом  $30^\circ$  к горизонту. Сколько метров проедет автомобиль до полной остановки?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

4 Груз массой 200 г и объёмом  $50 \text{ см}^3$  подвешен к нити и погружён в воду. Определите силу натяжения нити.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

5 В таблице представлены данные о положении груза, колеблющегося на пружине вдоль оси  $Ox$ , в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
x, мм	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
t, с	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2
x, мм	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	4

Из приведённых ниже утверждений выберите два правильных.

1) В моменты времени  $t = 0,2 \text{ с}$  и  $t = 3,2 \text{ с}$  сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу.

2) В моменты времени  $t = 0,8 \text{ с}$  и  $t = 2,2 \text{ с}$  сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу.

3) В моменты времени  $t = 1,2 \text{ с}$  и  $t = 2,4 \text{ с}$  сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает отрицательную работу.

4) Период колебаний груза равен 2 с.

5) Амплитуда колебаний груза равна 5 мм.

Ответ:

6 Тело бросают с поверхности земли под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Как изменятся при увеличении угла  $\alpha$  отношение даль-

ности полёта тела к его максимальной высоте за время полёта и отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса в момент броска? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

отношение дальности полёта тела к его максимальной высоте за время полёта	отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса в момент броска

7 Ракета стартовала с земли вертикально вверх с постоянным ускорением  $a$ . Через  $t$  секунд двигатели ракеты выключились. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Наибольшая высота, на которую поднимется ракета.

Б) Общее время, в течение которого ракета будет находиться в воздухе.

#### ФОРМУЛЫ

$$1) at \cdot \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{g} \right)$$

$$2) \frac{at^2}{2} \cdot \left( 1 + \frac{a}{g} \right)$$

$$3) t \cdot \frac{g + a + \sqrt{a(a+g)}}{g}$$

$$4) at \cdot \frac{a+g}{g}$$

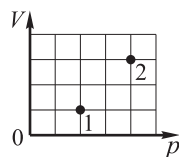
Ответ: 

А	Б

8 Абсолютную температуру идеального газа уменьшили в 4 раза. Каково отношение  $\frac{v_2}{v_1}$  конечной и начальной средней квадратичной скорости теплового движения молекул газа в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_

9] Сосуд содержит некоторое количество идеального газа при температуре  $100\text{ K}$  в состоянии 1, см. рисунок. Определите конечную температуру газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2.

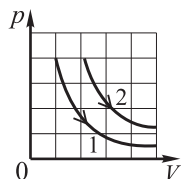


Ответ: \_\_\_\_\_ К.

10] Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре увеличить в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ %

11] На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой идеального газа.



Из приведённых ниже утверждений выберите два правильных.

- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) Процесс 1 идёт при более высокой температуре.
- 3) Процесс 2 идёт при более высокой температуре.
- 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 2 больше, чем изменение внутренней энергии газа в процессе 1.
- 5) Изменение внутренней энергии газа в этих процессах одинаково.

Ответ:

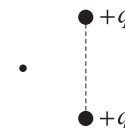
12] В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Если часть газа выпустить из сосуда при постоянной температуре, то как изменятся величины: давление газа, плотность газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

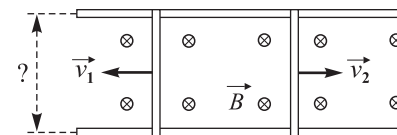
давление газа	плотность газа

13] Определите, как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор напряжённости зарядов  $+q$  и  $+q$  в точке, равноудалённой от обоих зарядов и находящейся слева от них (см. рисунок). Ответ запишите словом (словами).



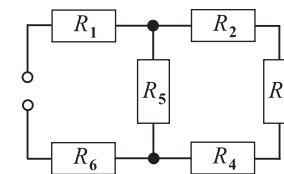
Ответ: \_\_\_\_\_

14] Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  $\vec{B}$  которого направлена вертикально вниз (см. рисунок — вид сверху). На рельсах, перпендикулярно им, лежат два одинаковых проводника, способных скользить по рельсам без нарушения электрического контакта. Левый проводник движется влево со скоростью  $v_1 = 0,3\text{ м/с}$ , а правый — вправо со скоростью  $v_2 = 0,2\text{ м/с}$ . Определите расстояние между рельсами, если модуль вектора магнитной индукции равен  $4\text{ Тл}$ , а ЭДС индукции равна  $0,2\text{ В}$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

15] В цепь, изображённую на рисунке, подано напряжение  $99\text{ В}$ . Сопротивление каждого резистора равно  $4\text{ Ом}$ . Найдите силу тока на резисторе  $R_4$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ А.

16] В таблице приведена зависимость заряда конденсатора идеального колебательного контура от времени. Ёмкость конденсатора  $50\text{ пФ}$ .

$t, 10^{-6}\text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6}\text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

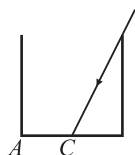
Из приведённых ниже утверждений выберите два правильных.

- 1) Период колебаний заряда  $4 \cdot 10^{-6}$  с.
- 2) Амплитуда колебаний заряда  $4 \cdot 10^{-6}$  Кл.
- 3) Индуктивность катушки равна 32 мГн.
- 4) Максимальная сила тока в катушке равна 1,58 А.
- 5) Колебательный контур настроен на частоту 250 кГц.

Ответ: 

--	--

**17** На дно пустого стакана падает луч света так, как показано на рисунке: точка  $A$  — левый нижний край стакана,  $C$  — точка падения луча. В стакан налили воду. Как изменятся при этом угол падения луча на дно и расстояние между точками  $A$  и  $C$ ?



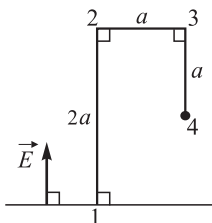
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

угол падения луча на дно	расстояние между точками $A$ и $C$

**18** В однородном электрическом поле, модуль напряжённости которого равен  $E$ , перемещают частицу с зарядом  $q$  по маршруту  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ , см. рисунок. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

## ФОРМУЛЫ

- А) Работа, совершённая полем, при перемещении частицы из точки 1 в точку 4.
- Б) Работа, совершённая полем, при перемещении частицы из точки 1 в точку 3.

- 1)  $4 \cdot q \cdot E \cdot a$
- 2)  $3 \cdot q \cdot E \cdot a$
- 3)  $2 \cdot q \cdot E \cdot a$
- 4)  $q \cdot E \cdot a$

Ответ: 

А	Б

**19** В результате реакции синтеза  ${}^Y_Z X + {}^9_4 Be \rightarrow {}^{10}_5 B + {}^1_0 n$  образуются ядро бора и нейтрон. Укажите число протонов и нейтронов неизвестной частицы.

число протонов	число нейтронов

**20** Чему равен период полураспада некоторого изотопа, если за трое суток распадается 75% начального числа ядер?

Ответ: \_\_\_\_\_ ч.

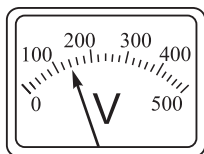
**21** Плоская пластина площади  $S$ , изготовленная из полностью поглощающего материала, помещена в поток излучения определённой мощности под прямым углом к нему. Затем её меняют на зеркальную пластину вдвое меньшей площади. Как меняются в результате этого давление излучения и сила давления излучения на пластину? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

давление излучения	сила давления излучения

22 В ходе лабораторной работы измеряли напряжение в цепи постоянного тока. Показания вольтметра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления вольтметра. Чему равно напряжение в цепи по результатам лабораторной работы?



Ответ: (\_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 В ходе лабораторной работы по геометрической оптике ученику необходимо изучить типы изображений, даваемых линзами. В распоряжении ученика имеется несколько различных линз, экран и предмет. Какие две из указанных в таблице установок нужно использовать, чтобы получить уменьшенное изображение предмета?

номер установки	Тип линзы	Оптическая сила линзы	Расстояние от линзы до предмета
1	Двояковыпуклая	10 дптр	5 см
2	Двояковыпуклая	4 дптр	25 см
3	Двояковыпуклая	10 дптр	15 см
4	Двояковыпуклая	4 дптр	60 см
5	Двояковогнутая	4 дптр	10 см

Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

24 Рассмотрите таблицу, в которой представлены некоторые справочные данные о Луне.

Радиус	1700 км
Масса	$7,35 \cdot 10^{22}$ кг
Среднее расстояние до Земли	$400 \cdot 10^3$ км
Период обращения вокруг Земли	27,3 суток

Выберите **два** верных утверждения из пяти предложенных.

- 1) Гравитационное ускорение на Луне приблизительно равно  $1,6 \text{ м/с}^2$ .
- 2) Первая космическая скорость для Луны составляет  $1,68 \text{ км/с}$ .
- 3) Т.к. масса Луны приблизительно в 81 раз меньше массы Земли, то сила тяжести на поверхности Луны в 81 раз меньше, чем на поверхности Земли.
- 4) Т.к. Луна удалена от Земли на расстояние приблизительно 400 тыс.км, то гравитационное поле Луны не оказывает видимых воздействий на Землю.
- 5) Орбитальная скорость Луны равна  $2,38 \text{ км/с}$ .

