



В.Д. Кочетов  
М.П. Сенина

# ФИЗИКА

## ЕГЭ 2020

26 тестов по новой Демоверсии

+ Решения

**НАРОДНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ**

*В.Д. Кочетов,*

*М.П. Сенина*

# ФИЗИКА

## ЕГЭ 2020

- ✓ *26 тестов по новой Демоверсии ЕГЭ 2020*
- ✓ *Решения задач с развёрнутым ответом  
всех нечётных тестов*

Издатель Мальцев Д.А.  
Ростов-на-Дону

---

Народное образование  
Москва  
2020

ББК 22.1  
Ф 50

**Авторы:** *В.Д. Кочетов, М.П. Сенина*

Ф 50 **Физика. ЕГЭ 2020** / В.Д. Кочетов, М.П. Сенина — Ростов н/Д: Издатель Мальцев Д.А.; М.: Народное образование, 2020. — 304 с.

ISBN 978-5-87953-534-1

В данном пособии представлены 26 тестов по новой Демоверсии ЕГЭ 2020. Все тесты попарно подобны — тест № 2 подобен тесту № 1, тест № 4 подобен тесту № 3, и т.д.

В главе II приведены полные решения заданий с развёрнутым ответом для всех тестов с нечётными номерами (т.е. решения тестов № 1, № 3, № 5 и т.д.).

Регулярные занятия по этому пособию помогут учащимся освоить школьный курс физики на более глубоком уровне, что, в свою очередь, будет способствовать успешной сдаче итогового экзамена — ЕГЭ по физике.

ISBN 978-5-87953-534-1

ББК 22.1

© ИП Мальцев Д.А., 2019

# Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
<b>Справочные данные</b> .....	<b>7</b>
<b>Глава I. Учебно-тренировочные тесты</b> .....	<b>9</b>
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 .....	253
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 7 .....	257
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 9 .....	260
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 11 .....	263
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 13 .....	267
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 15 .....	270
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 17 .....	274
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 19 .....	278
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 21 .....	281
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 23 .....	285
Решение заданий с развёрнутым ответом теста № 25 .....	289
<b>Ответы</b> .....	<b>293</b>

# Введение

## О структуре экзаменационной работы и оценивании результатов

В 2020 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), двух или трёх цифр (задание №24). Часть 2 содержит восемь заданий, объединённых общим видом деятельности — решение задач. Из них два задания с кратким ответом (№25, №26) и шесть заданий, для которых необходимо привести развёрнутое решение (№27–№32).

Поясним некоторые термины, связанные с оцениванием результатов ЕГЭ. «Первичные баллы» — баллы, выставяемые за каждое выполненное задание. «Сертификационный балл» — балл, выставяемый в свидетельство о сдаче ЕГЭ.

За каждое верно выполненное задание с кратким ответом выставяется 1 первичный балл, если ответом является число, слово или пара чисел, и до 2 первичных баллов, если ответом является пара цифр или три цифры (задание №24). При этом 2 балла выставяются в том случае, если верно указаны все элементы ответа, а 1 балл — если верным является один элемент ответа (в задании №24 — два из трёх элементов ответа). Максимальный первичный балл за задания с развёрнутым ответом составляет 3 балла (задания №27, №29–№32) и 2 балла (задание №28). Таким образом, максимальное число первичных баллов, которое может получить выпускник, составляет 53 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 16 заданий), и 17 баллов за шесть заданий с развёрнутым ответом.

План экзаменационной работы 2020 года несколько изменился по сравнению с планом работы 2019 года. Расчётная задача по механике, которая ранее была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом (№25), теперь предлагаается для развёрнутого решения (№28) и оценивается максимально в 2 балла. Таким образом, число заданий с развёрнутым ответом увеличилось с 5 до 6, а максимальный первичный балл — с 52 до 53 баллов.

Таблица перевода первичных баллов в сертификационные

Перв. балл	Сертиф. балл	Перв. балл	Сертиф. балл	Перв. балл	Сертиф. балл
1	3	19	45	37	70
2	6	20	46	38	72
3	9	21	48	39	74
4	12	22	49	40	76
5	15	23	50	41	78
6	18	24	51	42	80
7	21	25	53	43	81
8	24	26	54	44	83
9	27	27	55	45	85
10	30	28	56	46	87
11	33	29	58	47	89
12	36	30	59	48	91
13	38	31	60	49	93
14	39	32	61	50	95
15	40	33	63	51	97
16	41	34	64	52	99
17	43	35	66	53	100
18	44	36	68		

### 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 (№27–№32) приведены во второй главе данной книги. Если же возникает вопрос по одному из заданий №1–№26, 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	$0 \text{ К} = -273^\circ \text{С}$
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	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протон	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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



# Глава I

## Учебно-тренировочные тесты

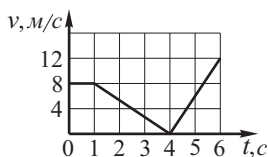
*Если вы хотите научиться плавать, то смело входите в воду, а если хотите научиться решать задачи — решайте их.*

*Д. Пойа.*

### Тест №1

#### Часть 1

**1** Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость скорости точки от времени:  $v = v(t)$ . Определите проекцию ускорения точки в момент времени  $t = 5$  с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

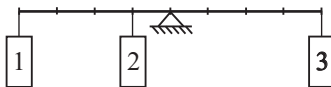
**2** Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды.  $R_1$  и  $R_2$  — радиусы орбит первой и второй планет соответственно. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза меньше, чем для второй. Найдите отношение радиусов  $\frac{R_1}{R_2}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

**3** Спортсмен поднял гирию массой 16 кг на высоту 2 м. Найдите изменение потенциальной энергии гири.

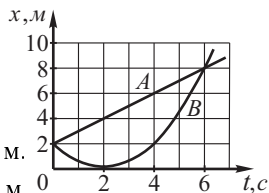
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**4** Рычаг, который представляет собой однородный стержень, находится в равновесии. К нему подвешено три груза так, как показано на рисунке. Масса первого груза равна 1 кг, масса второго — 2 кг. Какова масса третьего груза?



Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5) На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени двух тел  $A$  и  $B$ , движущихся вдоль оси  $Ox$ . На основании этих графиков выберите два верных утверждения.



- 1) За первые 6 с движения тело  $A$  прошло путь 8 м.
- 2) За первые 4 с движения тело  $B$  прошло путь 4 м.
- 3) Тело  $B$  двигалось с постоянным ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Тело  $B$  двигалось с постоянным ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Скорость тела  $A$  постоянна и равна  $2 \text{ м/с}$ .

Ответ:

--	--

6) Небольшое тело брошено горизонтально с некоторой высоты. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как изменятся дальность полёта и ускорение тела, если при неизменной высоте уменьшить начальную скорость 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.

дальность полёта	ускорение тела

7) Мальчик, скатившись на санках с гладкой горки, проехал по горизонтальной дороге путь  $S$  за время  $t$ . 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) коэффициент трения при движении по горизонтальной дороге  
 Б) высота горки

### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{2S}{gt^2}$
- 2)  $\frac{gt^2}{2}$

Ответ: 

А	Б

3)  $\frac{2S^2}{gt^2}$

4)  $\frac{gt^2}{2S}$

- 8** Определите количество молекул, содержащихся в кислороде массой 16 г.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>23</sup>

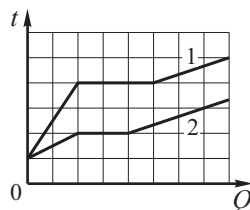
- 9** КПД идеальной тепловой машины 30%. За цикл она совершает полезную работу, равную 1200 Дж. Какое количество теплоты за цикл получает машина от нагревателя?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 10** В одном кубическом метре воздуха в комнате при температуре 25°С находится 13,8 г водяных паров. Определите относительную влажность воздуха в комнате, если плотность насыщенного водяного пара при данной температуре равна 23 г/м<sup>3</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 11** На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. На основании анализа этих графиков выберите **два** верных утверждения.

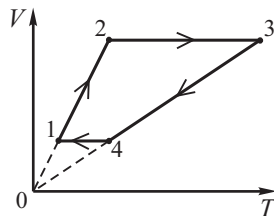


- 1) Удельная теплоёмкость первого тела в твёрдом состоянии в 3 раза меньше, чем у второго тела.
- 2) Удельная теплота плавления первого тела меньше, чем удельная теплота плавления второго тела.
- 3) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем второго тела.
- 4) В жидком агрегатном состоянии тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость.
- 5) Удельная теплоёмкость второго тела в жидком агрегатном состоянии больше, чем у первого тела.

Ответ: 

--	--

**12** 1 моль идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого приведён на рисунке. Установите соответствие между участками цикла и физическими величинами, соответствующими этим участкам, если  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии газа,  $A$  – работа газа.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А)  $\Delta U < 0$ ,  $A = 0$

Б)  $\Delta U > 0$ ,  $A > 0$

Ответ:

А	Б

### УЧАСТОК ЦИКЛА

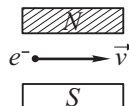
1) 1 – 2

2) 2 – 3

3) 3 – 4

4) 4 – 1

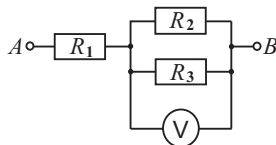
**13** Электрон  $e^-$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтальную скорость  $\vec{v}$ . Как направлена сила Лоренца, действующая на электрон?



Ответ: \_\_\_\_\_

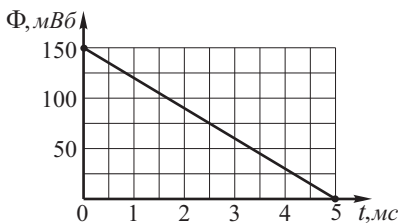
**14** Напряжение на участке  $AB$  равно 90 В. Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если  $R_1 = R_2$ , а  $R_3 = 4R_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

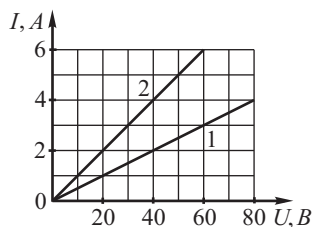


**15** На графике приведена зависимость магнитного потока  $\Phi$  через замкнутый проводящий контур от времени  $t$ . Определите по графику модуль электродвижущей силы  $\varepsilon_i$ , возникающей в контуре.

Ответ: \_\_\_\_\_ В.



