



10
вариантов
заданий

СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ЕГЭ

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ЕГЭ

2021

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

- 10 реальных вариантов
- Инструкция
- Ответы и решения
- Бланки ответов

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

10 реальных вариантов

Инструкция

Ответы и решения

Бланки ответов

***Издательство
«ЭКЗАМЕН»***

**МОСКВА
2021**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

Имена авторов, название и содержание произведений используются в данной книге в учебных целях в объёме, оправданном целью цитирования (ст. 1274 п. 1 части четвёртой Гражданского кодекса Российской Федерации).

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2021. Физика. 10 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2021. — 127, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Тесты от разработчиков»)

ISBN 978-5-377-16124-0

Авторы заданий — ведущие специалисты, принимающие непосредственное участие в разработке контрольных измерительных материалов ЕГЭ.

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2021 г. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов по физике, степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, подробные критерии оценивания заданий части 2 и приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ для записи ответов и решений.

Пособие предназначено учителям для подготовки учащихся к сдаче Единого государственного экзамена по физике, а также учащимся-старшеклассникам для самоподготовки и самоконтроля.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8. Гарнитура «Школьная».
Бумага газетная. Уч.-изд. л. 6,89. Усл. печ. л. 16.
Тираж 10 000 экз. Заказ №2925/20

ISBN 978-5-377-16124-0

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2021
© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы.....	4
Вариант 1	9
Вариант 2	17
Вариант 3	25
Вариант 4	33
Вариант 5	42
Вариант 6	51
Вариант 7	59
Вариант 8	67
Вариант 9	75
Вариант 10.....	83
Система оценивания экзаменационной работы по физике на примере варианта 10 (разбор решений)	91
Ответы.....	110

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ¹

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Бланк

Ответ: - 2, 5 м/с².

-	2	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Бланк

Ответ:

А	Б
4	1

4	1																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Бланк

Ответ: ВПРАВО.

В	П	Р	А	В	О														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенным ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Бланк

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

3	8	9	4																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

1	,	4	0	,	2														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

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

¹ Использованы материалы сайта <http://www.fipi.ru>

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	сантиметры	см	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	пм	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ 000 000 км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

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

Удельная теплоемкость

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

Удельная теплота

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

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

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



Бланк ответов № 1

Код региона Код предмета Название предмета

С порядком проведения
Единого государственного экзамена ознакомлен(а).
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Резерв - 4



Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ и ЦИФРАМИ по следующим образцам:



А Б В Г А Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
А В С D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , -
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 А А А 0 0 Е Е Е Е Е I I U U В С

ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

1	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	21	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
2	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	22	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	23	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
4	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	24	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
5	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	25	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
6	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	26	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
7	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	27	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
8	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	28	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
9	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	29	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
10	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	30	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
11	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	31	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
12	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	32	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
13	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	33	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
14	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	34	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
15	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	35	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
16	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	36	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
17	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	37	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
18	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	38	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
19	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	39	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
20	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	40	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных полей
«Замена ошибочных ответов»

Подпись ответственного организатора строго внутри окошка



Единый государственный экзамен - 2021

Бланк ответов № 2 лист 1

Код региона

Код предмета

Название предмета

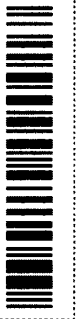
Резерв - 5

Бланк ответов № 2
(лист 2)

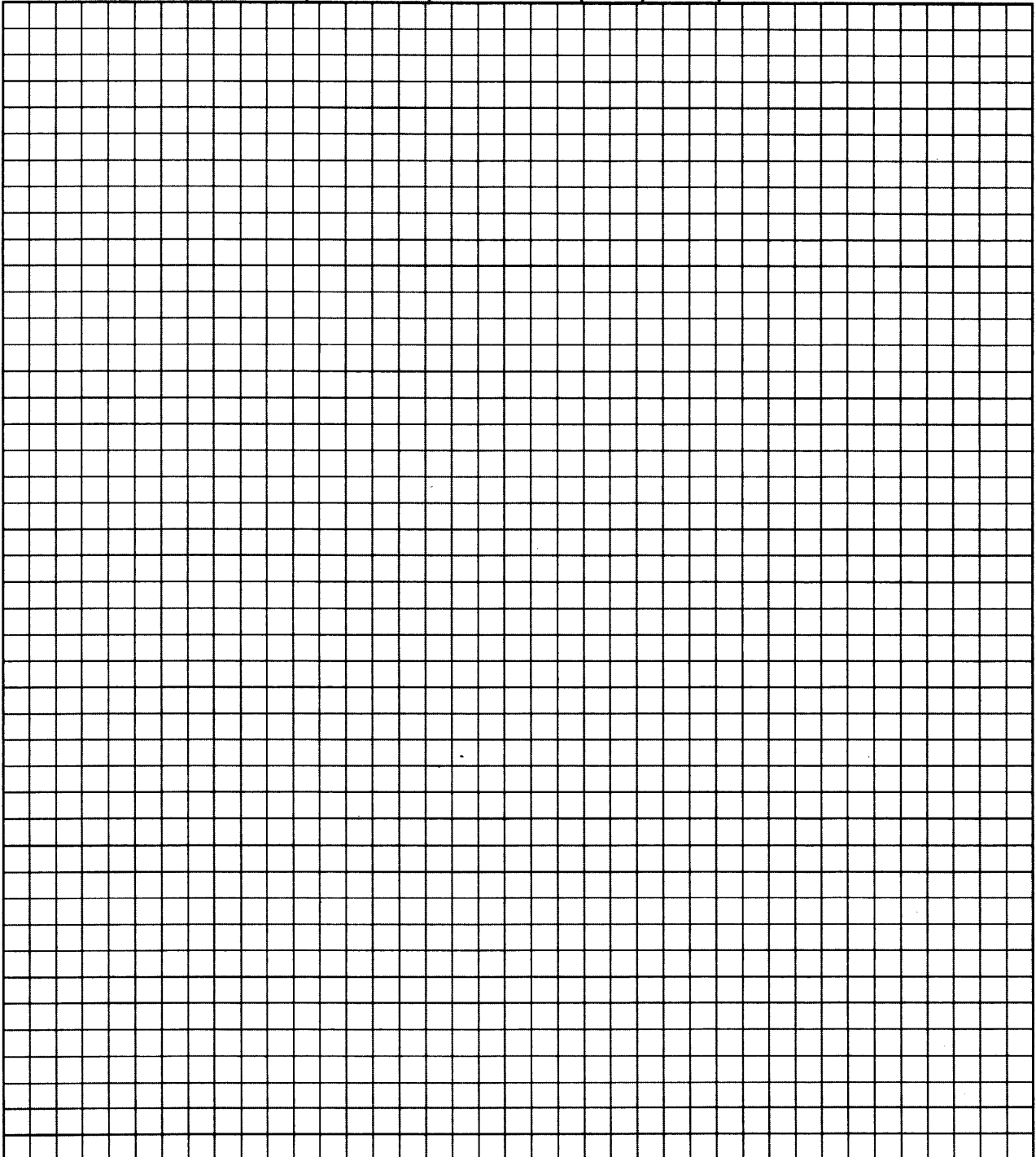
Лист



Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.
Отвечая на задания с РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.
Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, 31.
Условия задания переписывать не нужно.



ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте



Оборотная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Шарик движется по окружности радиусом $r = 1$ м со скоростью $v = 2$ м/с. Каким будет его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 2 раза, оставив скорость шарика прежней?

Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жесткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. На сколько сжата правая пружина?



Ответ: _____ см.

3. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

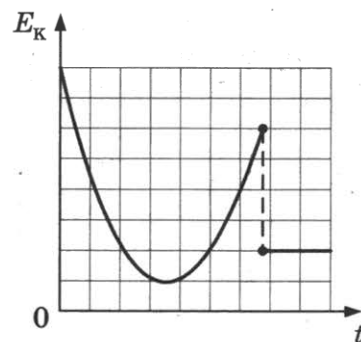
Ответ: _____ кг.

4. Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружен в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. Определите выталкивающую силу, действующую на кубик.

Ответ: _____ Н.

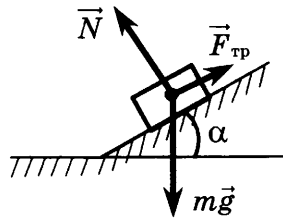
5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите **два** верных утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало на балкон.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
- 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика.



Ответ:

6. Брусок покоится на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Для того чтобы брусок скользил по опоре, необходимо увеличить его массу в 2 раза. Как изменятся модуль силы трения и модуль силы нормальной реакции опоры, если увеличить массу тела в 1,5 раза?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

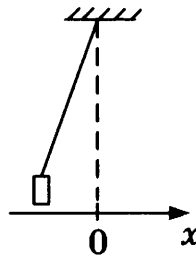
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

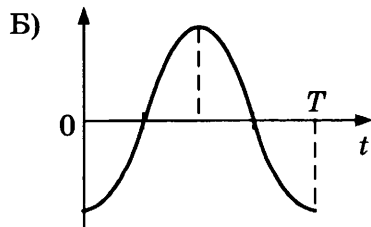
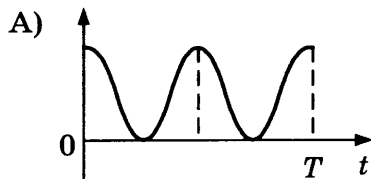
Модуль силы трения	Модуль силы нормальной реакции опоры

7. В момент времени $t = 0$ груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А) и Б) показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия E_p

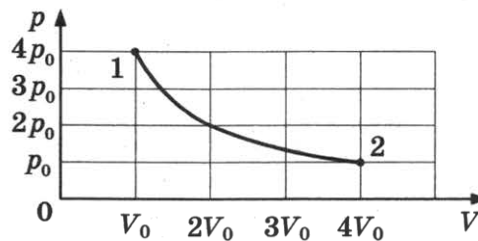
Ответ:

А	Б

8. При сжатии неизменного количества идеального газа его объем уменьшился в 2 раза, а температура возросла в 2 раза. Каким стало давление газа, если первоначально оно было равно 50 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе? Количество газа неизменно.

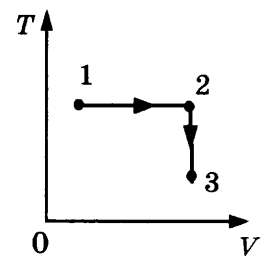


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11. В лаборатории изучали процессы, происходящие с газом. График зависимости температуры от объема постоянной массы газа приведен на рисунке. Считая газ идеальным, выберите *два* верных утверждения, описывающих процессы, происходящие с газом в соответствии с данным графиком.



- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 2–3 газ совершал работу.
- 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
- 4) На участке 2–3 от газа отводили тепло.
- 5) В состояниях 1 и 3 температура газа одинакова.

Ответ:

12. В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0 °С. Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоемкость льда и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Удельная теплоемкость льда	Масса воды

13. На рисунке изображен проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля проводника в точке С? Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.



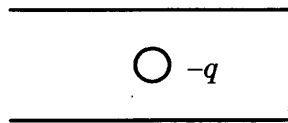
14. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться за час в цепи, в которой количество резисторов и подводимое к ним напряжение увеличено в 3 раза?

Ответ: _____ кДж.

15. При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, максимальная величина которой равна 2 мВ. Какой будет максимальная ЭДС индукции, если сторону рамки увеличить в 2 раза, а угловую скорость вращения в 2 раза уменьшить? Ориентация рамки относительно линий индукции магнитного поля не изменилась.

Ответ: _____ мВ.

16. Между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла (см. рисунок).



Какие *два* утверждения верно описывают наблюдаемое явление?