Ответ:

## Часть 2

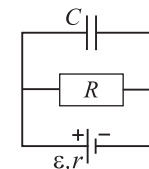
25 В алюминиевый стакан массой 100 г налили 250 г воды, температура которой составляет  $20^\circ \text{C}$ , и опустили электрический кипятильник, мощностью 300 Вт. Определите, сколько времени потребуется, чтобы нагреть воду до температуры кипения.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

26 Заряды величиной 6 нКл и 12 нКл находятся на расстоянии 12 мм друг от друга. Какая сила будет действовать на заряд величиной 4 нКл, если этот заряд поместить в точку, удалённую на 4 мм от меньшего и на 8 мм от большего из этих двух зарядов?

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

27 На рисунке изображена схема электрической цепи. ЭДС источника тока  $\varepsilon = 10 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 2 \text{ Ом}$ , сопротивление резистора  $R = 6 \text{ Ом}$ , а электроёмкость конденсатора  $C = 2 \text{ мкФ}$ . Чему равен заряд конденсатора?



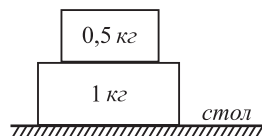
Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.



Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

**28** Имеется в наличии две лампы накаливания, подключенные параллельно. Толщина нити накаливания первой лампы превосходит толщину нити накаливания второй лампы. Какая лампа будет гореть ярче? Ответ поясните, опираясь на знакомые вам физические свойства и законы.

**29** Деревянный брусок массой 0,5 кг лежит на деревянном бруске массой 1 кг, см. рисунок. Коэффициент трения между брусками равен 0,35, а коэффициент трения между нижним бруском и столом равен 0,2. Какую максимальную силу можно приложить к большему бруску, чтобы меньший брусок оставался в покое относительно него?



**30** Теплоизолированный контейнер разделён двумя перегородками на три отсека —  $A, B, C$ . Отсек  $A$  объёмом  $0,1 \text{ м}^3$  содержит кислород, отсек  $B$  объёмом  $0,2 \text{ м}^3$  содержит азот, отсек  $C$  объёмом  $0,04 \text{ м}^3$  содержит углекислый газ. Давление во всех трёх отсеках составляет 200 кПа, а температура равна  $27^\circ \text{C}$ . Определите парциальное давление азота после того, как перегородки между отсеками будут удалены.

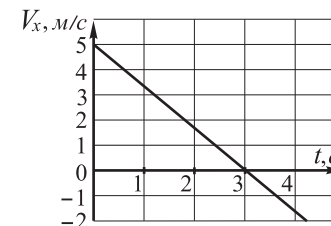
**31** Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника тока  $\varepsilon = 8 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 4 \text{ Ом}$ . Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 2 Ом до 5 Ом. Чему равна наибольшая возможная мощность внутренней цепи?

**32** Электрон движется в однородном магнитном поле, индукция которого равна  $6 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ , перпендикулярно линиям магнитной индукции. Вычислите частоту, с которой движется электрон.

## Тест №18

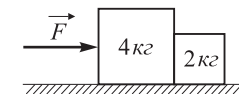
## Часть 1

**1** Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . В начальный момент времени она находилась в точке с координатой  $x_0 = 5 \text{ м}$ . На данном ниже рисунке изображена зависимость проекции скорости  $V_x$  этой точки от времени  $t$ . Определите, чему равна координата этой материальной точки в момент времени  $t = 3 \text{ с}$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**2** Два бруска массами 4 кг и 2 кг движутся по гладкой поверхности так, как показано на рисунке. Клевому бруску приложена горизонтально направленная сила  $\vec{F}$ , модуль которой равен 9 Н. Чему равно ускорение брусков?



Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$ .

**3** Автомобиль движется с выключенным двигателем по горизонтальному участку дороги. В тот момент, когда его скорость равна  $72 \text{ км/ч}$ , он въезжает на склон холма. До полной остановки автомобиль проехал вверх по склону холма 80 метров. Найдите высоту этого холма, если известно, что расстояние вдоль склона холма от его подножия до вершины составляет 300 метров, а угол наклона к горизонту постоянен на всём участке от подножия до вершины.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**4** Какую силу нужно приложить, чтобы удержать в воде камень массой 35 кг? Плотность камня  $2500 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**5** В таблице (см. на следующей странице) представлены данные о положении груза, колеблющегося на пружине вдоль оси  $Ox$ , в различные моменты времени.

t, с	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
x, мм	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
t, с	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2
x, мм	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-4

Из приведённых ниже утверждений выберите **два** правильных.

- 1) В моменты времени  $t = 0,8$  с и  $t = 3,2$  с сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает отрицательную работу.
- 2) В моменты времени  $t = 1,4$  с и  $t = 2,8$  с сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу.
- 3) В моменты времени  $t = 0,4$  с и  $t = 2,4$  с сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу.
- 4) Частота колебаний груза равна  $0,25$  Гц.
- 5) Амплитуда колебаний груза равна  $10$  мм.

Ответ:

**6** Тело бросают с поверхности земли под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Как изменятся при уменьшении угла  $\alpha$  время полёта тела и отношение кинетической энергии тела в верхней точке траектории к кинетической энергии тела в момент броска? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

время полёта тела	отношение кинетической энергии тела в верхней точке траектории к кинетической энергии тела в момент броска
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**7** Ракета стартовала с земли вертикально вверх с постоянным ускорением  $a$ . Через  $t$  секунд двигатели ракеты выключились. Установите со-

ответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- A) Расстояние, которое ракета пролетит вверх после выключения двигателей.
- Б) Время, в течение которого ракета падала.

Ответ: 

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

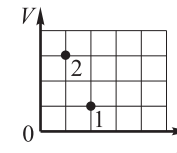
### ФОРМУЛЫ

- 1)  $t \cdot \frac{a - g}{g}$
- 2)  $\frac{gt^2}{2}$
- 3)  $t \cdot \frac{\sqrt{a(a + g)}}{g}$
- 4)  $\frac{a^2 t^2}{2g}$

**8** Абсолютную температуру идеального газа уменьшили в  $16$  раз. Каково отношение  $\frac{v_1}{v_2}$  начальной и конечной средней квадратичной скорости теплового движения молекул газа в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_

**9** Сосуд содержит некоторое количество идеального газа при температуре  $450$  К в состоянии 1, см. рисунок. Определите конечную температуру газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2.



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

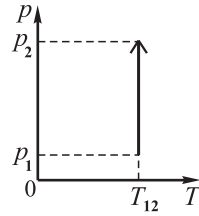
**10** Относительная влажность воздуха, находящегося в закрытом сосуде, равна  $60\%$ . Объём сосуда увеличили в несколько раз при неизменной температуре, при этом влажность воздуха уменьшилась до  $15\%$ . Во сколько раз увеличили объём сосуда?

Ответ: \_\_\_\_\_

**11** На рисунке (см. на следующей странице) приведён график процесса, в котором участвует некоторое количество идеального одноатомного газа.

Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) Газ расширяется.
- 2) Газ сжимается.
- 3) В процессе не происходит изменения внутренней энергии газа.
- 4) Работа газа в этом процессе отрицательна.
- 5) Газ получает положительное количество теплоты.



Ответ:

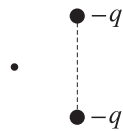
**12** В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Если при неизменной температуре газа его давление уменьшается, то как изменяется внутренняя энергия газа и его объём? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

внутренняя энергия газа	объём газа
<input type="text"/>	<input type="text"/>

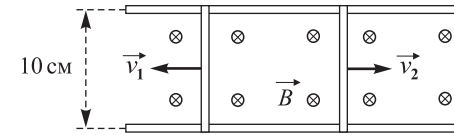
**13** Определите, как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряжённости зарядов  $-q$  и  $-q$  в точке, равноудалённой от обоих зарядов и находящейся слева от них (см. рисунок). Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_

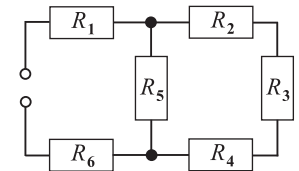
**14** Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  $\vec{B}$  которого направлена вертикально вниз (см. рисунок — вид сверху). На рельсах, перпендикулярно им, лежат два одинаковых проводника, способных скользить по рельсам без нарушения электрического контакта. Левый

проводник движется влево со скоростью  $v_1 = 0,2$  м/с, а правый — вправо со скоростью  $v_2 = 0,1$  м/с. Расстояние между рельсами равно 10 см, модуль вектора магнитной индукции равен 5 Тл. Определите, чему равна ЭДС индукции в системе.



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**15** Сопротивление каждого резистора в цепи, изображённой на рисунке, равно 5 Ом, а сила тока на резисторе  $R_5$  равна 0,6 А. Определите поданное в цепь напряжение.



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**16** В таблице приведена зависимость силы тока в катушке идеального колебательного контура от времени. Индуктивность катушки 100 мГн.

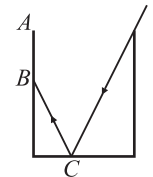
$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, 10^{-3}$ А	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Из приведённых ниже утверждений выберите два правильных.

- 1) Ёмкость конденсатора равна 16 пФ.
- 2) Период колебаний силы тока  $4 \cdot 10^{-3}$  с.
- 3) Амплитуда колебаний силы тока  $4 \cdot 10^{-3}$  А.
- 4) Максимальный заряд конденсатора равен 2,5 нКл.
- 5) Колебательный контур настроен на частоту 250 кГц.