**16** На рисунке представлены графики зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  для двух проводников, выполненных из одного и того же материала, площадью поперечного сечения  $0,5 \text{ мм}^2$  каждый. Длина первого проводника  $100 \text{ м}$ . На основании графика выберите два верных утверждения.



- 1) Удельное сопротивление материала, из которого сделаны проводники, равно  $10 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
- 2) Удельное сопротивление материала, из которого сделаны проводники, равно  $0,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
- 3) Длина второго проводника  $200 \text{ м}$ .
- 4) Длина второго проводника  $50 \text{ м}$ .
- 5) Сопротивление второго проводника в 2 раза больше, чем первого.

Ответ:

--	--

**17** С помощью тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  получают изображение предмета, находящегося на расстоянии  $1,5F$  от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и размер изображения, если, не изменяя расположение предмета, заменить эту линзу на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием  $\frac{5}{4}F$ ? 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.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

**18** Двум металлическим пластинам площадью  $S$  каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды  $+q$  и  $-q$ . Пластины расположили на малом расстоянии  $d$  друг от друга. 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) Напряжённость электрического поля между пластинами.  
 Б) Энергия электрического поля, заключённого между пластинами.

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $\frac{\varepsilon_0 S}{d}$   
 2)  $\frac{qd}{\varepsilon_0 S}$   
 3)  $\frac{q^2 \cdot d}{2\varepsilon_0 S}$   
 4)  $\frac{q}{\varepsilon_0 S}$

Ответ:

А	Б

**19** По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число протонов и нейтронов в ядре атома железа.

Fe	26
железо	55,847

число протонов	число нейтронов

**20** Длина волны рентгеновского излучения равна  $10^{-10}$  м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения больше энергии фотона видимого света длиной волны 500 нм?

Ответ: \_\_\_\_\_

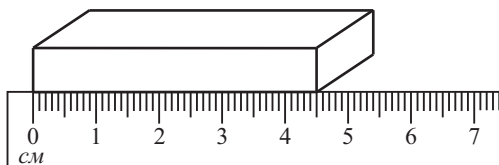
**21** В опытах по изучению фотоэффекта фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался зелёный светофильтр, а во второй – жёлтый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменяются частота света и работа выхода электронов с поверхности фотокатода при переходе от первой серии опытов ко второй? 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.

Частота света	Работа выхода

**22** С помощью сантиметровой линейки измеряют длину бруска. Запишите результат измерения, учитывая, что погрешность равна цене деления. Ответ приведите в сантиметрах.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) см.

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

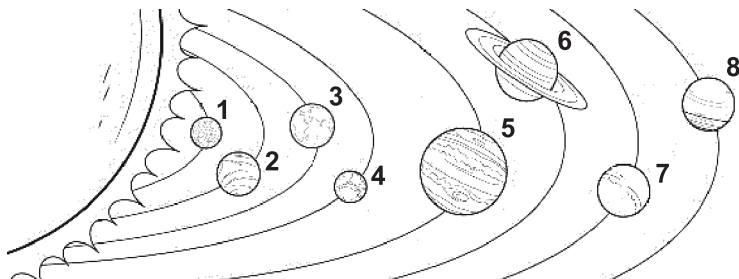
**23** Необходимо провести исследование зависимости частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки. Параметры колебательных контуров приведены в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять, чтобы провести данное исследование?

№ колебательного контура	Емкость конденсатора	Индуктивность катушки
1	12 пФ	1,2 мГн
2	0,8 мкФ	0,14 мГн
3	1 мкФ	1,0 мГн
4	120 пФ	1,4 мГн
5	12 пФ	1,0 мГн

Запишите в ответ номера выбранных контуров.

Ответ:

**24** На рисунке представлена схема Солнечной системы. Планеты на этой схеме обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений два верных, и укажите их номера.



- 1) Масса планеты 3 примерно равна массе планеты 7.
- 2) Масса любой из планет 5–8 превышает массы планет 1–4, вместе взятых.
- 3) Планета 1 – это Марс.
- 4) Количество естественных спутников планеты 4 в два раза больше количества естественных спутников планеты 3.
- 5) Планета 5 имеет бóльшую плотность, чем планета 2.

Ответ:

### Часть 2

**25** В калориметре находится лёд при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . После добавления в калориметр 1100 г воды часть льда массой 210 г растаяла. Найдите первоначальную температуру воды.

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

**26** На дифракционную решётку падает нормально свет с частотой  $8 \cdot 10^{14}$  Гц. За решёткой расположена собирающая линза с фокусным расстоянием 24 см, при этом на экране наблюдается чёткая дифракционная картина. Расстояние между максимумами первого и второго порядка



равно 9 мм. Найдите период решётки.

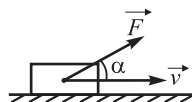
Ответ: \_\_\_\_\_ мкм.

**Для записи ответов на задания 27—32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.**

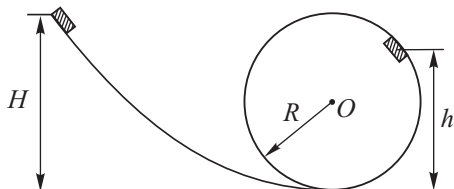
**27** Колебательный контур подсоединили к источнику переменного напряжения, частота которого  $\omega_i = 2 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ . Ёмкость конденсатора колебательного контура можно менять в пределах  $2 \text{ нФ} < C < 0,1 \text{ мкФ}$ , а индуктивность катушки постоянна и равна  $L = 0,04 \text{ Гн}$ . Ученик, постепенно уменьшая ёмкость конденсатора от максимального значения, обнаружил, что в определённый момент амплитуда силы тока в контуре достигла наибольшего значения, а затем стала убывать.

Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

**28** Тело массой 10 кг движется по горизонтальному столу. На тело действует сила  $\vec{F}$ , равная 50 Н и направленная вверх под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рис.). Каков модуль силы трения, если коэффициент трения между телом и столом равен 0,2?



**29** Небольшая шайба массой 1 кг соскальзывает с высоты  $H$  по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» (см. рис.). На высоте  $h = 2,5 \text{ м}$  от нижней точки петли шайба давит на её стенку с силой  $F = 2,5 \text{ Н}$ . Определите высоту горки  $H$ , если радиус петли  $R = 2 \text{ м}$ .



**30** Винни-Пух решил проверить, кто так громко жужжит на верхушке высокого-превысокого дуба, поднявшись в воздух на воздушных шарах с гелием. Известно, что масса Винни-Пуха 10 кг, температура окружающего

воздуха  $28^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление нормальное. Учтявая, что объём одного шара 20 л, найдите, сколько шаров потребуется для такого путешествия. Массой оболочки шаров и объёмом медвежонка пренебречь.

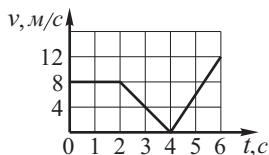
**31** Из тонкого провода сопротивлением  $R = 10$  Ом изготовили квадратную рамку со стороной  $a = 10$  см. Рамку поместили в однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки и равен  $B = 0,1$  Тл. К вершинам двух соседних углов рамки подключили источник с малым внутренним сопротивлением и ЭДС  $\varepsilon = 3$  В. Найдите силу, действующую на рамку со стороны магнитного поля.

**32** На фотокатод падает излучение с длиной волны  $\lambda = 330$  нм. Найдите задерживающее напряжение между катодом и анодом, если «красная граница» фотоэффекта для материала данного фотокатода соответствует длине волны  $\lambda_{\text{кр}} = 660$  нм.

## Тест № 2

### Часть 1

**1** Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость скорости точки от времени:  $v = v(t)$ . Определите проекцию ускорения точки в момент времени  $t = 3$  с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

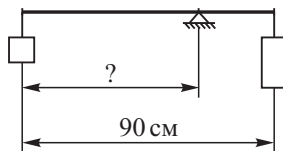
**2** Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия между однородным шаром и материальной точкой, соприкасающейся с шаром, если материальную точку удалить от поверхности шара на расстояние, равное диаметру шара?

Ответ: \_\_\_\_\_

**3** Автомобиль массой 1 т при торможении уменьшил свою скорость со 108 км/ч до 36 км/ч. Найдите модуль изменения кинетической энергии автомобиля.

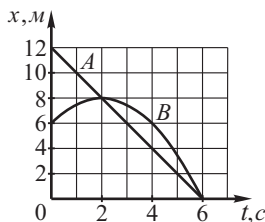
Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

4 Два груза массами 1 кг и 5 кг подвешены на концах невесомого стержня длиной 90 см (см. рис.). На каком расстоянии от более лёгкого груза находится центр тяжести системы?



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

5 На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени двух тел  $A$  и  $B$ , движущихся вдоль оси  $Ox$ . На основании этих графиков выберите два верных утверждения.



- 1) Тело  $A$  двигалось с постоянным ускорением, равным  $2 \text{ м/с}^2$ .
- 2) Первые две секунды тела двигались в одном направлении.
- 3) В момент времени  $t = 4$  с скорости тел равны между собой.
- 4) В момент времени  $t = 4$  с скорость тела  $A$  равна  $2 \text{ м/с}$ , а скорость тела  $B$  равна  $1 \text{ м/с}$ .
- 5) Перемещение тела  $B$  за первые 4 с движения равно нулю.

Ответ:

6 Небольшое тело брошено горизонтально с некоторой высоты. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как изменятся дальность и время полёта тела, если высоту уменьшить в 2 раза, а начальную скорость броска увеличить в  $\sqrt{2}$  раз? 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.

дальность полёта	время полёта

7 Самолёт массой  $m$  заходит на посадку со скоростью  $v$ . Длина пробега при посадке этого самолёта равна  $S$ . 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 силы трения

Б) коэффициент трения

Ответ:

А	Б

**ФОРМУЛЫ**

1)  $\frac{2gS}{v^2}$

2)  $\frac{v^2}{2gS}$

3)  $mgS$

4)  $\frac{mv^2}{2}$

**8** Определите количество молекул, содержащихся в железной детали объёмом  $2,8 \text{ см}^3$ . Молярная масса железа  $56 \text{ г/моль}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_  $\cdot 10^{23}$

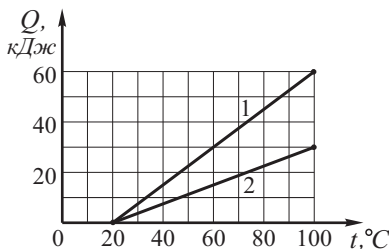
**9** КПД идеальной тепловой машины  $25\%$ . За цикл она совершает полезную работу, равную  $400 \text{ Дж}$ . Определите количество теплоты, отданной за цикл холодильнику.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**10** Относительная влажность воздуха при температуре  $11^\circ \text{C}$  составляет  $75\%$ . Плотность насыщенного водяного пара при данной температуре равна  $10 \text{ г/м}^3$ . Какая масса водяного пара содержится в  $2 \text{ м}^3$  этого воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

**11** На графике представлены результаты измерения количества теплоты  $Q$ , затраченного на нагревание  $1 \text{ кг}$  вещества 1 и  $1 \text{ кг}$  вещества 2, при различных значениях температуры  $t$ . На основании анализа этих графиков выберите **два** верных утверждения.