- 1) Верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно.
- 2) Вектор напряженности электрического поля конденсатора направлен вертикально вниз.
- 3) Сила тяжести, действующая на капельку масла, равна силе, действующей на каплю со стороны электрического поля конденсатора.
- 4) На капельку не действуют никакие силы.
- 5) Напряжение между пластинами конденсатора равно нулю.

Ответ:

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при удалении воды из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре с периодом T , максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
 Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\pi^2 q^2 L}{T^2}$
 2) $\frac{q^2 L}{4\pi^2 T^2}$
 3) $\frac{2\pi q}{T}$
 4) $\frac{q^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

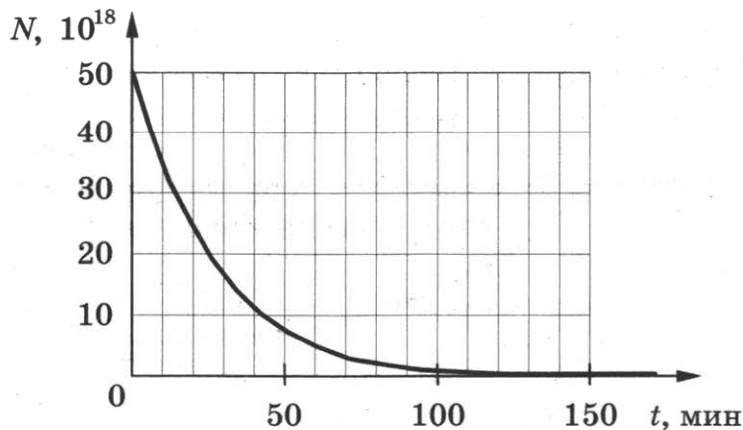
19. Ядро ${}_{84}^{216}\text{Po}$ образовалось в результате двух последовательных α -распадов. Какое число протонов и нейтронов содержало ядро элемента, из которого образовалось ядро полония?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

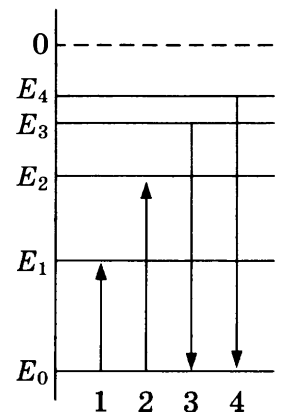
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}_{80}^{190}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



Ответ: _____ мин.

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырех переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением света наименьшей длины волны? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

- A) поглощение фотона с наименьшей энергией
 Б) излучение света наименьшей длины волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

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

Ответ:

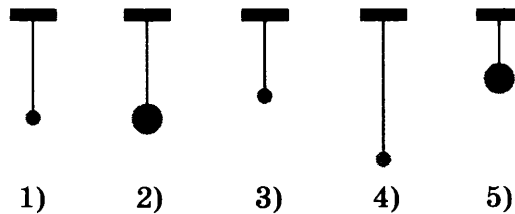
А	Б

22. Маятник совершает $N = 20$ колебаний за $t = (24,0 \pm 0,2)$ с. Запишите в ответ величину периода колебаний маятника с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость периода колебаний маятника от массы груза. Какие **два** маятника нужно выбрать, чтобы провести такое исследование? Все грузы сплошные и сделаны из одного материала.

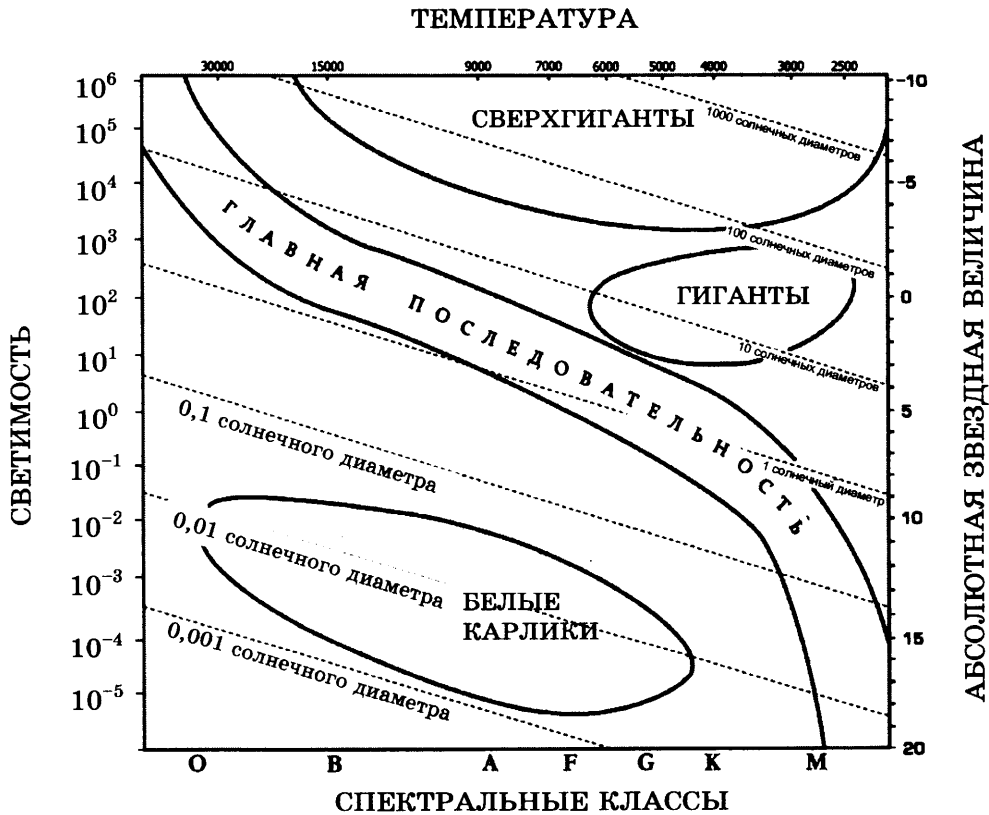


В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга–Рессела.



Выберите **все** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Белые карлики — горячие звезды сильной светимости.
- 2) Температура звезд спектрального класса М примерно в 3 раза меньше, чем температура звезд спектрального класса А.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку ее радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 4) На главной последовательности находится около 20% звезд.
- 5) Солнце относится к звездам спектрального класса G.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

26. Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от ее оптического центра. Высота действительного изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

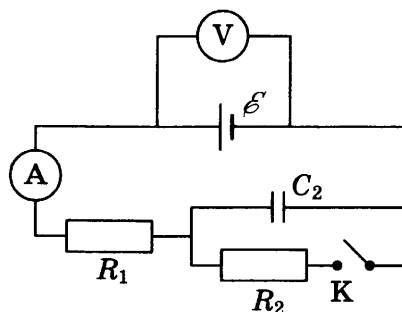
Ответ: _____ см.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

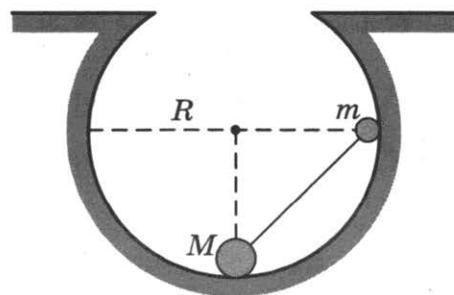
27. На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также идеальные амперметр и вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



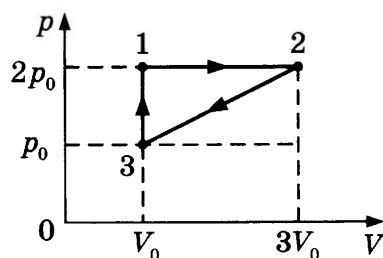
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Летящая горизонтально со скоростью 20 м/с пластилиновая пуля массой 9 г попадает в груз, неподвижно висающий на нити длиной 40 см, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом равен $\alpha = 60^\circ$. Какова масса груза?

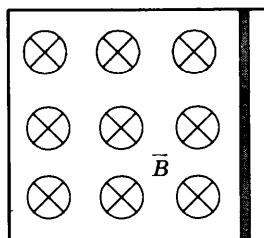
29. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ?



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.



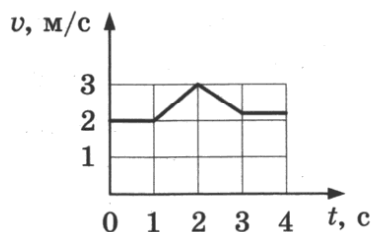
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

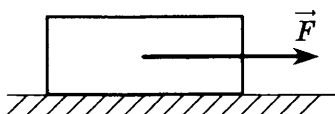
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 3 с до 4 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 2 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 4$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____.

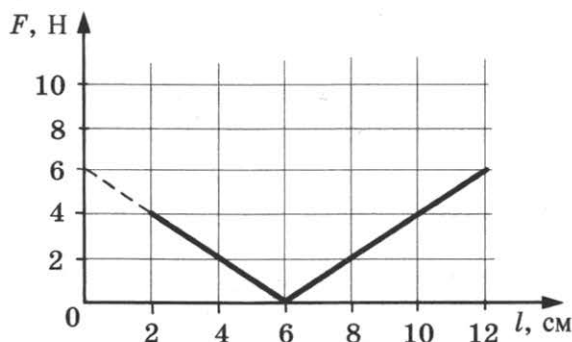
3. Мяч массой 0,6 кг летит со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия мяча?

Ответ: _____ Дж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 0,1 м. Какой путь прошел груз за 5 периодов колебаний?

Ответ: _____ м.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



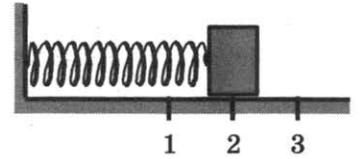
Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жесткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жесткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



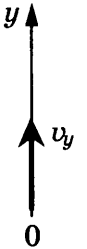
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

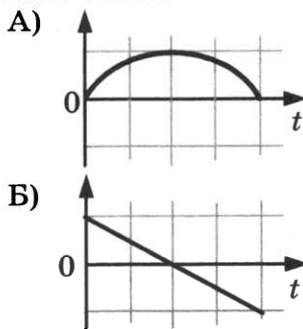
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость груза	Жесткость пружины

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли. Считая сопротивление воздуха пренебрежимо малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

8. При охлаждении идеального газа его давление и объем уменьшились в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул? Масса газа неизменна.

Ответ: в _____ раз.

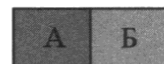
9. В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части В равна 10 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

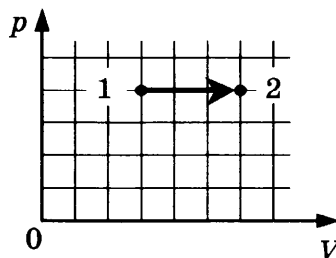


- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части В не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части В отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 293 К.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ в сосуде с поршнем переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа и его внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

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

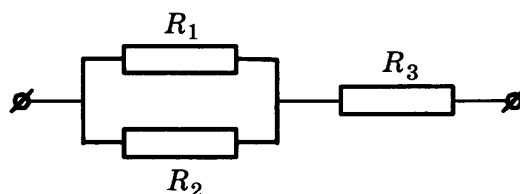
Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен длинный прямой цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , каждый с сопротивлением 4 Ом, и резистора R_3 с сопротивлением 3 Ом. Определите общее сопротивление участка цепи.

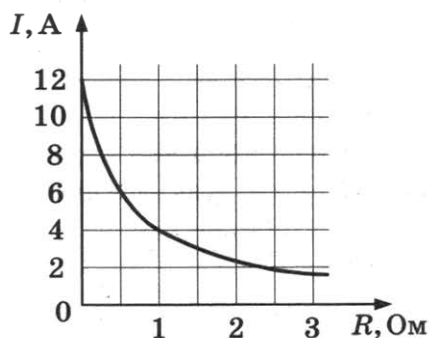


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 1 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 6 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, уменьшается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 10 В.
- 5) Напряжение на источнике уменьшается при уменьшении силы тока.