Ответ:

**17** На дно пустого стакана с зеркальным дном падает и отражается от него луч света так, как показано на рисунке: точка  $A$  — левый верхний край стакана,  $C$  — точка падения луча,  $B$  — точка падения отражённого луча на стенку стакана. В стакан



налили воду. Как изменятся при этом угол отражения луча и расстояние между точками  $A$  и  $B$ ? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится

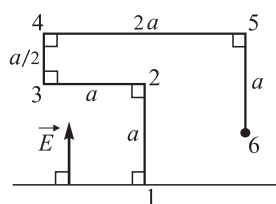
2) уменьшится

3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

угол отражения луча	расстояние между точками $A$ и $B$

18 В однородном электрическом поле, модуль напряжённости которого равен  $E$ , перемещают частицу с зарядом  $q$  вдоль маршрута  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$ , см. рисунок. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Работа, совершённая полем, при перемещении частицы из точки 1 в точку 4.

Б) Работа, совершённая полем, при перемещении частицы из точки 3 в точку 6.

Ответ:

А	Б

### ФОРМУЛЫ

1)  $\frac{5 \cdot q \cdot E \cdot a}{2}$

2)  $\frac{3 \cdot q \cdot E \cdot a}{2}$

3)  $\frac{q \cdot E \cdot a}{2}$

4)  $-\frac{q \cdot E \cdot a}{2}$

19 Укажите число протонов и нейтронов неизвестной частицы в реакции:  ${}^Y_Z X + {}^1_1 H \rightarrow {}^{13}_7 N + {}^1_0 n$ .

число протонов	число нейтронов

20 Период полураспада некоторого изотопа составляет ровно четверо суток. За сколько часов распадётся 87,5% начального числа ядер?

Ответ: \_\_\_\_\_ ч.

21 Плоская зеркальная пластина площади  $S$  помещена в поток излучения определённой мощности под прямым углом к нему. Затем её меняют на пластину площади  $3S$ , изготовленную из полностью поглощающего материала. Как меняются в результате этого давление излучения и сила давления излучения на пластину? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

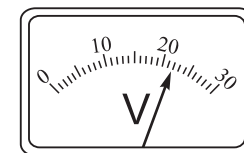
2) уменьшится

3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

давление излучения	сила давления излучения

22 В ходе лабораторной работы измеряли напряжение в цепи постоянного тока. Показания вольтметра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления вольтметра. Чему равно напряжение в цепи по результатам лабораторной работы?



Ответ: (\_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 В ходе лабораторной работы по геометрической оптике ученику необходимо изучить типы изображений, даваемых линзами. В распоряжении ученика имеется несколько различных линз, экран и предмет. Какие две из указанных в таблице установок нужно использовать, чтобы получить увеличенное изображение предмета?

номер установки	Тип линзы	Оптическая сила линзы	Расстояние от линзы до предмета
1	Двояковыпуклая	10 дптр	5 см
2	Двояковыпуклая	5 дптр	20 см
3	Двояковыпуклая	10 дптр	15 см
4	Двояковыпуклая	4 дптр	60 см
5	Двояковогнутая	5 дптр	10 см

Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

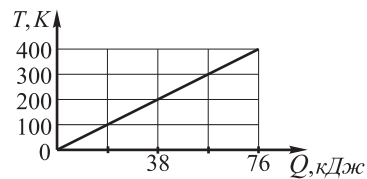
24) Выберите два верных утверждения о Луне из пяти предложенных.

- 1) На Луне существует атмосфера, подобная земной, т.к. Луна является естественным спутником Земли.
- 2) Для земного наблюдателя видна одна и та же сторона Луны, т.к. период вращения Луны вокруг Земли равен периоду обращения Луны вокруг своей оси.
- 3) Земной наблюдатель видит одну и ту же сторону Луны, т.к. сидерический и синодический периоды Луны равны между собой.
- 4) Лунное затмение происходит, когда Луна попадает между наблюдателем и Солнцем.
- 5) Перед солнечным затмением всегда бывает новолуние.

Ответ:

### Часть 2

25) В стакан массой 200 г налили воду, температура которой  $20^\circ\text{C}$ , и опустили электрический кипятильник мощностью 400 Вт. Воспользовавшись графиком изменения температуры  $T$  стакана в зависимости от подведённого количества теплоты  $Q$ , определите массу воды, налитой в стакан, если для того, чтобы нагреть воду до температуры кипения, нужно 458 секунд.

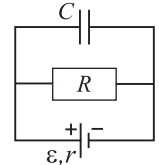


Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26) Заряды величиной 5 нКл и 7 нКл находятся на расстоянии 15 мм друг от друга. Если третий заряд поместить в точку, удалённую на 5 мм от меньшего заряда и на 20 мм от большего заряда на прямой, соединяющей первый и второй заряды, то на него будет действовать сила 11,745 мН. Определите величину третьего заряда.

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

27) На рисунке изображена схема электрической цепи. ЭДС источника тока  $\varepsilon = 12\text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 2\text{ Ом}$ , сопротивление резистора  $R = 6\text{ Ом}$ , а расстояние между пластинами конденсатора  $d = 2\text{ мм}$ . Чему равна напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора?

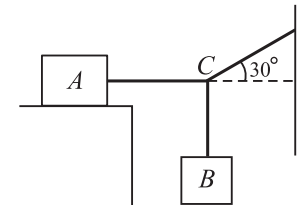


Ответ: \_\_\_\_\_ кВ/м.

Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

28) Имеется в наличии две лампы накаливания, соединённые последовательно. Длина нити накаливания первой лампы превосходит длину нити накаливания второй лампы. Какая лампа будет гореть ярче? Ответ поясните, опираясь на знакомые вам физические свойства и законы.

29) Масса бруска  $A$  на рисунке составляет 70 кг. Коэффициент трения между столом и этим бруском равен 0,25. Шнур между бруском и узлом  $C$  расположен горизонтально. Определите, какова масса груза  $B$  при том условии, что вся система покоится.



30) Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда равен  $V = 2\text{ м}^3$ . В первом сосуде находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия при температуре  $T_1 = 400\text{ К}$ , а во втором —  $\nu_2 = 3$  моль аргона при температуре  $T_2$ . После того, как кран открыли, в сосудах установилось тепловое равновесие и давление  $p = 5\text{ кПа}$ . Определите, чему равна первоначальная температура аргона  $T_2$ .

31 При коротком замыкании клемм источника тока сила тока в цепи равна 10 А. При подключении к клеммам источника тока электрического прибора с электрическим сопротивлением нити 6 Ом, сила тока в цепи равна 2 А. Определите ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление.

32 Электрон движется по спирали в магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции с периодом  $5,8 \cdot 10^{-8}$  с. Чему равна индукция магнитного поля?

## Тест №19

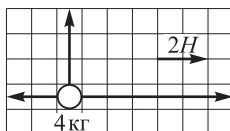
### Часть 1

1 Зависимость от времени для координаты тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , имеет вид:  $x(t) = 10 + 4t$ , где все величины выражены в единицах СИ. Определите, чему равна скорость тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2 На тело массой 4 кг действуют три силы в направлениях, указанных на рисунке. Чему равно ускорение тела?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.



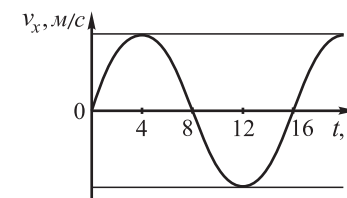
3 Брусок массой  $m$  движется горизонтально со скоростью  $v = 18$  м/с и сталкивается с неподвижным бруском массой  $2m$ , после чего оба бруска продолжают движение в том же направлении и сталкиваются с ещё одним неподвижным бруском массой  $3m$ . Найдите скорость третьего бруска после удара, если все удары абсолютно неупругие.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4 На какую максимальную высоту может поднять насос воду, если создаваемый им перепад давления равен 50 кПа?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

5 Груз колеблется на пружине, двигаясь вдоль оси  $Ox$ . На рисунке показан график зависимости проекции скорости  $v_x$  груза на ось  $Ox$  от времени  $t$ . За первые 12 секунд движения груз прошёл путь 3 метра.



Из приведённых ниже утверждений выберите два правильных.

- 1) Амплитуда колебаний груза равна 1 м.
- 2) Период колебаний груза равен 8 с.
- 3) В начальный момент времени груз находится в положении минимального отклонения.
- 4) За время, равное  $3/4$  периода, груз проходит путь, равный трём амплитудам.
- 5) В начальный момент времени скорость груза отлична от 0.

Ответ:

6 Материальная точка движется по окружности радиуса  $R$ . Как изменится её период обращения и угловая скорость, если линейная скорость точки увеличится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится

- 2) уменьшится
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

период обращения	угловая скорость

7 Брусок высотой  $H$  и площадью поперечного сечения  $S$  поместили вертикально в жидкость плотностью  $\rho$  на глубину  $H$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) выталкивающая сила, действующая на брусок  
 Б) работа, совершённая силой Архимеда при полном погружении бруска

Ответ: 

А	Б

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $-\frac{\rho SH}{2}$   
 2)  $\rho gSH$   
 3)  $\frac{\rho SH^2}{2}$   
 4)  $-\frac{\rho SgH^2}{2}$

- 8) Чему равна масса 2 моль неона?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

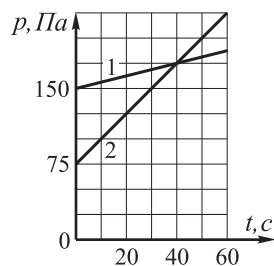
- 9) В закрытом сосуде находится газ под давлением 450 кПа. После открытия крана некоторое количество газа вышло наружу, при этом в сосуде установилось давление 90 кПа. Сколько процентов газа вышло наружу?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 10) Идеальный газ совершил работу 400 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 400 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 11) В двух закрытых сосудах одинакового объёма нагревают два различных газа — 1 и 2. На рисунке показаны зависимости давления  $p$  этих газов от времени  $t$ . Известно, что начальные температуры газов были одинаковы. Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента.