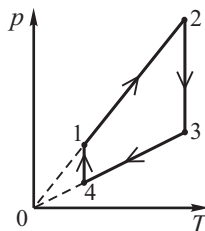
- 1) Для изменения температуры  $1 \text{ кг}$  первого вещества на  $10^\circ \text{C}$  необходимо  $15 \text{ кДж}$  теплоты.

- 2) Удельная теплоёмкость первого вещества равна  $0,75 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .
- 3) Удельная теплоёмкость второго вещества равна  $3750 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .
- 4) Первое вещество нагревается быстрее.
- 5) Для изменения температуры  $1 \text{ кг}$  второго вещества на  $20^\circ \text{C}$  необходимо  $7,5 \text{ кДж}$  теплоты.

Ответ: 

--	--

**12** Неизменное количество идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого приведён на рисунке. Установите соответствие между участками цикла и физическими величинами, соответствующими этим участкам, если  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии газа,  $A$  – работа газа.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А)  $\Delta U < 0, A = 0$

Б)  $\Delta U = 0, A > 0$

Ответ:

А	Б

### УЧАСТОК ЦИКЛА

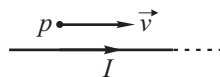
1) 1 – 2

2) 2 – 3

3) 3 – 4

4) 4 – 1

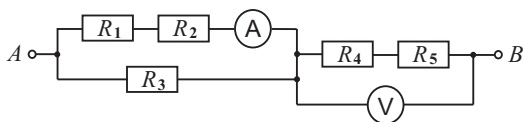
**13** Протон  $p$  имеет скорость  $\vec{v}$ , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рис.). Как направлена сила Лоренца, действующая на протон?



Ответ: \_\_\_\_\_

**14** В схеме, приведённой на рисунке, идеальный амперметр показывает силу тока  $0,5 \text{ А}$ . Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если  $R_1 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 50 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 15 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 9 \text{ Ом}$ ?

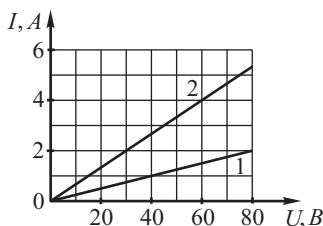
Ответ: \_\_\_\_\_ В.



**15** В однородном магнитном поле находится тонкое медное кольцо площадью  $100 \text{ см}^2$ , расположенное перпендикулярно линиям магнитной индукции. Чему равна сила тока в кольце, если индукция убывает с постоянной скоростью  $0,8 \text{ Тл/с}$ , а сопротивление кольца  $0,5 \text{ Ом}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

**16** На рисунке представлены графики зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  для двух проводников, длины которых составляют по  $100 \text{ м}$ , а площадь поперечного сечения –  $0,25 \text{ мм}^2$ . Проводники сделаны из разных материалов. На основании графиков выберите **два** верных утверждения.



- 1) Удельное сопротивление материала, из которого сделан второй проводник, равно  $3,75 \cdot 10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
- 2) Удельное сопротивление материала, из которого сделан первый проводник, равно  $0,01 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .
- 3) Сопротивление первого проводника относится к сопротивлению второго проводника как  $3 : 8$ .
- 4) Сопротивление первого проводника равно  $15 \text{ Ом}$ .
- 5) Если длину второго проводника увеличить до  $200 \text{ м}$ , а площадь поперечного сечения увеличить до  $0,5 \text{ мм}^2$ , то сопротивление второго проводника станет равным  $15 \text{ Ом}$ .

Ответ:

**17** С помощью тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  получают изображение предмета, находящегося на расстоянии  $0,5F$  от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и размер изображения, если, не изменяя расположение предмета, эту же линзу приблизить к предмету? Для каждой величины определите соответствующий характер изме-

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

**18** Двум металлическим пластинам площадью  $S$  каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды  $+q$  и  $-q$ . Пластины расположили на малом расстоянии  $d$  друг от друга. 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) Ёмкость системы, состоящей из двух таких пластин.  
 Б) Разность потенциалов между пластинами.

### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{\varepsilon_0 S}{d}$
- 2)  $\frac{\varepsilon_0 d}{S}$
- 3)  $\frac{qd}{\varepsilon_0 S}$
- 4)  $\frac{qd}{2\varepsilon_0 S}$

Ответ:

А	Б

**19** По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число протонов и нейтронов в ядре атома золота.

Au	79
золото	196,967

число протонов	число нейтронов

**20** Определите импульс фотона, энергия которого равна 3 эВ.

Ответ: \_\_\_\_\_ · 10<sup>-27</sup>  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

**21** В опытах по изучению фотоэффекта фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался зелёный светофильтр, а во второй – синий. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменяются энергия падающего на фотокатод света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличилась

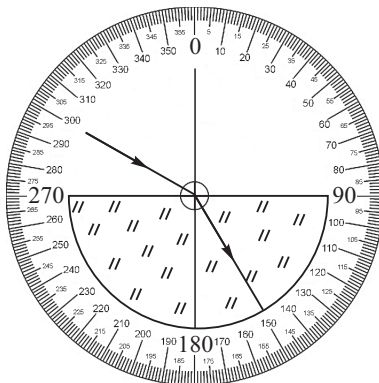
2) уменьшилась

3) не изменилась.