Ответ:

--	--

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и кинетическая энергия частицы, если в том же магнитном поле с той же скоростью будет двигаться частица той же массы m , но имеющая больший заряд?

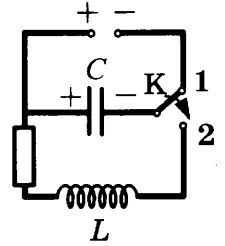
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус траектории	Кинетическая энергия

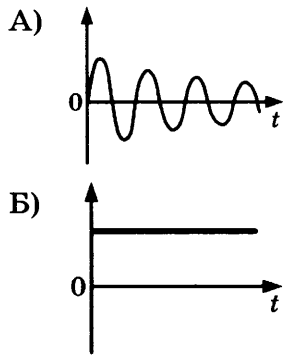
18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А) и Б) представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля катушки
- 4) емкость конденсатора

Ответ:

А	Б

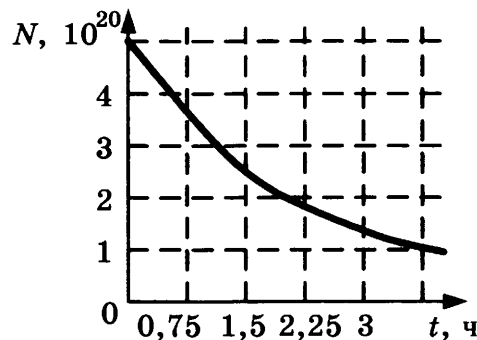
19. При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и электрон. Сколько протонов и нейтронов содержит каждое из образовавшихся ядер?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия ${}^{230}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ ч.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
 Б) длина волны фотона

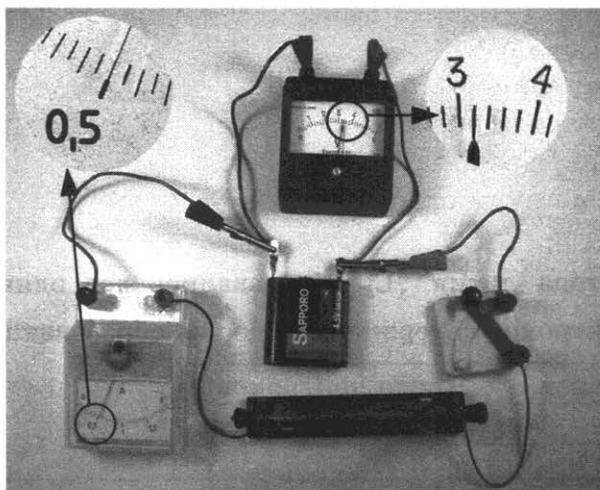
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h\nu}{c}$
 2) $\frac{hc}{\nu}$
 3) $\frac{hc}{E}$
 4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Запишите в ответ величину напряжения на зажимах батарейки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие **два** маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы груза?

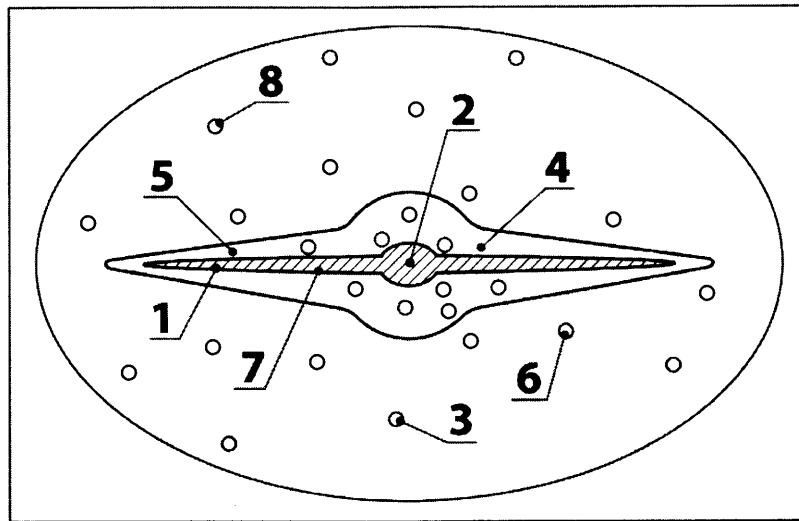
№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	30 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	10 Н/м	10 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое строение галактики Млечный Путь (вид сбоку). Цифрами обозначены основные элементы галактики. Выберите **все** верные утверждения из пяти приведенных ниже и запишите их номера.



- 1) Цифрой 1 отмечено Солнце.
- 2) Цифрой 3 отмечена туманность Андромеды.
- 3) Цифрой 2 отмечено ядро галактики.
- 4) Цифрой 6 отмечен спиральный рукав.
- 5) Цифрой 1 отмечено Магелланово Облако.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Емкость конденсатора в колебательном контуре равна 50 мкФ. Зависимость силы тока на катушке индуктивности от времени имеет вид: $I = a \sin(bt)$, где $a = 1,5 \text{ А}$ и $b = 500 \text{ с}^{-1}$. Найдите амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: _____ В.

26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600 \text{ нм}$. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

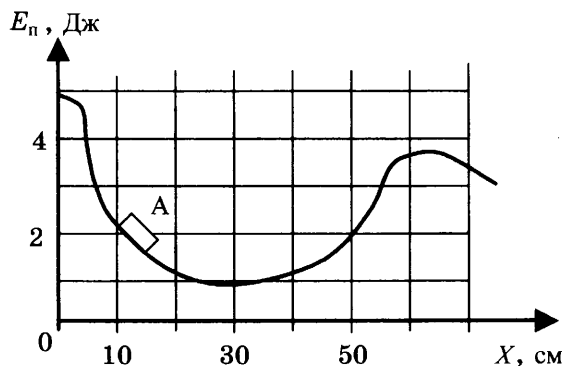
Ответ: _____ нм.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 10$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Тело, нагретое до температуры $100\text{ }^\circ\text{C}$, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой $23\text{ }^\circ\text{C}$. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна $30\text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу тела, если удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, равна $187\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Теплоемкостью калориметра пренебречь.
29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
30. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха $17\text{ }^\circ\text{C}$, а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
31. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м, плотность меди $8900\text{ кг}/\text{м}^3$.)
32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.



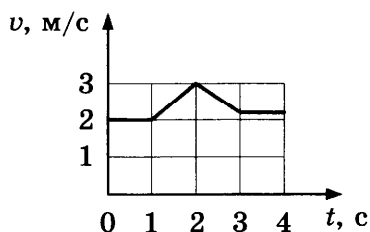
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 1 с до 2 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 1 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 3$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____.

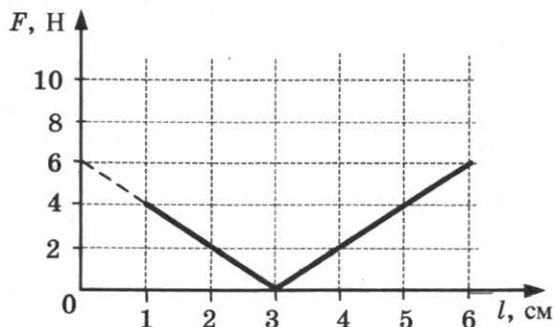
3. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 5 см. Какой путь прошел груз за 3 периода колебаний?

Ответ: _____ см.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



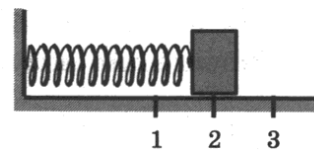
Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 2) При действии силы, равной 4 Н, пружина разрушается.
- 3) При растяжении пружина не подчиняется закону Гука.
- 4) Жесткость пружины равна 200 Н/м.
- 5) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.

Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

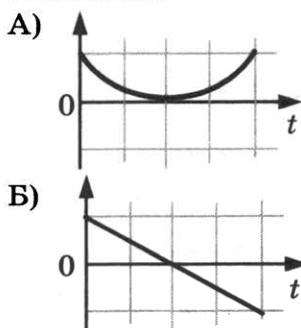
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли (см. рисунок). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

8. При нагревании и давление, и объем идеального газа увеличились в 2 раза. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул? Масса газа неизменна.

Ответ: в _____ раза.

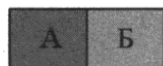
9. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 283 К, а в части Б равна 40 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

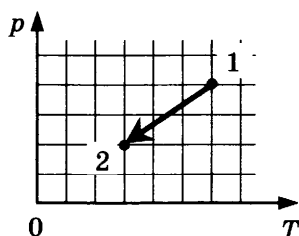


- 1) Температура газа в части Б повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части Б отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в части Б совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса объем газа и его внутренняя энергия?



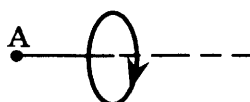
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

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

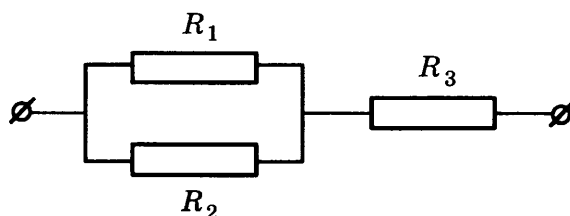
Объем	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 и сопротивления R_3 . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление R_1 , если сопротивление $R_3 = 3$ Ом?

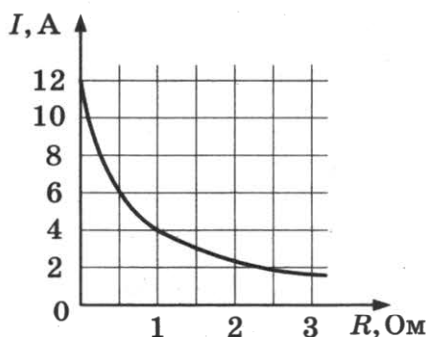


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 6 А равно 3 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ:

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и период обращения пылинки при увеличении скорости ее движения?

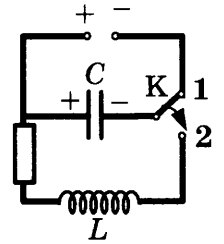
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус траектории	Период обращения

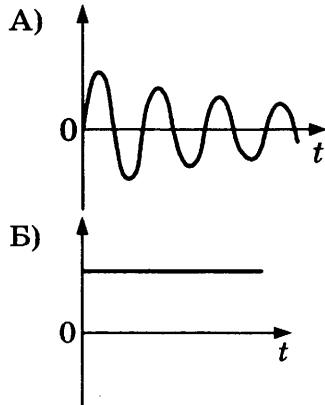
18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Графики А) и Б) представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) индуктивность катушки

Ответ:

А	Б

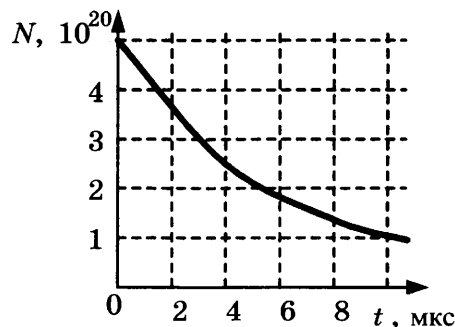
19. В результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы ${}_{2}^{4}\text{He}$ появились протон ${}_{1}^{1}\text{H}$ и ядро кремния. Сколько протонов и нейтронов содержит это ядро?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония ${}_{84}^{213}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мкс.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
 Б) энергия фотона

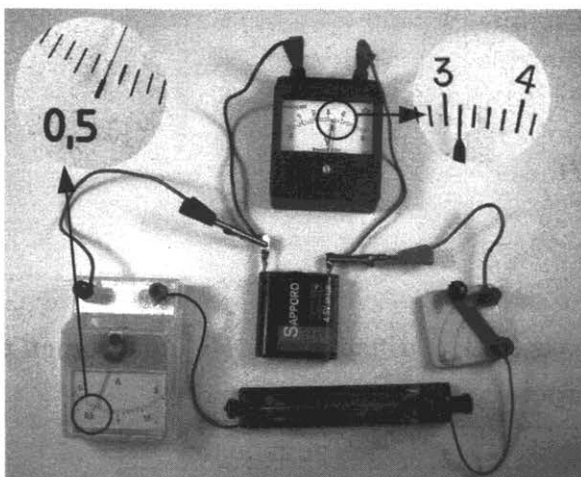
ФОРМУЛЫ

- 1) $hc\lambda$
 2) $\frac{\lambda}{hc}$
 3) $\frac{hc}{\lambda}$
 4) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна 0,05 А.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие **два** маятника нужно использовать, для того чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жесткости пружины?