- 1) Количество вещества первого газа больше, чем количество вещества второго газа.

- 2) Так как по условию эксперимента газы имеют одинаковые объёмы, а в момент времени  $t = 40$  с они имеют и одинаковые давления, то температуры этих газов в этот момент времени также одинаковы.

- 3) В момент времени  $t = 40$  с температура газа 1 меньше температуры газа 2.

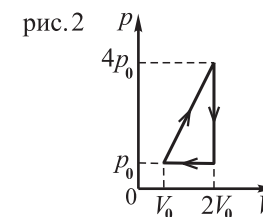
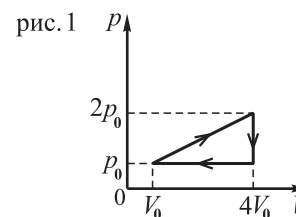
- 4) В процессе проводимого эксперимента не происходит изменения внутренней энергии газов.

- 5) В процессе проводимого эксперимента оба газа совершают положительную работу.

Ответ: 

--	--

- 12) На рисунке 1 представлен циклический процесс, происходящий с некоторым количеством одноатомного идеального газа. Затем этот цикл заменили на другой, график которого изображён на рисунке 2.



Как при этом изменятся количество теплоты, полученное газом за цикл, и КПД цикла? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

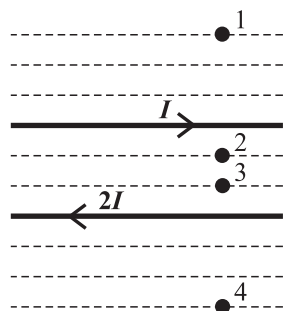
- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

количество теплоты, полученное газом за цикл	КПД цикла

13 На рисунке показаны два одинаковых тонких прямых провода, по которым текут токи в направлениях, показанных стрелками. Среди точек 1, 2, 3, 4 укажите те, в которых магнитное поле равно 0.

Ответ: \_\_\_\_\_



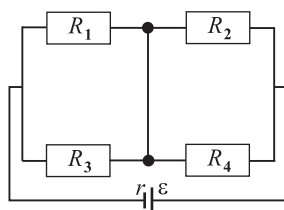
14 По катушке индуктивностью 5 мГн протекает постоянный ток 3 А. Чему равна энергия магнитного поля катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ мДж.

15 Замкнутая квадратная проволочная рамка со стороной 20 см находится в однородном магнитном поле так, что вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рамки. Модуль магнитной индукции увеличился пропорционально времени — на 4 Тл за 2 с. Определите, чему равна сила индукционного тока, если сопротивление рамки равно 25 Ом.

Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

16 На рисунке представлена цепь. Сопротивления резисторов:  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 14$  Ом, ЭДС источника  $\varepsilon = 36$  В, а его внутреннее сопротивление  $r = 4$  Ом. Выберите два верных утверждения о процессах в цепи.



- 1) Сила тока через резистор  $R_1$  равна 1 А.
- 2) Сила тока в цепи равна 3 А.
- 3) Полная мощность, выделяющаяся в цепи, составляет 24 Вт.
- 4) Мощность, выделяющаяся на резисторе  $R_2$ , равна 28 Вт.
- 5) Напряжение на резисторе  $R_1$  больше, чем на резисторе  $R_3$ .

Ответ:

17 Точечный заряд  $Q$  окружён сферической диэлектрической оболоч-

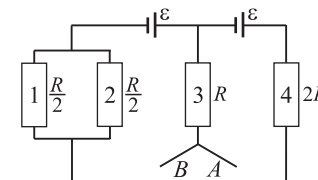
кой, внутренний радиус которой равен  $R_1 = 1$  м, а внешний —  $R_2 = 1,5$  м. Относительная диэлектрическая проницаемость оболочки  $\varepsilon > 1$ . В пространстве на расстоянии  $r_1 = 0,5$  м и  $r_2 = 2$  м от заряда  $Q$  определены две точки (1 и 2 соответственно). Как изменится напряжённость в точках 1 и 2 пространства, если сферическую диэлектрическую оболочку заменить на другую, с такой же диэлектрической проницаемостью, у которой внутренний радиус  $R_1 = 0,75$  м, а внешний —  $R_2 = 2,5$  м? Для каждой точки выберите соответствующее изменение напряжённости:

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

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

напряжённость в точке 1	напряжённость в точке 2

18 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух идеальных источников тока с одинаковыми ЭДС, равными  $\varepsilon$ , резисторов 1, 2, 3, 4 с заданными сопротивлениями (указаны на рисунке), и двух ключей А и В.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Сила тока, идущего через резистор 3, при замкнутом ключе А.
- Б) Сила тока, идущего через резистор 3, при замкнутом ключе В.

#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{2\varepsilon}{R}$
- 2)  $\frac{\varepsilon}{3R}$
- 3)  $\frac{4\varepsilon}{5R}$
- 4)  $\frac{5\varepsilon}{4R}$

Ответ: 

А	Б



19 Ядро  ${}_{84}^{216}\text{Po}$  образовалось в результате двух  $\alpha$ -распадов. Определите число протонов и нейтронов в атоме, из которого оно образовалось.

число протонов	число нейтронов

20 При переходе атома с уровня 2 на уровень 1 излучается фотон с длиной волны 300 нм, а при переходе атома с уровня 3 на уровень 2 излучается фотон с длиной волны 600 нм. Определите, чему равна длина волны фотона, поглощаемого атомом при переходе с уровня 1 на уровень 3.

Ответ: \_\_\_\_\_ нм.

21 Радиоактивное ядро испытало  $\beta$ -распад. Как изменились в результате этого массовое число ядра и число нейтронов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

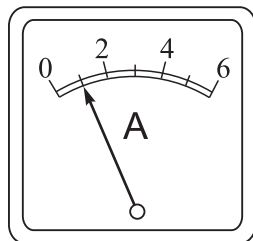
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

массовое число ядра	число нейтронов в ядре

22 В ходе лабораторной работы измеряли силу тока в цепи постоянного тока. Показания амперметра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления амперметра. Чему равна сила тока в цепи по результатам лабораторной работы?

Ответ: (\_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_) А.



В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Для проведения опыта по обнаружению зависимости жёсткости пружины от материала, из которого она сделана, ученику выдали пять пружин, параметры которых указаны в таблице. Какие две из этих пружин необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ пружины	Диаметр пружины	Начальная длина пружины	Материал пружины
1	1 мм	20 см	медь
2	0,5 мм	25 см	медь
3	1 мм	30 см	сталь
4	0,5 мм	25 см	сталь
5	1 мм	25 см	медь

В ответ запишите номера выбранных пружин.

Ответ:

24 Рассмотрите конфигурации нижней планеты. Выберите два верных утверждения.

- 1) Планеты, для которой характерны подобные конфигурации, удобно наблюдать в точках 1, 3.
- 2) Точка 3 для данной планеты – точка противостояния.
- 3) В восточной (точка 4) и западной (точка 2) элонгациях внутренние планеты находятся на минимальном угловом удалении от Солнца.
- 4) Меркурий и Венера могут проходить по диску Солнца.
- 5) Точка 1 – точка нижнего соединения, точка 3 – точка верхнего соединения.



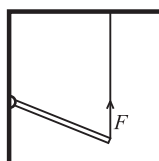
Ответ:

## Часть 2

25 Один из концов тонкого однородного стержня, имеющего массу

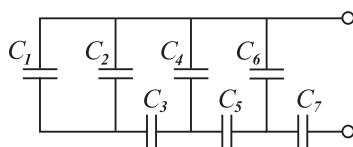
2 кг, прикреплен шарнирно к стене, а другой удерживается вертикальным канатом, прикрепленным к потолку. Найдите модуль силы натяжения каната  $F$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.



26 Определите ёмкость системы конденсаторов, изображённой на рисунке, если  $C_1 = C_2 = 3,25$  мкФ,  $C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = C_7 = 6,5$  мкФ.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ.

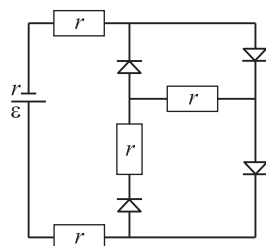


27 Линза с фокусным расстоянием  $F = 0,5$  м даёт на экране действительное изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от линзы до изображения?

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

28 В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность  $P$ . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



29 С какой начальной скоростью надо бросить вниз с высоты 3,55 м мяч, чтобы он после удара о землю подпрыгнул на высоту 2,7 м, если известно, что при ударе модуль импульса мяча уменьшается на 25%? Сопротивлением воздуха пренебречь.

30 В горизонтально расположенный гладкостенный цилиндр вставлены два поршня, соединённые пружиной, см. данный ниже рисунок. Между поршнями – вакуум. Под каждым поршнем находится одинаковое количество одноатомного идеального газа при температуре 300 К, при этом сжатие пружины составляет 10 см. Определите величину сжатия пружины после того, как температура под одним поршнем повысилась до 400 К, а под вторым – до 500 К.