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

Энергия падающего света	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

**22** Изучая законы геометрической оптики, был проведён опыт по преломлению света. Узкий луч света направлялся слева на стеклянную пластину (см. рис.). Погрешность измерения углов падения и углов преломления равна половине цены деления транспортира. Чему равен по результатам этих измерений угол преломления?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °.

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



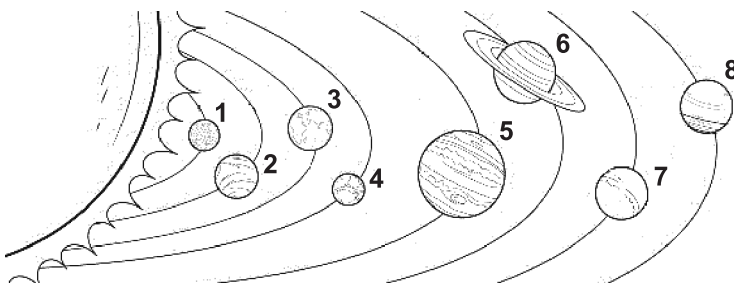
**23** Необходимо провести исследование зависимости периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Параметры колебательных контуров приведены в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять, чтобы провести данное исследование?

№ колебательного контура	Электроёмкость конденсатора	Индуктивность катушки
1	12 пФ	1,2 мГн
2	0,8 мкФ	1,0 мГн
3	1,0 мкФ	1,0 мГн
4	120 пФ	1,4 мГн
5	12 пФ	0,14 мГн

Запишите в ответ номера выбранных контуров.

Ответ:

**24** На рисунке представлена схема Солнечной системы. Планеты на этой схеме обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений два верных, и укажите их номера.



- 1) Планета 7 – это Нептун.
- 2) Планета 1 имеет самую плотную атмосферу, состоящую, в основном, из углекислого газа.
- 3) Между планетами 4 и 5 расположен пояс астероидов.
- 4) Планета 6 не имеет спутников.
- 5) Наибольшее количество естественных спутников имеет планета 5.

Ответ:

--	--

**Часть 2**

**25** Для охлаждения 200 г лимонада, взятого при температуре  $30^{\circ}\text{C}$ , в него опускают кубики льда, температура которого  $0^{\circ}\text{C}$ . Сколько целых кубиков потребовалось для охлаждения лимонада до  $15^{\circ}\text{C}$ , если масса одного кубика равна 8 г. Удельную теплоёмкость лимонада принять равной удельной теплоёмкости воды.

Ответ: \_\_\_\_\_

**26** На дифракционную решётку с периодом 10 мкм падает нормально свет с длиной волны 500 нм. За решёткой расположена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см, при этом на экране наблюдается чёткая дифракционная картина. Каково расстояние на экране между максимумом третьего порядка и центральным максимумом? При расчётах принять  $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

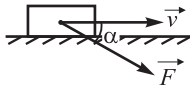
Для записи ответов на задания 27—32 используйте бланк ответов №2. Запишите сначала номер задания, а затем решение соответствующей задачи.

**27** К колебательному контуру подключили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой  $\omega$ . Индуктивность  $L$  катушки колебательного контура можно плавно менять от минимального значения  $L_{\min}$  до максимального  $L_{\max}$ , а ёмкость конденсатора постоянна. Ученик, постепенно увеличивая индуктивность катушки от  $L_{\min}$  до  $L_{\max}$ , обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре всё время возрастает.

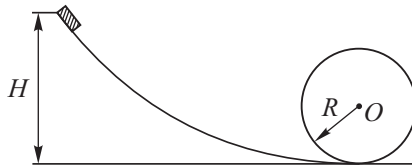
Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

**28** С какой наименьшей силой  $\vec{F}$  нужно толкать перед собой тележку, масса которой 20 кг, для того чтобы сдвинуть её с места? Сила направлена

под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту так, как показано на рисунке. Коэффициент трения между тележкой и полом 0,4.



**29** Небольшая шайба соскальзывает с высоты  $H$  по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» (см. рис.). Определите минимальную высоту  $H$ , при которой шайба сделает полный оборот в вертикальной плоскости, если радиус петли  $R = 1$  м.



**30** Воздушный шар, оболочка которого имеет массу 400 кг и объём  $2500 \text{ м}^3$ , наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $7^\circ \text{C}$ . Какую минимальную температуру должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар поднял груз массой 200 кг? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

**31** Из провода сопротивлением  $R = 18$  Ом изготовили рамку в форме равностороннего треугольника со стороной  $a = 10$  см. Рамку поместили в однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки и равен  $B = 0,2$  Тл. К двум вершинам рамки подключили идеальный источник с ЭДС  $\varepsilon = 2,4$  В. Найдите силу, действующую на рамку со стороны магнитного поля.