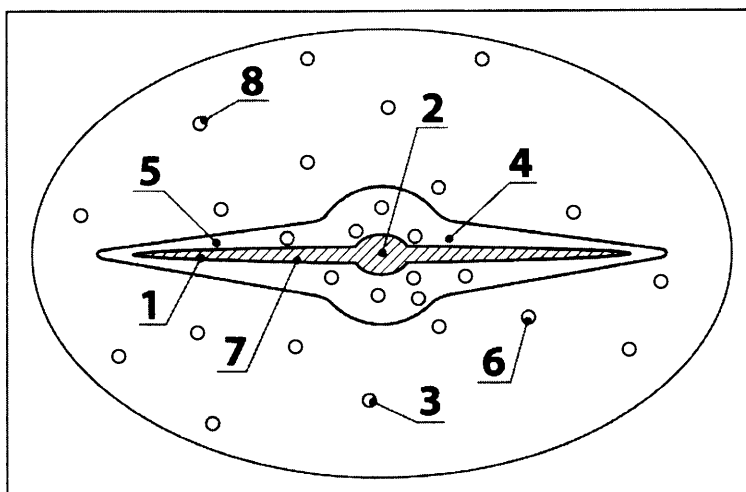
№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	10 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	50 Н/м	80 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое строение галактики Млечный Путь (вид сбоку). Цифрами обозначены основные элементы галактики. Выберите **все** верные утверждения из пяти приведенных ниже и запишите их номера.



- 1) Цифрой 2 отмечено Солнце.
- 2) Цифрой 6 отмечено шаровое скопление.
- 3) Цифрой 7 отмечен галактический диск.
- 4) Цифрой 3 отмечен спиральный рукав.
- 5) Цифрой 1 отмечено Магелланово Облако.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Емкость конденсатора в колебательном контуре равна 50 мкФ. Зависимость напряжения между обкладками конденсатора от времени имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60$ В и $b = 500$ с⁻¹. Найдите амплитуду колебаний силы тока.

Ответ: _____ А.

26. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

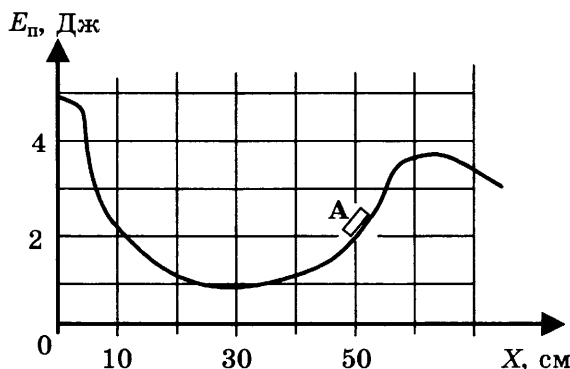
Ответ: _____ нм.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100°C , опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23°C . После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30°C . Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь.
29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
30. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
31. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. На какую величину ΔT изменится температура проводника за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м, плотность меди 8900 кг/м³.)
32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.



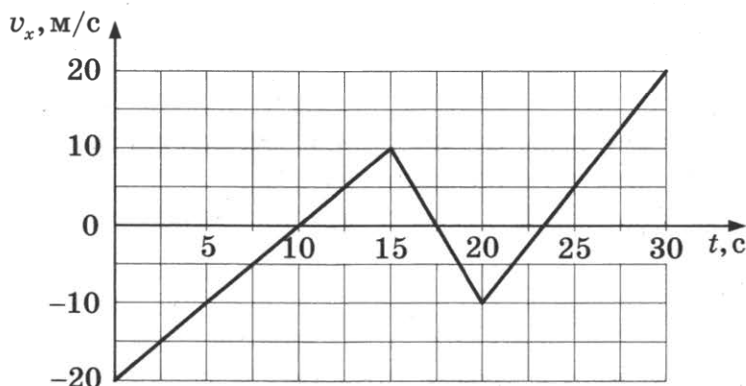
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

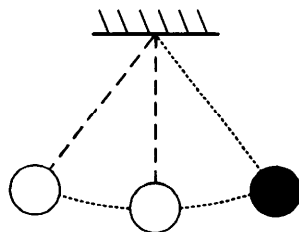
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Модуль силы равен $F = 4$ Н. Определите модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ ускорение $\frac{1}{2}\vec{a}$ в этой системе отсчета.

Ответ: _____ Н.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м, совершив при этом работу, равную 1400 Дж. Масса ведра 2 кг. Определите массу воды в ведре. Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник с периодом колебаний 6 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие **два** вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) Первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 3) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 12 Дж.
- 4) Сила, действующая на тело, все время возрастала.
- 5) За первые 3 с действующая на тело сила совершила работу 9 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его ускорение и кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ускорение бруска	Кинетическая энергия бруска

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины
- Б) смещение груза от положения равновесия

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

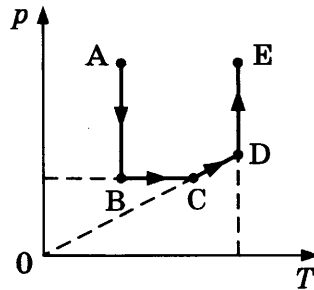
Ответ:

А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при охлаждении изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при уменьшении температуры воздуха в 3 раза давление уменьшилось в 1,5 раза.

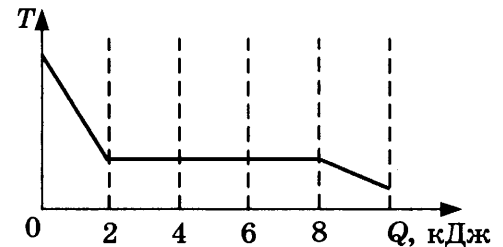
Ответ: _____.

9. Чему равна работа газа в процессе АВ (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



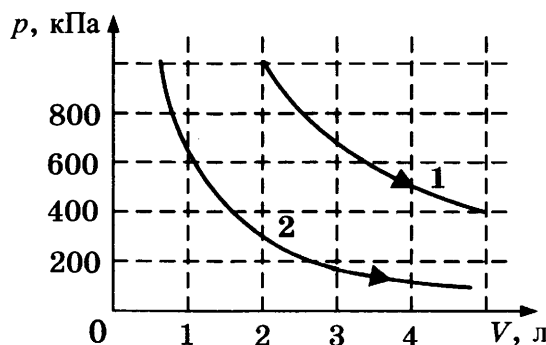
Ответ: _____ кДж.

10. Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты при остывании представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 3) Процесс 1 идет при более низкой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более низкой температуре.
- 5) В процессе 1 давление уменьшается.

Ответ:

12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия уменьшается. Как изменяются при этом давление гелия и его температура?

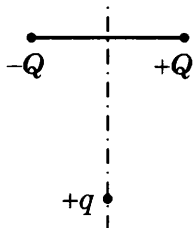
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).

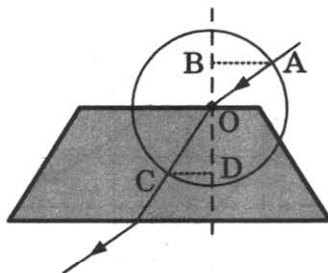


Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 5 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое?

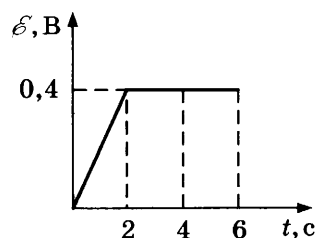
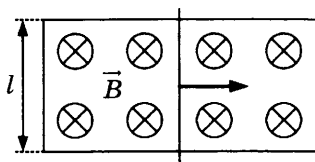
Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AB = OD = 15$ см, $OB = CD = 10$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____.

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,2$ Тл, длина проводника $l = 0,15$ м.



- 1) Проводник сначала двигался равноускоренно, а затем равномерно.
- 2) Через 2 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 3) В момент времени 4 с сила Ампера на проводник не действовала.
- 4) В промежуток времени от 2 с до 6 с сила тока в проводнике не изменялась.
- 5) Через 6 с проводник остановился.

Ответ:

17. Плоский конденсатор подключен к батарейке. Расстояние между обкладками конденсатора уменьшают. Как изменятся при этом емкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

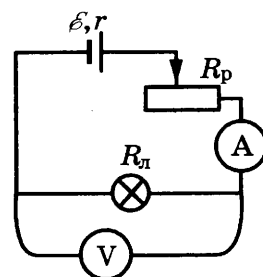
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Емкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U .



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

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) напряжение на источнике тока

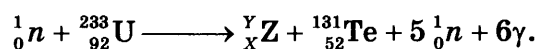
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{U}{R_{\text{л}}}$
- 2) $\frac{U}{R_{\text{л}} + r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}R_{\text{л}} - Ur}{R_{\text{л}}}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}R_{\text{л}} + Ur}{R_{\text{л}}}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией:



При этом образовалось ядро химического элемента ${}^Y_X\text{Z}$. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____.

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних появится за 139,8 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток

Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{8}$

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины. Какие **два** проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,5 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите *все* верные утверждения из пяти приведенных ниже и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	—	—	1	2

- 1) За один период обращения вокруг Солнца Меркурий оборачивается вокруг своей оси менее 2 раз.
- 2) Период обращения Земли вокруг Солнца больше периода обращения Венеры вокруг Солнца примерно в 1,4 раза.
- 3) Венера и Меркурий не имеют спутников.
- 4) Так как Марс расположен дальше всех от Солнца, его скорость движения по орбите наибольшая.
- 5) Венера вращается вокруг своей оси в другую сторону, чем Меркурий.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

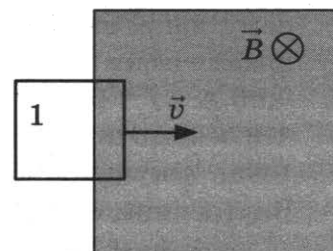
Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

26. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка, с индукцией $B = 0,1$ Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?



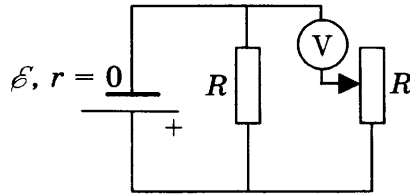
Ответ: _____ м/с.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

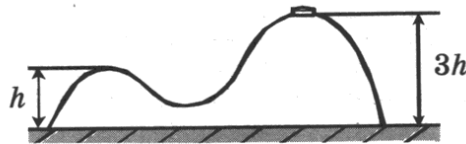
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью $v = 100$ м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса второго осколка, если его скорость равна $v_2 = 400$ м/с?
29. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость горки u в тот момент, когда шайба окажется на левой вершине горки.