31 Два одинаковых одноимённо заряженных пластиковых шарика подвешены на тонких нитях равной длины в одной точке. Нити расходятся на некоторый угол  $\alpha$ . Когда шарики погрузили в жидкость, этот угол не изменился. Определите плотность жидкости, в которую опустили шарики. Плотность пластика 1200 кг/м<sup>3</sup>, диэлектрическая проницаемость жидкости равна 2,5.

32 Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности пластины, если работа выхода электронов из данного металла составляет 1,4 эВ.

## Тест №20

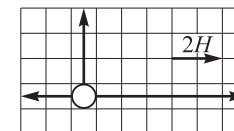
### Часть 1

1 Зависимость от времени для координаты тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , имеет вид:  $x(t) = 10 + 14t$ , где все величины выражены в единицах СИ. Определите, чему равна скорость тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2 На тело действуют три силы в направлениях, указанных на рисунке. Чему равна масса тела, если его ускорение равно 2 м/с<sup>2</sup>?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.



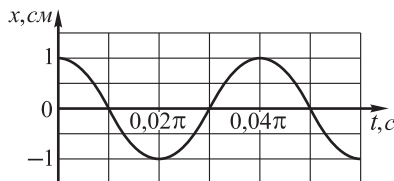
3) Брусок массой  $3m$  движется горизонтально и сталкивается с неподвижным бруском массой  $2m$ , после чего оба бруска продолжают движение в том же направлении и сталкиваются с ещё одним неподвижным бруском массой  $m$ . Определите первоначальную скорость первого бруска, если скорость третьего бруска после удара равна  $5$  м/с, а все удары абсолютно неупругие.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4) На какой глубине в пресном озере давление в 4 раза больше нормального атмосферного давления? Нормальное атмосферное давление принять равным  $100$  кПа.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

5) Маленький грузик массой  $25$  г, закреплённый на пружине, совершает гармонические колебания. График зависимости координаты  $x$  этого грузика от времени  $t$  изображён на рисунке.



Из приведённых ниже утверждений выберите **два** правильных.

1) В момент времени  $0,005\pi$  сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает отрицательную работу.

2) В момент времени  $0,025\pi$  сила упругости пружины, приложенная к грузу, совершает положительную работу.

3) Жёсткость пружина равна  $62,5$  Н/м.

4) Период колебаний равен  $0,02\pi$ .

5) Амплитуда колебаний грузика маятника равна  $2$  см.

Ответ:

6) Материальная точка движется по окружности радиуса  $R$ . Как изменится её угловая скорость и центростремительное ускорение, если линейная скорость точки уменьшится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

угловая скорость	центростремительное ускорение

7) Однородный шарик, радиус которого равен  $R$ , а масса  $m$ , подвесили на пружине и поместили эту систему в жидкость, плотность которой равна  $\rho$ , причём  $\rho$  меньше, чем плотность материала шарика. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) вес шарика

Б) выталкивающая сила, действующая на шарик

#### ФОРМУЛЫ

1)  $\pi R^3 \rho g$

2)  $\frac{4}{3} \pi R^3 \rho g$

3)  $mg - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g$

4)  $mg$

Ответ: 

А	Б

8) Какое количество вещества содержится в  $116$  граммах воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

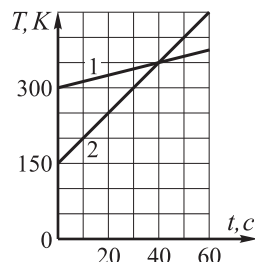
9) В закрытом сосуде находится газ под давлением  $200$  кПа. Какое давление установится в сосуде, если после открытия крана  $75\%$  массы газа выйдет наружу?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

10) Идеальный газ получил  $800$  Дж теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличилась на  $200$  Дж. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**11** В двух закрытых сосудах одинакового объёма нагревают два различных газа – 1 и 2. На рисунке показаны зависимости температуры  $T$  этих газов от времени  $t$ . Известно, что в начальный момент давление в сосудах было одинаковым. Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента.



1) Количество вещества первого газа больше, чем количество вещества второго газа.

2) Так как по условию эксперимента газы имеют одинаковые объёмы, а в момент времени  $t = 40$  с они имеют и одинаковую температуру, то давление в сосудах в этот момент времени одинаковое.

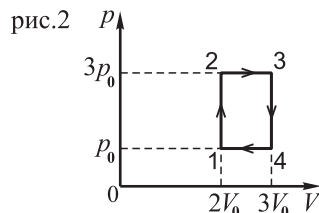
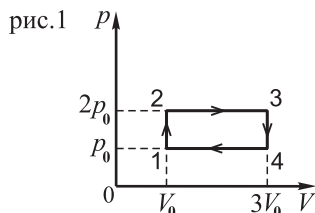
3) В момент времени  $t = 40$  с давление газа 1 меньше, чем давление газа 2.

4) В процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия обоих газов увеличивается.

5) В процессе проводимого эксперимента оба газа совершают положительную работу.

Ответ:

**12** На рисунке 1 представлен циклический процесс, происходящий с некоторым количеством одноатомного идеального газа. Затем этот цикл заменили на другой, график которого изображён на рисунке 2.



Как при этом изменятся количество теплоты, полученное газом за цикл, и КПД цикла? Для каждой величины определите соответствующий харак-

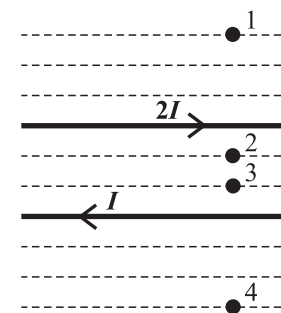
тер изменения: 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

количество теплоты, полученное газом за цикл	КПД цикла

**13** На рисунке показаны два одинаковых тонких прямых провода, по которым текут токи в направлениях, показанных стрелками. Среди точек 1, 2, 3, 4 укажите те, в которых магнитное поле равно 0.

Ответ: \_\_\_\_\_



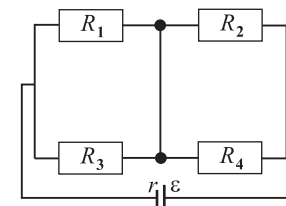
**14** Энергия магнитного поля катушки, по которой протекает ток 2 А, равна 8 мДж. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

**15** Замкнутая квадратная проволочная рамка со стороной 10 см в течение 2 с находилась в однородном магнитном поле так, что вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рамки. Сопротивление рамки равно 20 Ом, сила индукционного тока равна 2,5 мА. Определите, на сколько увеличился модуль магнитной индукции.

Ответ: \_\_\_\_\_ Тл.

**16** На рисунке представлена цепь. Сопротивления резисторов:  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 7$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 14$  Ом, ЭДС источника  $\varepsilon = 36$  В, а его внутреннее сопротивление  $r = 4$  Ом. Выберите **два** верных утверждения о процессах в цепи.



- 1) Сила тока через резистор  $R_2$  равна 2 А.
- 2) Сила тока через резистор  $R_4$  равна 2 А.
- 3) Общая мощность, выделяющаяся в цепи, составляет 24 Вт.
- 4) Мощность, выделяющаяся на резисторе  $R_3$ , составляет 10 Вт.
- 5) Напряжение на резисторе  $R_2$  больше, чем на резисторе  $R_4$ .

Ответ: 

--	--

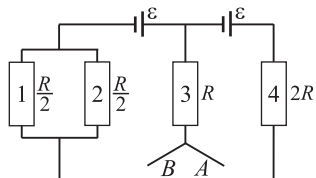
**17** Точечный заряд  $Q$  окружён сферической металлической оболочкой, внутренний радиус которой  $R_1 = 1$  м, а внешний —  $R_2 = 1,5$  м. В пространстве на расстоянии  $r_1 = 0,5$  м и  $r_2 = 2$  м от заряда  $Q$  определены две точки (1 и 2 соответственно). Как изменится напряжённость в точках 1 и 2, если сферическую металлическую оболочку заменить на другую, внешний радиус которой равен 2,5 м, а внутренний — 1,5 м? Для каждой точки выберите соответствующее изменение напряжённости:

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

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

напряжённость в точке 1	напряжённость в точке 2

**18** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух идеальных источников тока с одинаковыми ЭДС, равными  $\varepsilon$ , резисторов 1, 2, 3, 4 с заданными сопротивлениями (указаны на рисунке), и двух ключей  $A$  и  $B$ .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

## ФОРМУЛЫ

- А) Мощность, выделяющаяся на резисторе 3, при замкнутом ключе  $A$ .
- Б) Мощность, выделяющаяся на резисторе 3, при замкнутом ключе  $B$ .

- 1)  $\frac{\varepsilon^2}{9R}$
- 2)  $\frac{\varepsilon}{9R}$
- 3)  $\frac{16\varepsilon^2}{25R}$
- 4)  $\frac{5\varepsilon}{4R}$

Ответ: 

А	Б

**19** Ядро  ${}_{84}^{216}\text{Po}$  образовалось в результате трёх  $\alpha$ -распадов. Определите число протонов и нейтронов в атоме, из которого оно образовалось.

число протонов	число нейтронов

**20** Какую энергию нужно сообщить электрону, чтобы превратить атом водорода, находящийся в основном состоянии, в положительно заряженный ион?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

**21** Радиоактивное ядро испытало  $\alpha$ -распад. Как изменились в результате этого массовое число ядра и число нейтронов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

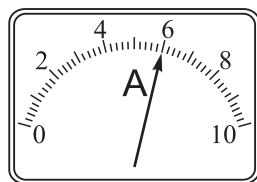
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин. Цифры в ответе могут повторяться.