**32** Фотоны с энергией 5 эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,7 эВ. Найдите максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете каждого электрона.

## Глава II

## Решения

### Тест №1

27. В колебательном контуре источником переменного напряжения возбуждаются вынужденные колебания. По условию задачи частота этих внешних для колебательного контура колебаний равна  $\omega_i = 20000$  Гц.

Амплитуда колебаний в контуре зависит от соотношения между внешней частотой и частотой собственных электромагнитных колебаний в контуре:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

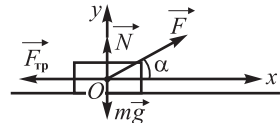
Амплитуда достигает наибольшего значения при резонансе, т.е. когда  $\omega_0 = \omega_i$ . Найдём ёмкость конденсатора, при которой выполнится условие резонанса:  $\frac{1}{\sqrt{LC_{\text{рез}}}} = 20 \cdot 10^3$ ;  $LC_{\text{рез}} = \frac{1}{400 \cdot 10^6} \Rightarrow C_{\text{рез}} = \frac{10^{-6}}{16} = 62,5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = 62,5 \text{ нФ}$ . Т.е. плавно уменьшая ёмкость конденсатора от  $C_{\text{max}} = 0,1 \text{ мкФ} = 100 \text{ нФ}$  до  $C_{\text{рез}} = 62,5 \text{ нФ}$ , ученик увеличивал частоту собственных колебаний в контуре от  $\omega_{0\text{min}} = \frac{1}{\sqrt{LC_{\text{max}}}}$  до  $\omega_{0\text{рез}} = 20000$  Гц, следовательно, амплитуда колебаний силы тока увеличивалась до резонансного значения, а затем стала убывать.

28. Дано:  $m = 10$  кг;  $F = 50$  Н;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $\mu = 0,2$ .

Найти:  $F_{\text{тр}}$ .

Решение .

На тело действует сила  $\vec{F}$ , сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ , сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила реакции опоры  $\vec{N}$ . Сила трения скольжения:  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Проекция второго закона Ньютона на ось  $Oy$  имеет вид:



$$N + F \sin \alpha - mg = 0; N = mg - F \sin \alpha.$$

Тогда:  $F_{\text{тр}} = \mu \cdot (mg - F \sin \alpha)$ ,  $F_{\text{тр}} = 0,2 \cdot (100 - 50 \cdot \sin 30^\circ) = 0,2 \cdot (100 - 50 \cdot 0,5) = 15$  (Н).

Ответ: 15 Н

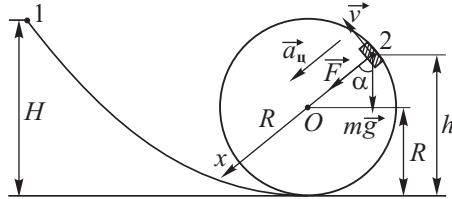
29. Дано:  $m = 1$  кг;  $h = 2,5$  м;  $F = 2,5$  Н;  $R = 2$  м.

Найти:  $H$ .

Решение .

1. Т.к. горка гладкая, то согласно закону сохранения энергии для шайбы в положениях 1 и 2 имеем:  $E_1 = E_2$ ,  
 $mgH = mgh + \frac{mv^2}{2}$ ,

$$H = h + \frac{v^2}{2g} \quad (1).$$



2. Согласно второму закону Ньютона во время движения шайбы имеем:  $\vec{F} + m\vec{g} = m\vec{a}_n$ . В проекциях на ось  $Ox$  это уравнение примет вид:  $F + mg \cdot \cos \alpha = ma_n$ ;  $F + mg \cdot \cos \alpha = \frac{mv^2}{R}$ . Учитывая, что  $\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$ , получим:  $F + mg \cdot \frac{h-R}{R} = \frac{mv^2}{R}$ . Откуда:  $v^2 = \frac{FR}{m} + g(h-R)$  (2).

Подставив (2) в (1), получим:  $H = h + \frac{FR}{2mg} + \frac{h-R}{2}$ . Тогда:  $H = 2,5 + \frac{2,5 \cdot 2}{20} + \frac{2,5-2}{2} = 2,5 + 0,25 + 0,25 = 3$  (м).

Ответ: 3 м.

30. Дано:  $m = 10$  кг;  $t = 28^\circ\text{C} = 301$  К;  $p = 10^5$  Па;

$$V_0 = 20 \text{ л} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Найти:  $N$ .

Решение .

1. Выберем ось  $Ox$  так, как показано на рисунке. Винни-Пух будет подниматься за счёт силы Архимеда, действующей на шары:

$$F_A - mg - m_{\text{He}}g = 0, \quad (1) \quad m_{\text{He}} - \text{общая масса гелия.}$$

$$m_{\text{He}} = \rho_{\text{He}} \cdot V = \rho_{\text{He}} \cdot NV_0, \quad (2)$$

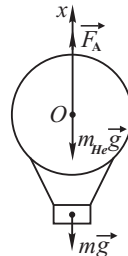
где  $V = NV_0$  – объём всех шаров,  $\rho_{\text{He}}$  – плотность гелия.

$$F_A = \rho g V = \rho g NV_0, \quad (3) \quad \rho - \text{плотность воздуха при данной температуре.}$$