30. В калориметре находился $m_1 = 1$ кг льда. Какой была температура льда t_1 , если после добавления в калориметр $m_2 = 15$ г воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, в калориметре установилось тепловое равновесие при $t = -2^\circ\text{C}$? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.
31. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05\text{ A} \leq I \leq 0,2\text{ A}$. Этот светодиод соединен последовательно с резистором R и подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 6$ В. При этом сила тока в цепи равна 0,1 А. Какова сила тока, текущего через светодиод, при замене источника на другой с ЭДС $\mathcal{E}_2 = 4,5$ В? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

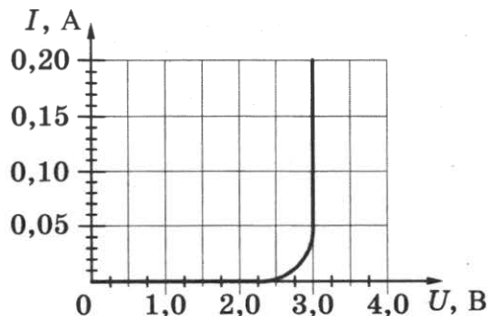


Рис. 1

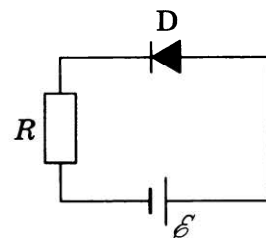
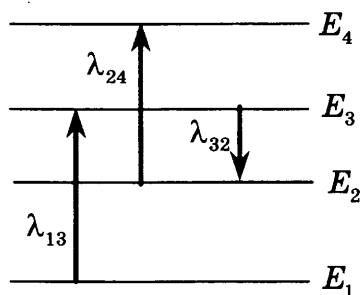


Рис. 2

32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 200$ нм. Какова величина λ_{24} , если $\lambda_{32} = 500$ нм, $\lambda_{13} = 250$ нм?



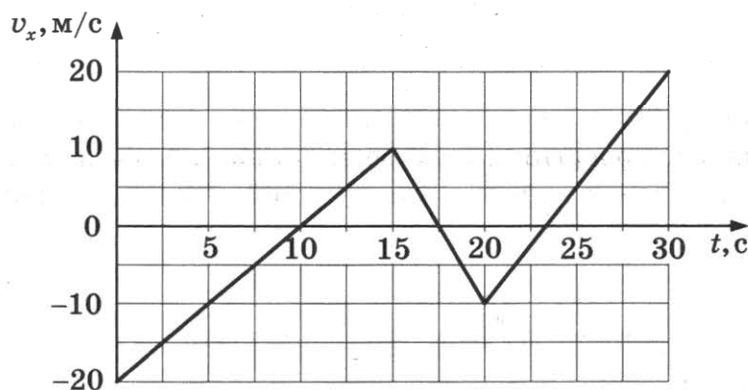
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м.

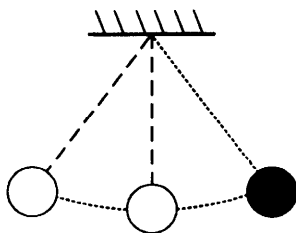
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой $m = 2$ кг ускорение \vec{a} . Чему равна масса тела, которое под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчета имеет ускорение $\frac{1}{4}\vec{a}$?

Ответ: _____ кг.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Какую работу он при этом совершил? Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Математический маятник с периодом колебаний 4 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет минимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие **два** вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 3 с равнялась 6 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.
- 5) За первые 2 с действующая на тело сила совершила работу 10 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его потенциальная энергия и сила реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия груза
Б) скорость груза

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

Ответ:

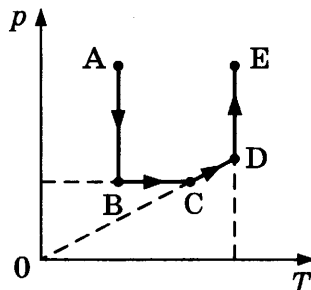
А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при нагревании изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление

увеличилось в 1,5 раза.

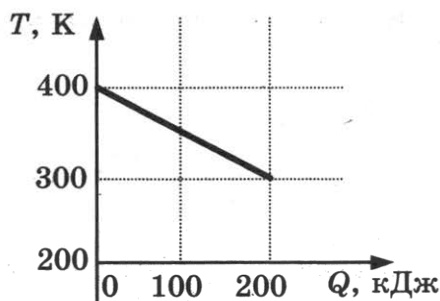
Ответ: _____.

9. Чему равна работа газа в процессе CD (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



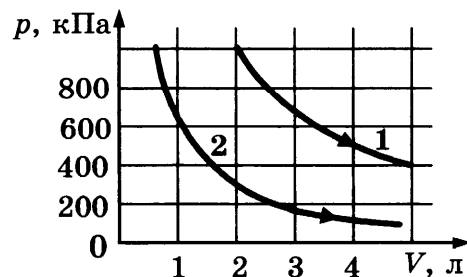
Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите *два* верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) Процесс 1 идет при более высокой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более высокой температуре.
- 5) В процессе 1 объем увеличивается.

Ответ:

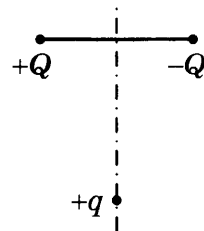
12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объем? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Объем гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).

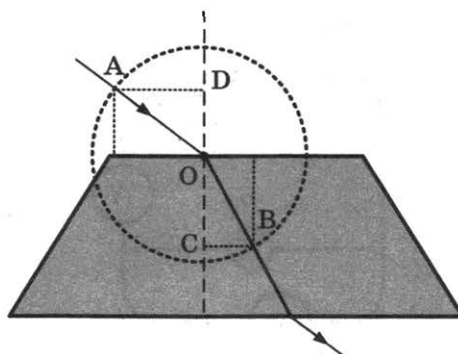


Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 4 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если и длину, и площадь поперечного сечения первого проводника уменьшить в 2 раза?

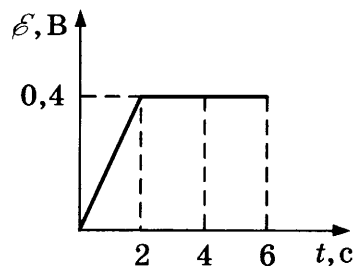
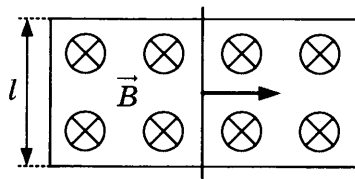
Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AD = OC = 7$ см, $BC = OD = 5$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____.

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4$ Тл, длина проводника $l = 0,1$ м.



- 1) Проводник все время двигался с одинаковой скоростью.
- 2) Через 2 с проводник остановился.
- 3) В момент времени 4 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 4) Первые 2 с сила тока в проводнике увеличивалась.
- 5) Через 2 с проводник начал двигаться в противоположную сторону.

Ответ:

17. Плоский конденсатор подключен к батарее. Как изменятся емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если увеличить зазор между обкладками конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

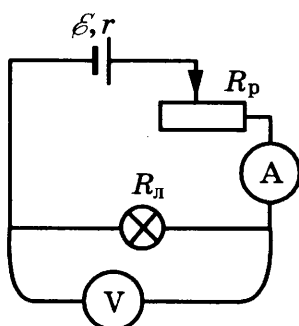
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра в этой схеме. Измерительные приборы считать идеальными.

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



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) показания вольтметра

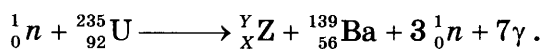
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{\varepsilon R_l}{R_l + R_p + r}$
- 2) $\varepsilon R_l - \varepsilon (R_p + r)$
- 3) $\varepsilon (R_l + R_p + r)$
- 4) $\frac{\varepsilon}{R_l + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией



При этом образовалось ядро химического элемента ${}_X^Y\text{Z}$. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в дефектоскопе к частоте электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в медицинском аппарате.

Ответ: _____.

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 139,8 суток

Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 93,2 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{8}$

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

4) $\frac{7N}{8}$

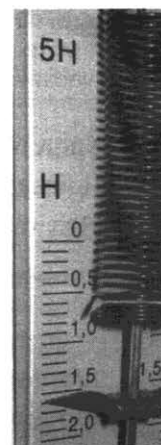
Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра. Какие **два** проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите *все* верные утверждения из пяти приведенных ниже, и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	–	–	1	2

- 1) Самые длинные «сутки» — на Венере.
- 2) Один оборот вокруг Солнца Венера совершает примерно за 224 земных суток.
- 3) Самой вытянутой орбитой обладает Марс.
- 4) Ось вращения Земли практически перпендикулярна плоскости ее орбиты.
- 5) Расстояния до Солнца от Венеры и от Меркурия отличаются в 2 раза.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

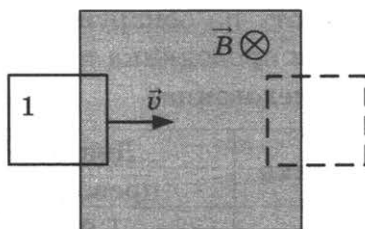
Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а объем увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите конечную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

26. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка, $B = 0,1$ Тл. Проволочную квадратную рамку сопротивлением $R = 10$ Ом и стороной $l = 10$ см перемещают в плоскости рисунка поступательно со скоростью $v = 1$ м/с. Чему равен индукционный ток в рамке в состоянии 1?



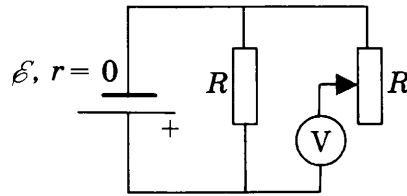
Ответ: _____ мА.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

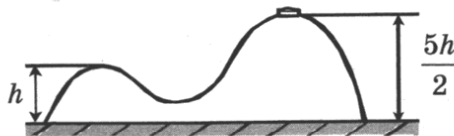
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно мало ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью $v = 100$ м/с, разрывается на два равных осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его скорость $v_2 = 400$ м/с?
29. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $\frac{5}{2}h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной v . Найдите отношение масс шайбы и горки.



30. В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5$ °С. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20$ °С, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0$ °С, причем в калориметре была только вода?
31. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} < I < 0,2 \text{ А}$. Чему равно R сопротивление резистора, включенного последовательно с диодом, если ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В? Сила тока в цепи равна 0,15 А. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

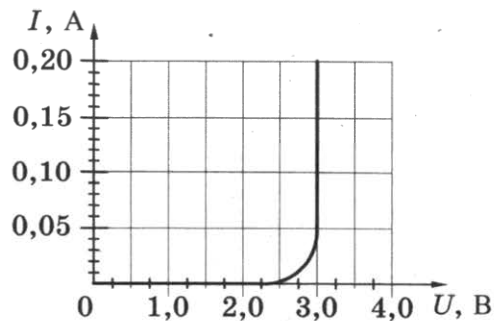


Рис. 1

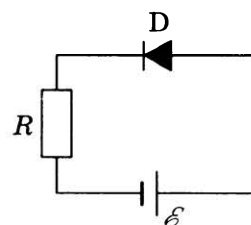
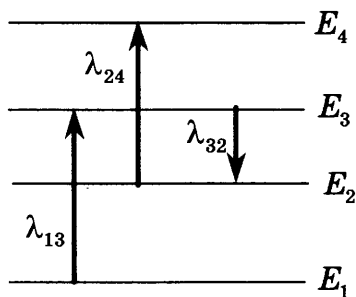


Рис. 2

32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?