массовое число ядра	число нейтронов в ядре

**22** В ходе лабораторной работы измеряли силу тока в цепи постоянного

тока. Показания амперметра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна цене деления амперметра. Чему равна сила тока в цепи по результатам лабораторной работы?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) А.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

**23** Для проведения опыта по обнаружению зависимости жёсткости пружины от её длины ученику выдали пять пружин, параметры которых указаны в таблице. Какие две из этих пружин необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

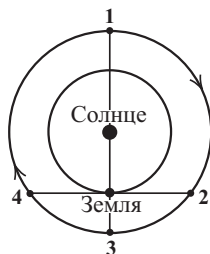
№ пружины	Диаметр пружины	Начальная длина пружины	Материал пружины
1	2 мм	20 см	медь
2	2 мм	25 см	медь
3	2,5 мм	30 см	сталь
4	2 мм	25 см	сталь
5	2,5 мм	30 см	медь

В ответ запишите номера выбранных пружин.

Ответ:

**24** Рассмотрите конфигурации верхней планеты. Выберите два верных утверждения.

- 1) Венера – верхняя планета.
- 2) Эту планету наиболее удобно наблюдать в точке 3.
- 3) Если планета находится в точках 2 и 4, то такая конфигурация называется противостоянием.
- 4) Время, в течение которого планета проходит последовательно между точками 1 – 2 – 3 – 4 – 1, называется синодическим периодом.



5) Верхние соединения Марса повторяются через 780 суток. Следовательно, синодический период Марса равен 780 суткам.

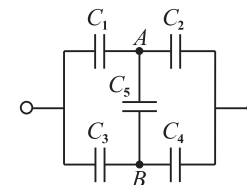
Ответ:

## Часть 2

**25** Однородная лестница опирается о гладкую вертикальную стену, образуя с ней угол  $\alpha$ . При каком минимальном значении  $\alpha$  лестница будет покоиться, если коэффициент трения между лестницей и полом равен 0,25? Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ °

**26** Определите ёмкость системы конденсаторов, изображённой на рисунке, если  $C_1 = C_3 = 2$  мкФ,  $C_2 = C_4 = 3$  мкФ,  $C_5 = 6$  мкФ.



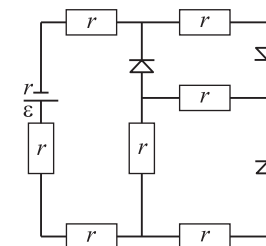
Ответ: \_\_\_\_\_ мкФ.

**27** Изображение светящейся точки находится на расстоянии 4 см от главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от линзы до изображения этой точки в 6 раз больше, чем фокусное расстояние линзы. Определите, на каком расстоянии от главной оптической оси линзы находится светящаяся точка.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

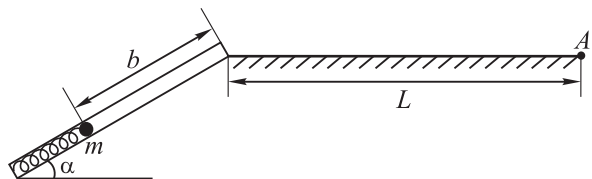
Для записи ответов на задания 28-32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

**28** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность  $P$ . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней

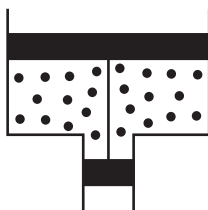


цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

**29** Пружинное ружьё наклонено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. При выстреле шарик массой  $m = 50$  г проходит по стволу ружья расстояние  $b = 0,5$  м, вылетает и падает на расстоянии  $L = 1$  м от дула ружья в точке А, находящейся с ним на одной высоте, см. рисунок. Найдите жёсткость пружины  $k$ , если величина сжатия взведённой пружины  $x = 9$  см.



**30** Гладкий вертикальный сосуд, имеющий две секции переменного сечения, открытый с двух сторон, содержит два поршня так, как показано на рисунке. Между поршнями содержится 1 моль идеального одноатомного газа. Поршни связаны тонкой нерастяжимой нитью. Суммарная масса поршней равна 5 кг, разность площадей поршней  $10 \text{ см}^2$ . Определите, на сколько нужно повысить температуру между поршнями, чтобы они сдвинулись вверх на 6 см. Атмосферное давление равно 1 атм.



**31** Два одноимённо заряженных шарика радиусом 1 см каждый подвешены на двух тонких нитях одинаковой длины  $l = 1$  м и помещены в жидкий диэлектрик. Шарiki расходятся на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Массы обоих шариков равны по 16 г, плотность диэлектрика равна  $800 \text{ кг/м}^3$ , а его диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 2$ . Определите заряд шариков.

**32** Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 510 нм. Определите, чему равен максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла равна 2 эВ.

## Глава II

## Решения

### Тест №15

**28.** Так как кусок льда со свинцом имеет массу, большую, чем кусок чистого льда того же объёма, то он глубже погружён в воду, чем чистый кусок льда, и вытесняет больший объём воды, чем тот, который займёт вода, образовавшаяся при таянии льда. Поэтому, когда лёд растает, уровень воды понизится (кусок свинца при этом упадёт на дно, но его объём останется прежним, и он непосредственно уровня воды не изменяет).

При наличии пузырьков воздуха лёд имеет массу, меньшую, чем сплошной кусок льда того же объёма, и, следовательно, погружён на меньшую глубину, чем сплошной кусок льда того же объёма. Однако поскольку массой воздуха можно пренебречь (по сравнению с массой льда), то кусок льда по-прежнему вытесняет воду, масса которой равна массе льда, и когда лёд растает, уровень жидкости не изменится (когда лёд растает, пузырьки поднимутся вверх и уйдут из воды).

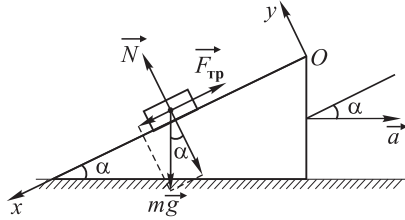
*Ответ:* в 1-ом — уменьшится, во 2-ом — не изменится.

**29. Дано:**  $\alpha = 30^\circ$ ;  $\mu = 0,6$ .

*Найти:*  $a$ .

## Решение.

Выберем систему координат  $xOy$  так, как показано на рисунке. На тело действуют три силы:  $m\vec{g}$  – сила тяжести,  $\vec{F}_{\text{тр}}$  – сила трения и  $\vec{N}$  – реакция опоры.



Т.к. по условию задачи тело неподвижно относительно плоскости, то оно движется с тем ускорением, которое сообщают наклонной плоскости.

Согласно второму закону Ньютона:  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$ .

В проекциях на координатные оси это уравнение запишется следующим образом:

$$Ox: mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = -ma \cos \alpha \quad (1).$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha = -ma \sin \alpha \quad (2).$$

Из уравнения (1):  $F_{\text{тр}} = mg \cdot \sin \alpha + ma \cdot \cos \alpha$ .

Из уравнения (2):  $N = mg \cdot \cos \alpha - ma \cdot \sin \alpha$ .

Максимальная сила трения:  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$ . Тогда:

$$\mu(mg \cdot \cos \alpha - ma \cdot \sin \alpha) = mg \cdot \sin \alpha + ma \cdot \cos \alpha,$$

$$\mu g \cos \alpha - \mu a \sin \alpha = g \sin \alpha + a \cos \alpha,$$

$$a(\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha) = g(\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha), \quad a = \frac{g(\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha},$$

$$a = \frac{g(\mu - \text{tg} \alpha)}{1 + \mu \cdot \text{tg} \alpha}, \quad a = \frac{10 \cdot (0,6 - 0,58)}{1 + 0,6 \cdot 0,58} = 0,17 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ:  $0,17 \text{ м/с}^2$ .

30. Дано:  $V, k, S, m, M, l$ .

Найти:  $T_2$ .

## Решение.

1. Для того, чтобы поршень поднялся, сжав, пружину на  $l$ , сила давления на него должна увеличиться на  $\Delta F = kl$ , а давление:

$$\Delta p = \frac{\Delta F}{S} = \frac{kl}{S} \quad (1).$$

2. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для газа при температурах  $T_1$  и  $T_2$ :  $p_1 V = \frac{m}{M} RT_1$ ,  $p_2(V + Sl) = \frac{m}{M} RT_2$ . Откуда:  $p_1 = \frac{mRT_1}{M \cdot V}$ ;  $p_2 = \frac{mRT_2}{M(V + Sl)}$ . Тогда:  $\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{mRT_2}{M(V + Sl)} - \frac{mRT_1}{M \cdot V}$ .

$$\text{Но } Sl \ll V, \text{ поэтому: } \Delta p = \frac{mRT_2}{M \cdot V} - \frac{mRT_1}{M \cdot V} \quad (2).$$

3. Приравняв правые части уравнений (1) и (2), получаем:

$$\frac{mRT_2}{M \cdot V} - \frac{mRT_1}{M \cdot V} = \frac{kl}{S}, \quad \frac{mRT_2}{M \cdot V} = \frac{kl}{S} + \frac{mRT_1}{M \cdot V}, \quad T_2 = T_1 + \frac{klMV}{mRS}.$$

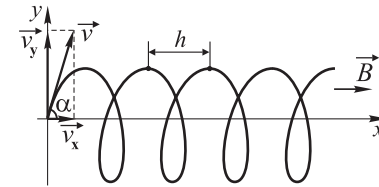
$$\text{Ответ: } T_1 + \frac{klMV}{mRS}$$

31. Дано:  $B = 100 \text{ мкТл} = 10^{-4} \text{ Тл}$ ;  $R = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ;

$$h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}.$$

Найти:  $v$ .