Подставив (2) и (3) в (1), получим:  $\rho g NV_0 - \rho_{\text{He}} g NV_0 = mg$ ;

$$NV_0(\rho - \rho_{\text{He}}) = m. \quad N = \frac{m}{V_0(\rho - \rho_{\text{He}})} \quad (4).$$

2. Из уравнения Менделеева-Клапейрона найдём плотность газа при



данной температуре и давлении:  $p = \frac{\rho RT}{M}$ ,  $\rho = \frac{pM}{RT}$ . Учитывая, что гелий в шарах находится при той же температуре и давлении, что и воздух вокруг, из уравнения (4) получим:  $N = \frac{mRT}{pV_0(M - M_{\text{He}})}$ , где  $M$  – молярная масса воздуха,  $M_{\text{He}}$  – молярная масса гелия. Получаем:

$$N = \frac{10 \cdot 8,31 \cdot 301}{10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-3} (29 - 4) \cdot 10^{-3}} = \frac{10 \cdot 8,31 \cdot 301}{50} = 500.$$

Ответ: 500.

31. Дано:  $R = 10 \text{ Ом}$ ;  $a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ ;  
 $B = 0,1 \text{ Тл}$ ;  $\varepsilon = 3 \text{ В}$ .

Найти:  $F$ .

Решение .

1. Т.к. источник подключён к вершинам двух соседних углов, то сторона рамки  $AD$  подключена параллельно участку из трёх последовательно соединённых сторон  $AB$ ,  $BC$  и  $CD$ .

По закону Ома для полной цепи:

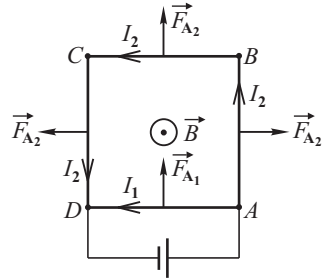
$$I_1 = \frac{4\varepsilon}{R}, I_2 = \frac{4\varepsilon}{3R}. \quad (1)$$

2. Расставим силы Ампера, действующие на каждую сторону рамки, согласно правилу левой руки. Силы Ампера, действующие на стороны  $AB$  и  $CD$  уравновешивают друг друга, а на стороны  $AD$  и  $BC$  – складываются:  $F = F_{A1} + F_{A2} = I_1 a B + I_2 a B = a B (I_1 + I_2)$  (2).

Подставляя (1) в (2), получим:  $F = a B \cdot \left( \frac{4\varepsilon}{R} + \frac{4\varepsilon}{3R} \right) = \frac{16\varepsilon a B}{3R}$ ,

$$F = \frac{16 \cdot 3 \cdot 0,1 \cdot 0,1}{30} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ (Н)} = 16 \text{ (мН)}.$$

Ответ: 16 мН.



32. Дано:  $\lambda = 330 \text{ нм} = 330 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ ;  $\lambda_{\text{кр}} = 660 \text{ нм} = 660 \cdot 10^{-9} \text{ м}$ .

Найти:  $U_3$ .

Решение .

1. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта имеем:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \left( \frac{mv^2}{2} \right)_{\text{max}}, \quad (1) \text{ где } h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} - \text{постоянная Планка.}$$

Частота света равна:  $\nu = \frac{c}{\lambda}$  (2).

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов:

$$\left(\frac{mv^2}{2}\right)_{\max} = eU_3 \quad (3),$$

где  $U_3$  – задерживающее напряжение,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – заряд электрона.

2. Подставив (2) и (3) в (1), получим:  $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + eU_3$ .

Отсюда:  $U_3 = \frac{hc}{e} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right)$ ,  $U_3 = \frac{hc(\lambda_{\text{кр}} - \lambda)}{e \cdot \lambda \cdot \lambda_{\text{кр}}}$ ,

$$U_3 = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 330 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 330 \cdot 660 \cdot 10^{-18}} = 1,875 \text{ (В)}.$$

Ответ: 1,875 В.

### Тест № 3

27. Т.к. по условию задачи электрон движется прямолинейно, то сила Лоренца, действующая на электрон со стороны магнитного поля, уравновешивается электрической силой, т.е.  $F_{\text{Л}} = F_{\text{Э}}$ ,  $e\nu B = eE$ , где  $e$  – заряд электрона.

Сила Лоренца по правилу левой руки направлена вверх, а электрическая сила ускоряет электрон против направления вектора  $\vec{E}$ , т.е. направлена вниз.

При увеличении индукции магнитного поля сила Лоренца увеличится, а электрическая сила не изменится. Следовательно, равнодействующая этих двух сил будет направлена вверх, т.е. начальный участок траектории электрона будет представлять собой дугу окружности – электрон будет «поворачивать» вправо вверх.

Ответ: по дуге вправо вверх.

28. Дано:  $x_0 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$ ;  $k = 40 \text{ Н/м}$ ;  $m = 50 \text{ г} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ ;  
 $\nu = 2 \text{ об/с}$ .

Найти:  $x$ .

Решение .

При вращении стержня на груз действует сила упругости  $\vec{F}_{\text{упр}}$ , направленная к центру окружности:  $F_{\text{упр}} = k \cdot \Delta x$ , где  $\Delta x$  – удлинение пружины.

Согласно второму закону Ньютона:  $F_{\text{упр}} = ma_{\text{ц}}$ , где  $a_{\text{ц}}$  – центростремительное ускорение.