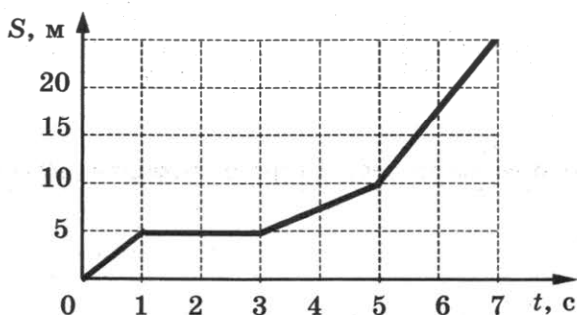
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 1 с до 3 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если и массу спутника, и расстояние от него до центра Земли увеличить в 2 раза?

Ответ: _____.

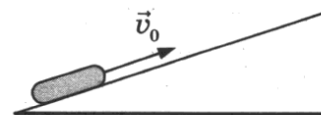
3. Легковой автомобиль и грузовик массами $m = 1000$ кг и $M = 5000$ кг движутся с постоянными скоростями. Отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 2, скорость автомобиля равна $v_1 = 110$ км/ч. Какова скорость грузовика?

Ответ: _____ км/ч.

4. Какова длина звуковой волны в среде, если скорость звука в этой среде $v = 600$ м/с, а частота колебаний $\nu = 200$ Гц?

Ответ: _____ м.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно.



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Время движения шайбы вверх меньше, чем время ее движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз равен v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз модуль работы силы тяжести, действующей на шайбу, одинаков.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении от точки удара до верхней точки больше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх равен модулю ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити меньшей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы нормального давления бруска на плоскость
- Б) модуль ускорения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$
- 2) $\frac{mg}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\frac{g}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 4) $\frac{\mu mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$

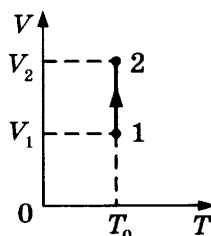
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. Концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив его температуру в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

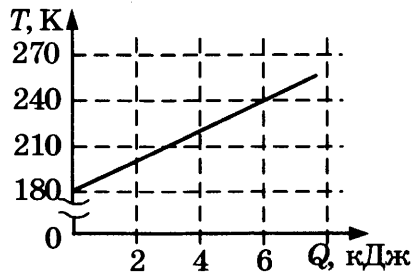
Ответ: _____ кПа.

9. На V - T -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил 40 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу газа в этом процессе, если $V_2 = 2V_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоемкость вещества в этом процессе?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

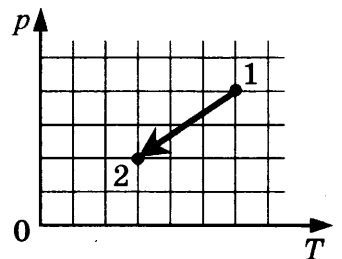
11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 50%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 4 раза меньше начального.

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Плотность пара в сосуде все время увеличивается.
- 2) Давление пара сначала увеличивается, а затем остается постоянным.
- 3) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- 4) После уменьшения объема в 3 раза относительная влажность воздуха в сосуде равна 150%.
- 5) В конечном состоянии масса пара в сосуде в 2 раза меньше начальной массы пара.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются плотность газа ρ и его внутренняя энергия U в ходе указанного на диаграмме процесса?



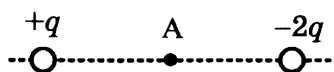
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Плотность газа	Внутренняя энергия

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

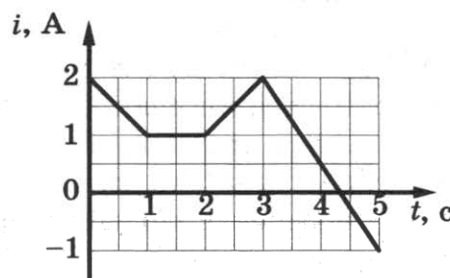
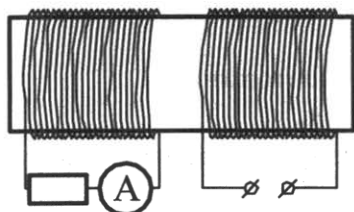
14. Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом и 4 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале равно 10 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить на 2 см?

Ответ: _____ см.

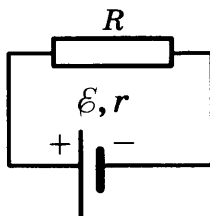
16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения. Явлением самоиндукции пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с ЭДС индукции в левой катушке равна 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Сила тока через амперметр была отлична от 0 только в промежутках 0–1 с и 3–5 с.
- 5) Сила тока в левой катушке в промежутке 0–1 с была больше, чем в промежутке 2–3 с.

Ответ:

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на источнике?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	Напряжение на источнике

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воздухе — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны в воде
Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda\nu$
2) $\frac{\lambda}{n}$
3) $\lambda\nu n$
4) $\frac{\lambda\nu}{n}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа кальция.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5 B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение периода колебаний электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке?

Ответ: _____.

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона, e — модуль заряда электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$
 Б) максимальная скорость фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{eA_{\text{вых}}}$
 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
 3) $\sqrt{\frac{2}{m_e}(h\nu - A_{\text{вых}})}$
 4) $\frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{e}$

Ответ:

А	Б

22. При определении скорости v равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру: $t = 10,00$ с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки: $S = 150 \pm 1$ см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (____ \pm ____) см/с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	Сталь	25 см ³	Сталь
2	Сталь	50 см ³	Сталь
3	Сталь	25 см ³	Алюминий
4	Чугун	25 см ³	Сталь
5	Чугун	50 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альгаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12 800	20	90	1100
Сириус	10 400	3	1,7	8,7

Выберите *все* верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и запишите их номера.

- 1) Плотность звезды Денеб составляет 0,00012 от плотности Солнца.
- 2) Звезды Полярная и Бетельгейзе находятся на одинаковом расстоянии от Солнца, поэтому их видимые размеры одинаковы.
- 3) Звезды Капелла и Денеб принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Сириус — самая близкая к Солнцу звезда (из звезд, представленных в таблице).
- 5) Звезды Альтаир и Сириус имеют одинаковые размеры, поэтому их светимость одинакова.

Ответ: _____.

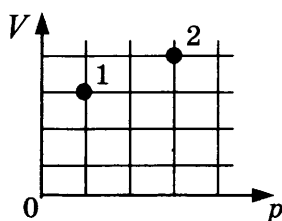


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В сосуде находится 1 моль одноатомного идеального газа. В состоянии 2 температура газа равна 600 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 1 (см. рисунок). Ответ округлите до целых.



Ответ: _____ Дж.

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скоростям частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времен $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.



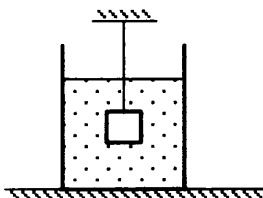
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

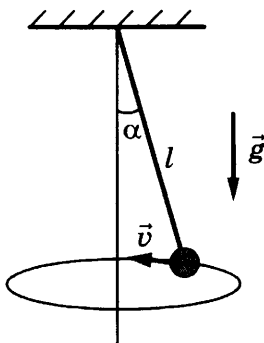
27. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Груз объемом $V = 1$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 15$ Н. Найдите массу груза.



29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 20$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Определите период τ вращения груза.



30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?
31. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту $\nu = 10^7$ Гц. Емкость плоского воздушного конденсатора контура $C = 0,2$ мкФ, расстояние между его пластинами $d = 1$ мм. Какова максимальная напряженность электрического поля конденсатора E_{\max} в ходе колебаний, если максимальный ток в катушке индуктивности равен $I_{\max} = 1$ А?
32. Коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$), равен $\eta = 25\%$, а ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ. Какая масса урана-235 необходима для работы электростанции в течение недели?



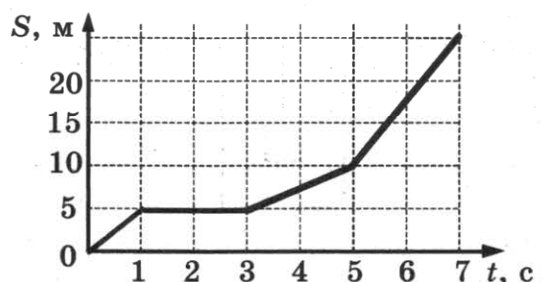
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 3 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а расположен он в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Марса к Солнцу? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружностям.)

Ответ: _____.

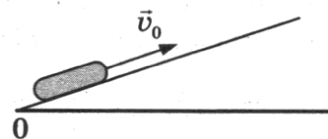
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ кг.

4. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

Ответ: _____ Гц.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Время движения шайбы вверх равно времени движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
- Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

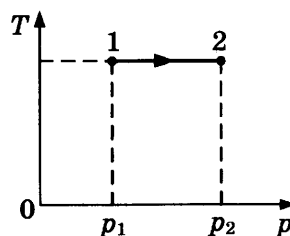
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. При неизменной температуре концентрацию молекул газа увеличили в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

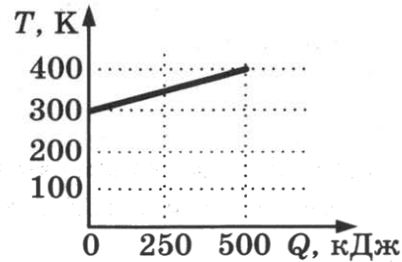
Ответ: _____ кПа.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу внешних сил над газом в этом процессе, если $p_2 = 2 p_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



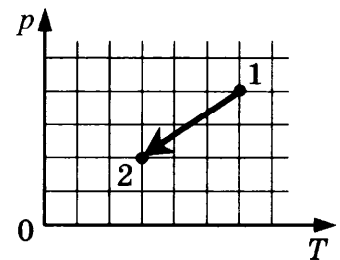
Ответ: _____ кДж/(кг · К).

11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде все время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состояниях масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Масса газа не меняется. Как изменяются объем газа V и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул E_k в ходе указанного процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Объем газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

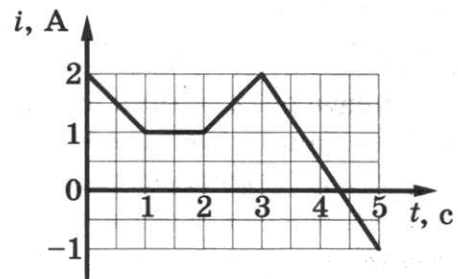
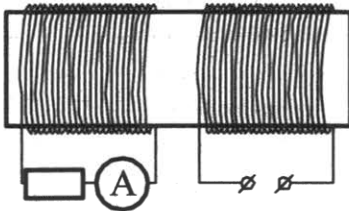
14. Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и плоским зеркалом равно 6 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить в два раза?

Ответ: _____ см.

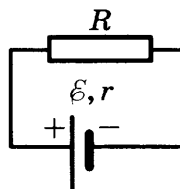
16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения. Явлением самоиндукции пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Все время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно считать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость света в воздухе
Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \nu$
2) $\frac{\lambda}{\nu}$
3) $\lambda \nu n$
4) $\frac{\lambda}{\nu} n$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа меди.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29 медь 63 ₈₉ 65 ₃₁	Cu	30 цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Zn	31 галлий 69 ₈₀ 71 ₄₀	Ga

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение частоты света в первом пучке к частоте света во втором пучке?

Ответ: _____.