## Решение.



1. По условию задачи электрон движется по винтовой траектории. Такая траектория будет наблюдаться в том случае, когда скорость частицы  $\vec{v}$  образует с направлением магнитного поля угол  $\alpha$ , отличный от прямого. Проекции скорости  $\vec{v}$  на оси координат равны:

$$v_x = v \cdot \cos \alpha, \quad v_y = v \cdot \sin \alpha.$$

2. Сила Лоренца, действующая на электрон:  $F = evB \cdot \sin \alpha$ , где  $e$  – заряд электрона. По второму закону Ньютона:

$$F = \frac{mv_y^2}{R}, \quad evB \cdot \sin \alpha = \frac{mv_y^2}{R}, \quad evB \cdot \sin \alpha = \frac{mv^2 \sin^2 \alpha}{R},$$

$$\sin \alpha = \frac{eBR}{mv} \quad (1), \quad R = \frac{mv \sin \alpha}{eB} \quad (2), \quad \text{где } m \text{ – масса электрона.}$$

3. Шаг винта – это расстояние, на которое сместится электрон вдоль силовой линии поля за время, равное периоду  $T$ , т.е.  $h = v_x \cdot T = v \cos \alpha \cdot T$ ,

$$T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi}{v \sin \alpha} \cdot \frac{mv \sin \alpha}{eB} = \frac{2\pi m}{eB}, \quad \text{Тогда: } h = v \cos \alpha \cdot \frac{2\pi m}{eB},$$



$$\cos \alpha = \frac{eBh}{2\pi m v} \quad (3).$$

4. Используя основное тригонометрическое тождество

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1,$$

а также формулы (1) и (3), получаем:  $\frac{e^2 B^2 R^2}{m^2 v^2} + \frac{e^2 B^2 h^2}{4\pi^2 m^2 v^2} = 1.$

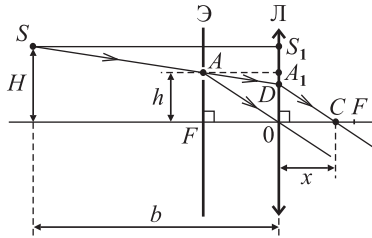
$$\text{Отсюда: } v = \frac{eB}{m} \cdot \sqrt{R^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}}, \quad v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-4}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \sqrt{25 \cdot 10^{-4} + \frac{0,04}{4\pi^2}} = 10^6 \text{ (м/с)}.$$

Ответ:  $10^6$  м/с.

32. Дано:  $H = 5$  см;  $h = 4$  см;  $x = 16$  см;  $F = 20$  см.

Найти:  $b$ .

Решение.



1.  $SA$  – падающий луч,  $DC$  – преломлённый луч.

Пучок лучей, параллельный любой побочной оптической оси, даёт изображение в фокальной плоскости собирающей линзы. Поэтому  $AO \parallel CD$ .

$$\text{Отсюда: } \frac{AF}{FO} = \frac{OD}{OC} \text{ или } \frac{h}{F} = \frac{OD}{x}, \quad OD = \frac{h \cdot x}{F} \quad (1).$$

2. Из подобия треугольников  $SS_1D$  и  $AA_1D$ :

$$\frac{SS_1}{S_1D} = \frac{AA_1}{A_1D}, \quad \frac{b}{H - OD} = \frac{F}{h - OD}, \quad b = \frac{F(H - OD)}{h - OD} \quad (2).$$

С учётом (1) равенство (2) принимает вид:

$$b = \frac{F \cdot (H - \frac{h \cdot x}{F})}{h - \frac{h \cdot x}{F}} = \frac{FH - hx}{hF - hx} \cdot F = \frac{H - \frac{x}{F}}{1 - \frac{x}{F}} \cdot F.$$

$$\text{Отсюда: } b = \frac{\frac{5}{4} - \frac{16}{20}}{1 - \frac{16}{20}} \cdot 20 = \frac{1,25 - 0,8}{1 - 0,8} \cdot 20 = \frac{0,45 \cdot 20}{0,2} = 45 \text{ (см)}.$$

Ответ: 45 см.

### Тест №17

28. Сопротивление проводника находится по формуле:  $R = \frac{\rho l}{S}$ , где  $S$  – площадь поперечного сечения проводника,  $l$  – длина проводника,  $\rho$  – удельное сопротивление.

По условию задачи  $S_1 > S_2$ .

Т.к. лампы подключены параллельно, то к ним подведено одинаковое напряжение. Согласно закону Джоуля-Ленца количество теплоты, выделившееся в проводнике равно:  $Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ . Тогда:  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{U^2 t}{R_1} \cdot \frac{R_2}{U^2 t} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{S_1}{S_2}$ . Т.к.  $S_1 > S_2$ , то  $Q_1 > Q_2$ . Следовательно, первая лампа будет гореть ярче.

Ответ: первая.

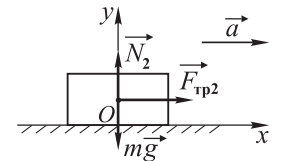
29. Дано:  $M = 1$  кг;  $m = 0,5$  кг;  $\mu_1 = 0,2$ ;  $\mu_2 = 0,35$ .

Найти:  $F$ .

Решение.

1. Для того, чтобы меньший брусок оставался в покое относительно большего, необходимо, чтобы бруски двигались с одним ускорением.

Сделаем рисунок с указанием всех сил, действующих на меньший брусок.



Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$  инерциальной системы отсчёта  $Oxy$ , связанной с Землёй:

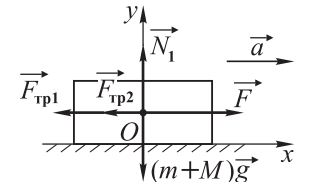
$$\begin{cases} Ox: & F_{\text{тр}2} = ma \\ Oy: & N_2 - mg = 0. \end{cases}$$

Учитывая, что  $F_{\text{тр}2} = \mu_2 N$ , получим:

$$\mu_2 N = ma, \quad \mu_2 mg = ma, \quad a = \mu_2 g \quad (1).$$

2. Сделаем рисунок с указанием всех сил, действующих на больший брусок. Второй закон Ньютона в проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$ :

$$\begin{cases} Ox: & F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} = Ma \\ Oy: & N_1 - (m + M)g = 0. \end{cases}$$



Учитывая (1) и то, что  $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1$ , получим:

$$F - \mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 = Ma,$$

$$F - \mu_1 \cdot (m + M)g - \mu_2 \cdot mg = \mu_2 g M,$$

$$F = \mu_1 g \cdot (m + M) + \mu_2 g \cdot (m + M),$$

$$F = g(m + M)(\mu_1 + \mu_2).$$

Подставив числовые данные, получим:  $F = 10 \cdot 1,5 \cdot 0,55 = 8,25$  (Н).

Ответ: 8,25 Н.

30. Дано:  $V_1 = 0,1 \text{ м}^3$ ;  $V_2 = 0,2 \text{ м}^3$ ;  $V_3 = 0,04 \text{ м}^3$ ;  
 $p_1 = 200 \text{ кПа} = 200 \cdot 10^3 \text{ Па}$ ;  $T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ К}$ .

Найти:  $p'$ .

Решение.

После удаления перегородок температура азота и его масса не изменились. Применим уравнение закона Бойля-Мариотта:

$$p_1 V_1 = p' \cdot V',$$

где  $p'$  – парциальное давление азота после удаления перегородок,  
 $V' = V_1 + V_2 + V_3$  – объём, который займёт азот.

Отсюда  $p' = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2 + V_3}$ ,  $p' = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 0,2}{0,34} = 117647$  (Па) = 117,6 (кПа).

Ответ: 117,6 кПа.

31. Дано:  $\varepsilon = 8 \text{ В}$ ;  $r = 4 \text{ Ом}$ ;  $2 \leq R \leq 5 \text{ Ом}$ .

Найти:  $P_{\max}$ .

Решение.

1. Мощность внутренней цепи:  $P = I^2 \cdot r$ , где  $I$  – сила тока в цепи,  $r$  – внутреннее сопротивление источника тока. Согласно закону Ома для полной цепи:  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ . Тогда  $P = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} \cdot r$ .

2. Для того, чтобы выяснить, при каком сопротивлении реостата  $R$  мощность внутренней цепи будет наибольшей, заметим, что функция  $P(R) = \frac{\varepsilon^2 r}{(R + r)^2}$  является убывающей и примет наибольшее значение при наименьшем значении сопротивления реостата, т.е. при  $R = 2 \text{ Ом}$ . Следовательно,  $P_{\max} = \frac{8^2 \cdot 4}{(2 + 4)^2} = \frac{64 \cdot 4}{36} = 7,1$  (Вт).

Ответ: 7,1 Вт.

32. Дано:  $B = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ .

Найти:  $\nu$ .

Решение.

На ускоренно движущийся электрон в магнитном поле действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение:

$$e v B = \frac{m_e v^2}{R}, \quad R = \frac{m_e v}{e B},$$

где  $m_e$  – масса электрона,  $e$  – заряд электрона,  $v$  – скорость движения электрона по окружности радиуса  $R$ .

Частота обращения:  $\nu = \frac{v}{2\pi R}$ ,  $\nu = \frac{e B}{2\pi m_e}$ .

Подставив числовые данные, получим:

$$\nu = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ (Гц)}.$$

Ответ:  $1,7 \cdot 10^7$  Гц.

## Тест №19

28. 1. При подключении источника тока так, как показано на рисунке, внешнее сопротивление цепи равно:  $R_1 = 3r$ . Согласно закону Ома для полной цепи сила тока равна:  $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{\varepsilon}{4r}$ . Тогда мощность, выделяющаяся во внешней цепи:  $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{\varepsilon^2}{16r^2} \cdot 3r = \frac{3\varepsilon^2}{16r}$  (1).

2. При изменении полярности источника тока:

$$R_2 = 2r, \quad I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{\varepsilon}{3r}, \quad P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{\varepsilon^2}{9r^2} \cdot 2r = \frac{2\varepsilon^2}{9r}$$
 (2).

Т.к.  $\frac{P_2}{P_1} > 1$ , то  $P_2 > P_1$ , т.е. мощность увеличится.

Ответ: увеличится.

29. Дано:  $h_0 = 3,55 \text{ м}$ ;  $h = 2,7 \text{ м}$ ;  $p_2 = 0,75 p_1$ .

Найти:  $v_0$ .

Решение.

1. Согласно закону сохранения энергии  $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$ , где  $v_1$  – скорость мяча в момент удара о землю. Отсюда:  $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$  (1).

2. По условию задачи модуль импульса мяча уменьшается на 25%, т.е.  $p_2 = 0,75p_1$ , значит:  $v_2 = 0,75v_1 = \frac{3}{4} \cdot \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$  (2), где  $v_2$  – скорость, с которой мяч отскочил от земли.

3. При движении мяча вверх его полная механическая энергия сохраняется, т.е.  $\frac{mv_2^2}{2} = mgh$ ,  $v_2^2 = 2gh$ . Учитывая формулу (2), получаем:

$$\frac{9}{16}(v_0^2 + 2gh_0) = 2gh, \quad v_0^2 + 2gh_0 = \frac{32}{9}gh,$$

$$v_0^2 = \frac{32}{9}gh - 2gh_0, \quad v_0 = \sqrt{2g\left(\frac{16}{9}h - h_0\right)}.$$

Подставляя числовые данные, получим:  $v_0 = \sqrt{20 \cdot \left(\frac{16}{9} \cdot 2,7 - 3,55\right)} = 5$  (м/с).

Ответ: 5 м/с.

30. Дано:  $T_0 = 300$  К;  $T_1 = 400$  К;  $T_2 = 500$  К;  $x_0 = 10$  см = 0,1 м;  
 $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ .

Найти:  $x$ .

Решение.

1. Согласно закону сохранения энергии внутренняя энергия газов равна потенциальной энергии деформированной пружины, т.е.  $\frac{kx_0^2}{2} = U_1 + U_2$ , где  $x_0$  – начальное сжатие пружины. Т.к. внутренняя энергия идеального одноатомного газа находится по формуле  $U = \frac{3}{2}\nu RT$ , и учитывая, что в начальном положении  $T = T_0$ , получаем:  $\frac{kx_0^2}{2} = 3\nu RT_0$  (1).

2. После того, как температура газов повысилась

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) \quad (2),$$

где  $x$  – конечное сжатие пружины.

3. Разделив уравнение (2) на уравнение (1), получим:

$$\frac{x^2}{x_0^2} = \frac{T_1 + T_2}{2T_0}, \quad x = x_0 \cdot \sqrt{\frac{T_1 + T_2}{2T_0}}.$$

Подставив числовые данные, получим:

$$x = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{900}{600}} = 0,122 \text{ (м)} = 12,2 \text{ (см)}.$$

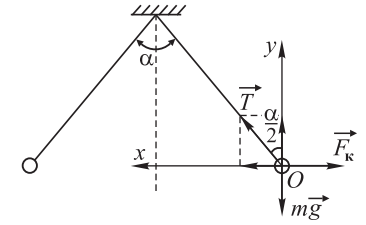
Ответ: 12,2 см.

31. Дано:  $\rho_{\text{пл}} = 1200$  кг/м<sup>3</sup>;  $\varepsilon = 2,5$ .

Найти:  $\rho_{\text{ж}}$ .

Решение.

1. Выберем систему координат  $xOy$ , связанную с шариком так, как показано на рисунке справа. На шарик, находящийся в воздухе, действуют сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила натяжения нити  $\vec{T}$  и кулоновская сила  $\vec{F}_k$ . В положении, когда нити разошлись на угол  $\alpha$ , шарик не движется, значит,  $\vec{F}_k + m\vec{g} + \vec{T} = 0$ .

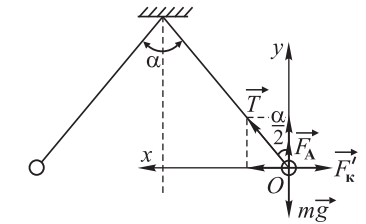


В проекциях на выбранные оси это уравнение примет вид:

$$\begin{cases} Ox: T \cdot \sin \frac{\alpha}{2} - F_k = 0 \\ Oy: T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} - mg = 0. \end{cases} \quad \text{Откуда: } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{F_k}{mg} \quad (1).$$

2. Когда шарик погрузили в жидкость, кулоновская сила уменьшилась в  $\varepsilon$  раз, и на него начала действовать ещё и архимедова сила  $\vec{F}_A$ . Тогда:

$$\begin{cases} Ox: T \cdot \sin \frac{\alpha}{2} - F'_k = 0 \\ Oy: T \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + F_A - mg = 0. \end{cases}$$



Откуда:  $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{F'_k}{mg - F_A}$  (2).

Учитывая, что  $F'_k = \frac{F_k}{\varepsilon}$  и  $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot \frac{m}{\rho_{\text{пл}}}$ , получим:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{F_k}{\varepsilon \left( mg - mg \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{пл}}} \right)} = \frac{F_k}{\varepsilon mg \left( 1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{пл}}} \right)} \quad (3).$$

3. Т.к. шарики в обоих случаях разошлись на один и тот же угол, то:  $\frac{F_k}{mg} = \frac{F'_k}{\varepsilon mg \left( 1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{пл}}} \right)}$ . Откуда  $\rho_{\text{ж}} = \frac{\rho_{\text{пл}}(\varepsilon - 1)}{\varepsilon}$ . Подставив числовые данные, получим:  $\rho_{\text{ж}} = \frac{1200(2,5 - 1)}{2,5} = 720$  (кг/м<sup>3</sup>).

Ответ: 720 кг/м<sup>3</sup>.

32. Дано:  $\lambda = 500 \text{ нм} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ;  $A_B = 1,4 \text{ эВ} = 2,24 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .

Найти:  $v$ .

Решение.

Воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_B + E_K,$$

где  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  – частота света,

$A_B$  – работа выхода электронов с поверхности металла,

$E_K = \frac{m_e v^2}{2}$  – максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

Тогда:  $\frac{hc}{\lambda} = A_B + \frac{m_e v^2}{2}$ , где  $m_e$  – масса электрона. Отсюда:

$$v = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left( \frac{hc}{\lambda} - A_B \right)}.$$

Подставив числовые данные, получаем:

$$v = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left( \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9}} - 2,24 \cdot 10^{-19} \right)} = 615 \cdot 10^3 \text{ (м/с)} = 615 \text{ (км/с)}.$$

Ответ: 615 км/с.

### Ответы к заданиям 25 – 32

№	25	26	27	28	29	30	31	32
14	2,1	0,48	57	слева – справа +	5 см	1,375	23 Ом	6,2 мкм
15	25	1,2	56	в 1-ом – уменьш.; во 2-м – не измен.	0,17 м/с <sup>2</sup>	$T_1 + \frac{k l M V}{m R S}$	10 <sup>6</sup> м/с	45 см
16	41	1	1,36	в 1-ом – уменьш.; во 2-м – увелич.	$\frac{M+m}{M} \times$ $\times g \sin \alpha$	$2,5 p_0 S b +$ $+ 2 k b^2 +$ $+ 1,5 k L b$	$r = 1 \text{ см}$ $h = 11 \text{ см}$	200
17	304	6,75	15	первая	8,25 Н	117,6 кПа	7,1 Вт	1,7 · 10 <sup>7</sup> Гц
18	500	6	4,5	первая	10 кг	669 К	15 В, 1,5 Ом	6 · 10 <sup>-4</sup> Тл
19	10	4	2,5	увели- чится	5 м/с	12,2 см	720 кг/м <sup>3</sup>	615 км/с
20	27	2,4	0,8	умень- шится	103,4 Н/м	1,08 К	4 мкКл	3,5 · 10 <sup>-25</sup> кг · м/с
21	2	28,75	5	увели- чились	0,19 м	8,3%	412,6 Н	0,655 Тл
22	2	234,2	3,3	увели- чились	151,7 Н	15,4%	118,8 Н	7,4 МэВ
23	8	1838	7,5	не изме- нится	22,36 Н	$\left( p_0 + \frac{mg}{S} \right) \times$ $\times 5 S l_0 / 2$	31,25 мТл	760 нм
24	1,8	0,05	16	во 2-ом	0,33 Н	0,3 м	18°	11,4 см
25	25	1,3	8	1-ый «–» 2-ой «+»	15 Н	20%	3,33 Вт	1356 м
26	10	207	12	оба «–»	1/3	50%	97,5 Вт	3 мА