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$
Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
3) $\frac{2}{m_e} \sqrt{h\nu - A_{\text{вых}}}$
4) $h\nu - A_{\text{вых}}$

Ответ:

А	Б

22. При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объем масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	Сталь	25 см^3	Сталь
2	Сталь	50 см^3	Сталь
3	Сталь	25 см^3	Алюминий
4	Чугун	25 см^3	Сталь
5	Чугун	50 см^3	Медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12 800	20	90	1100
Сириус	10 400	3	1,7	8,7

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и запишите их номера.

- Полярная звезда относится к сверхгигантам.
- Звезды Антарес и Бетельгейзе относятся к одному спектральному классу.
- Размер Полярной звезды в 2 раза меньше, чем звезды Ригель.
- Звезда Ригель — самая удаленная звезда от Солнца (из звезд, представленных в таблице).
- Звезда Альтаир относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга–Рессела.

Ответ: _____.

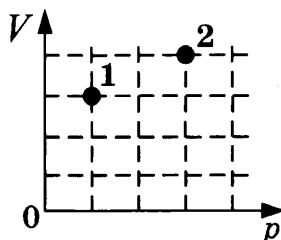


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В сосуде находится 1 моль идеального одноатомного газа. В состоянии 1 температура газа равна 100 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 2 (см. рисунок).



Ответ: _____ Дж.

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скорости частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.



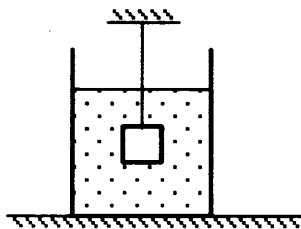
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

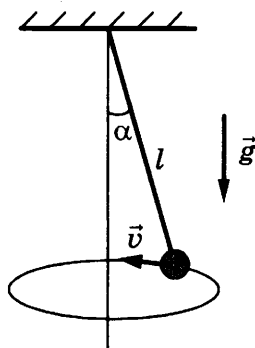
27. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?



30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?
31. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
32. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$) массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.



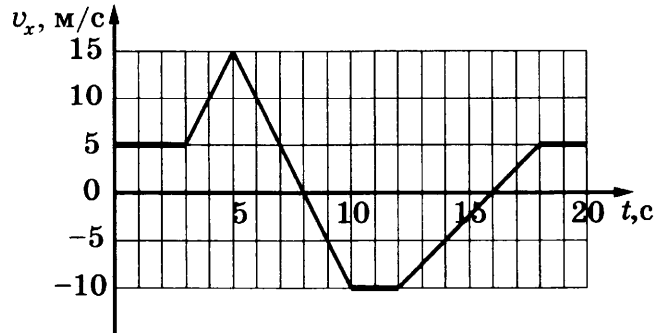
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна a_x проекция ускорения тела на ось Ox в интервале времени от 5 до 10 с?



Ответ: _____ м/с².

2. Определите силу, под действием которой пружина жесткостью 200 Н/м удлинится на 5 см.

Ответ: _____ Н.

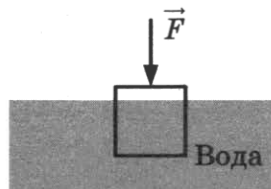
3. Шарик массой 150 г начинает падать с высоты 20 м из состояния покоя. Какова его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Ответ: _____ Дж.

4. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 0,33 м. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

5. В таблице приведены результаты опытов по определению модуля силы \vec{F} , с которой нужно вертикально вниз действовать на деревянный кубик с ребром 10 см, для того чтобы погрузить его в воду. Перед началом опытов кубик плавал в воде. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице. Считать, что в каждом из опытов кубик покоился.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 8 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,6 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ:

--	--

6. Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как изменятся с набором высоты модуль ускорения камня и горизонтальная составляющая его скорости?

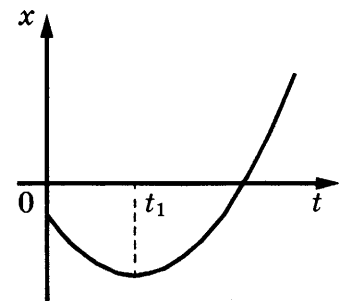
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

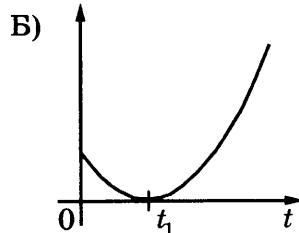
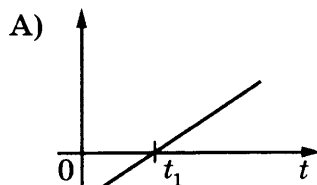
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. 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 импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось Ox
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

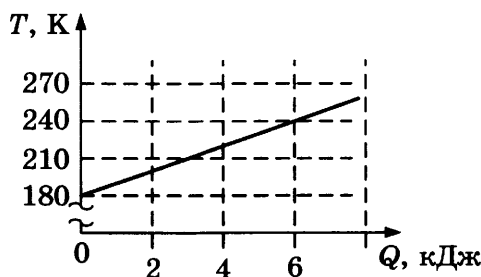
8. Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру газа, чтобы его объем уменьшился в 4 раза?

Ответ: уменьшить в _____ раз (раза).

9. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 60%. Какой будет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза?

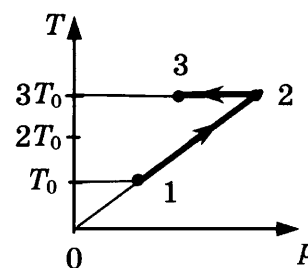
Ответ: _____ %.

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоемкость вещества в этом процессе?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 объем газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Концентрация газа в состоянии 1 равна концентрации газа в состоянии 2.

Ответ:

12. Объем сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменятся в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

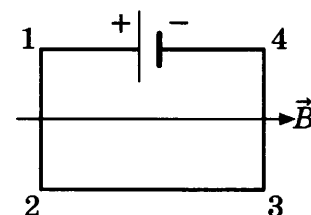
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

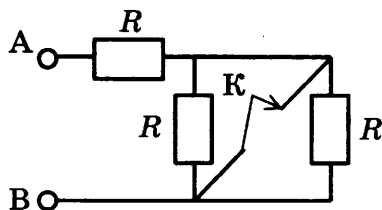
Давление газа	Внутренняя энергия газа

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально вправо (см. рисунок). Куда направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4? Ответ запишите словом (словами).



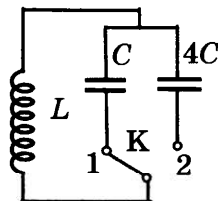
Ответ: _____.

14. Определите сопротивление участка цепи АВ, изображенного на рисунке, если ключ К замкнуть. Сопротивление каждого резистора равно 3 Ом.



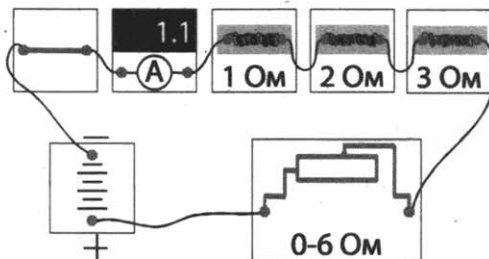
Ответ: _____ Ом.

15. В колебательном контуре, показанном на рисунке, период колебаний силы тока равен 2 мкс. Каким будет период колебаний напряжения на конденсаторе, если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: _____ мкс.

16. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта? Сопротивления батарейки, ключа и амперметра пренебрежимо малы.



- 1) Если идеальный вольтметр подключить параллельно резистору с сопротивлением 3 Ом, то его показания будут равны 3 В.
- 2) На резисторе с сопротивлением 2 Ом за 1 минуту выделяется 145,2 Дж теплоты.
- 3) При перемещении ползунка реостата вправо показания амперметра увеличиваются.
- 4) При перемещении ползунка реостата влево напряжение на резисторе с сопротивлением 1 Ом увеличивается.
- 5) Общее сопротивление цепи равно 6 Ом, если ползунок реостата находится в крайнем правом положении.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом энергия конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

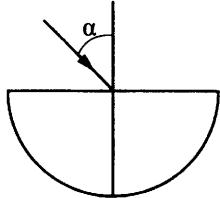
Энергия конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. Исследовались возможные способы наблюдения полного внутреннего отражения. В первом из них узкий пучок света шел из воздуха в стекло, во втором — из стекла в воздух. (Показатель преломления стекла в обоих случаях n .) При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?

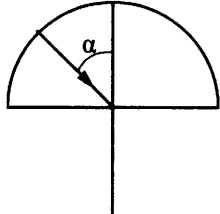
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ

А) свет идет из воздуха в стекло



Б) свет идет из стекла в воздух



УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

- 1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения
- 2) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$
- 3) наблюдается при $\alpha < \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$
- 4) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = n$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит частица X , которая образуется в результате реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: через _____ лет.

21. Выберите среди приведенных во втором столбце ядерных реакций те, которые являются примерами реакций альфа- и бета-распада.

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

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

- А) альфа-распад
- Б) бета-распад

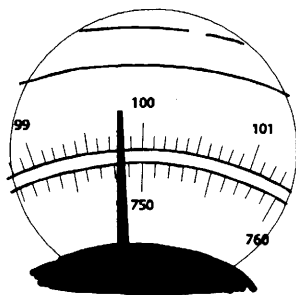
ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

- 1) ${}^{176}_{77}\text{Ir} \rightarrow {}^{172}_{75}\text{Re} + {}^4_2\text{He}$
- 2) ${}^{178}_{71}\text{Lu} \rightarrow {}^{178}_{72}\text{Hf} + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$
- 3) ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow {}^{256}_{102}\text{No} + 4 {}^1_0n$
- 4) ${}^{113}_{48}\text{Cd} + {}^1_0n \rightarrow {}^{114}_{48}\text{Cd} + \gamma$

Ответ:

А	Б

22. В паспорте барометра указано, что погрешность прямого измерения давления не превосходит 3 мм рт. ст. Чему равно давление в комнате согласно показаниям барометра?



Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого школьник взял батарейку, резистор и соединительные провода. Какие **два** предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) реостат
- 2) вольтметр
- 3) конденсатор
- 4) линейка
- 5) амперметр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1,9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Линейная скорость движения по орбите у Сатурна больше, чем у Урана.
- 2) Ускорение свободного падения на Венере составляет примерно $3,1 \text{ м/с}^2$.
- 3) Угловая скорость вращения Марса относительно собственной оси вращения больше, чем у Земли.
- 4) Средняя плотность Венеры почти в 10 раз меньше средней плотности Сатурна.
- 5) Вторая космическая скорость для Нептуна больше, чем для Урана.

Ответ: _____.

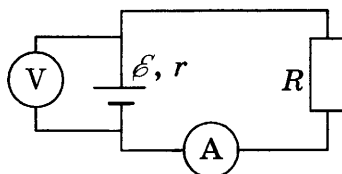


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В цепи, изображенной на рисунке, ЭДС источника 5 В, а его внутреннее сопротивление 2 Ом. Источник нагружен на сопротивление 3 Ом. Какова сила тока в цепи?



Ответ: _____ А.

26. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой 10 дптр. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

Ответ: _____ м.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображенного на рисунке 1. Пролетая сквозь закрепленное проволочное кольцо, стержень создает в нем электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рисунке 2.

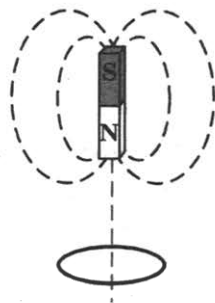


Рис. 1

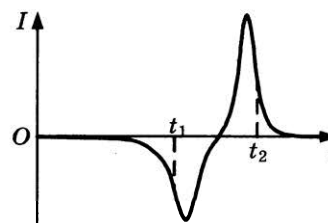


Рис. 2

Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебечь.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причем векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более быстрого шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с?

29. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью $k = 400$ Н/м, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент, после чего оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?



30. В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре -20 °С, налили 0,2 кг воды при температуре 10 °С. Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.

31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

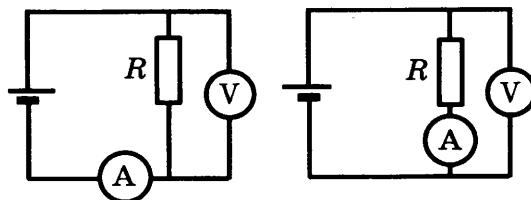


Схема 1

Схема 2

32. Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 531$ нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19}$ Дж?



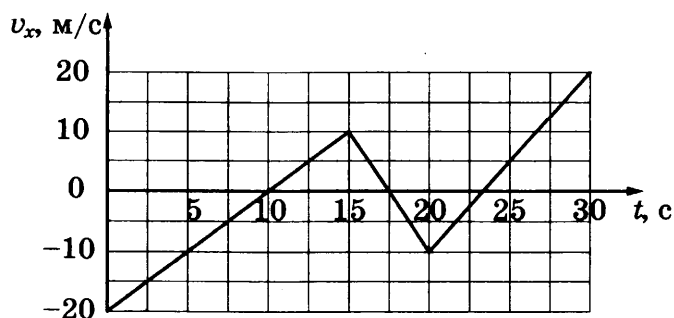
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 9

Часть 1

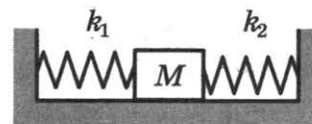
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежутке от 15 до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Чему равна жесткость первой пружины k_1 ?

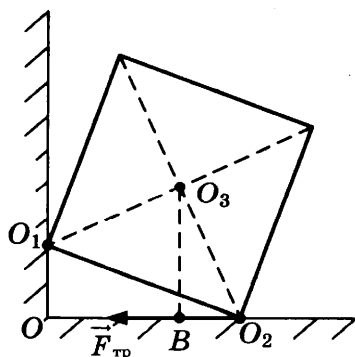


Ответ: _____ Н/м.

3. Автомобиль с выключенным двигателем проехал 50 м вниз по дороге, проложенной под углом 30° к горизонту. При этом его скорость достигла 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

4. Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Чему равен момент силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости чертежа, если модуль силы трения равен 2 Н, $O_3B = 4$ см, $O_2O_3 = 5$ см, $OO_2 = 6,5$ см?



Ответ: _____ Н · м.

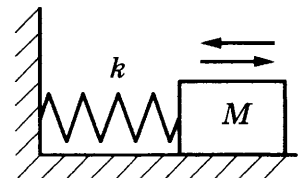
5. Груз массой 0,1 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате небольшого толчка груз пришел в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза относительно положения равновесия h от времени t . На основании данных, приведенных в таблице, выберите **два** верных утверждения о движении груза.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ см}$	0	12	20	12	0	12	20	12	0

- 1) Максимальный угол отклонения нити от вертикали равен 60° .
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В промежуток времени от 0 с до 5 с кинетическая энергия груза достигла максимального значения 2 раза.
- 4) В момент 8 с кинетическая энергия груза равна 0.
- 5) Максимальная скорость груза равна 4 м/с.

Ответ:

6. На гладкой горизонтальной плоскости колеблется небольшой брусок, соединенный пружиной с вертикальной стенкой (пружинный маятник). Как изменится амплитуда колебаний бруска и его максимальная кинетическая энергия, если в момент прохождения положения равновесия вертикально сверху положить на первый брусок еще один такой же брусок?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

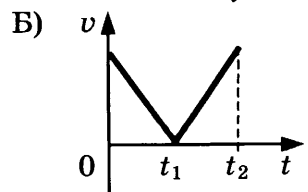
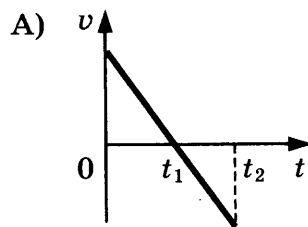
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Амплитуда колебаний	Максимальная кинетическая энергия

7. Графики А) и Б) представляют собой зависимости проекции скорости прямолинейно движущегося тела от времени t . Установите соответствие между графиками и характеристиками движения каждого тела.

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

ГРАФИКИ



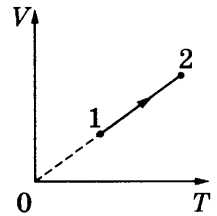
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

- 1) в промежутке времени от 0 до t_2 тело не меняло направление движения
- 2) в промежутке времени от 0 до t_2 тело не останавливалось
- 3) в промежутке времени от 0 до t_2 ускорение тела было постоянным
- 4) путь, пройденный телом в промежутке времени от 0 до t_1 , меньше, чем в промежутке времени от t_1 до t_2

Ответ:

А	Б

8. На рисунке приведен график зависимости объема идеального газа постоянной массы от его абсолютной температуры. Давление газа в состоянии 1 равно 50 кПа. Чему равно давление газа в состоянии 2, если его объем увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ кПа.

9. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 40 кДж теплоты. Какую работу совершает при этом рабочее тело двигателя?

Ответ: _____ кДж.

10. В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе?

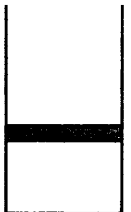
Ответ: _____ кДж.

11. В сосуде под поршнем находится вода и водяной пар. Масса воды равна массе пара. Объем сосуда изотермически увеличивают в 3 раза. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Масса пара в сосуде не изменяется.
- 2) В конечном состоянии давление пара в сосуде в три раза меньше первоначального.
- 3) Давление пара сначала было постоянным, а затем стало уменьшаться.
- 4) Плотность пара в начале и в конце опыта одинакова.
- 5) Концентрация пара в сосуде в начале опыта больше, чем в конце опыта.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплен и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается еще такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



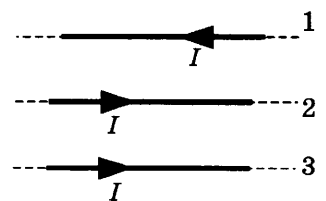
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

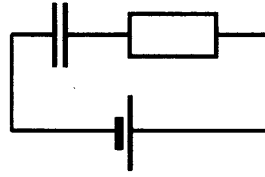
Давление газа	Концентрация молекул газа

13. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники — тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока). Ответ запишите словом (словами).



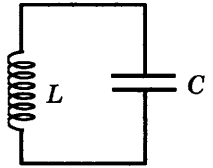
Ответ: _____.

14. Чему равен заряд конденсатора в схеме, представленной на рисунке, если ЭДС батарейки равна $\mathcal{E} = 8$ В, сопротивление резистора $R = 5$ Ом, емкость конденсатора $C = 20$ мкФ?



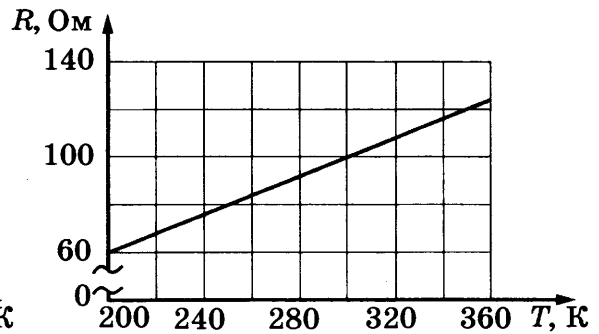
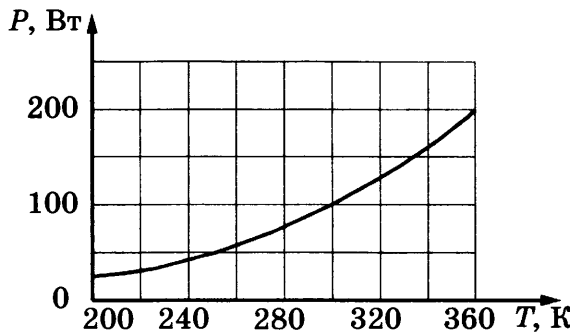
Ответ: _____ мкКл.

15. В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = 2000\pi$ с⁻¹. Определите период колебаний напряжения.



Ответ: _____ с.

16. На рисунке изображены графики зависимости мощности лампы накаливания $P = P(T)$ и сопротивления ее спирали $R = R(T)$ от температуры. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя эти графики.



- 1) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 200$ Вт меньше 150 В.
- 2) Сопротивление спирали лампы при подводимой мощности $P = 100$ Вт равно 80 Ом.
- 3) С уменьшением мощности, подводимой к лампе, напряжение на ней падает.
- 4) Напряжение на лампе возрастает пропорционально подводимой к ней мощности.
- 5) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 100$ Вт равно 100 В.

Ответ:

17. Неразветвленная электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключенного к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	ЭДС источника

18. Установите соответствие между формулами для расчета физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: W — мощность тока в резисторе; I — сила тока; U — напряжение на резисторе. 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. Сопrotивлением контура пренебrecь.

ФОРМУЛЫ

A) $\frac{W}{U}$

B) IU

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока через резистор

2) напряжение на резисторе

3) мощность тока в резисторе

4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5 B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Чему равно число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа меди?

Ответ:

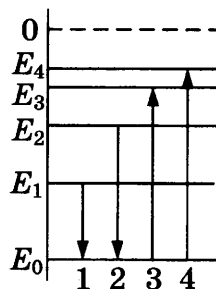
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн $\lambda_1 = 500$ нм и $\lambda_2 = 800$ нм. Чему равно отношение энергий фотонов в этих пучках $\frac{E_1}{E_2}$?

Ответ: _____.

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырех переходов связан с поглощением света наибольшей длины волны, а какой — с излучением света наибольшей частоты?



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

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наибольшей длины волны
- Б) излучение света наибольшей частоты

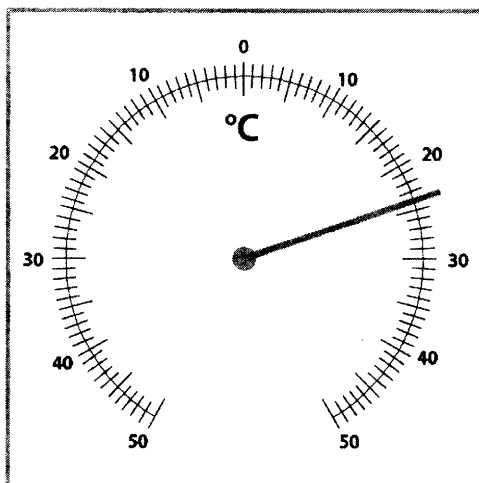
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

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

Ответ:

А	Б

22. Чему равна температура в комнате, согласно показаниям комнатного термометра, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____ ± _____) °С.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент жесткости пружины. Для этого школьник взял штатив с закрепленной на нем пружиной. Какие **два** предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

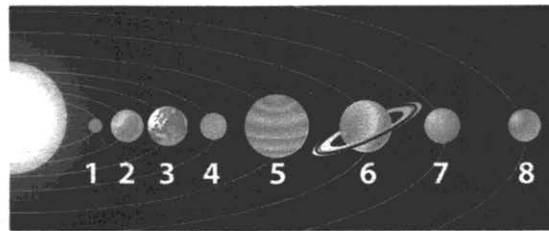
- 1) реостат
- 2) магнит
- 3) батарейка
- 4) линейка
- 5) динамометр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений **все** верные и укажите их номера.



- 1) Планетой 2 является Венера.
- 2) Планета 5 относится к планетам земной группы.
- 3) Планета 3 имеет 1 спутник.
- 4) Планета 5 не имеет спутников.
- 5) Атмосфера планеты 1 состоит в основном из углекислого газа.

Ответ: _____.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

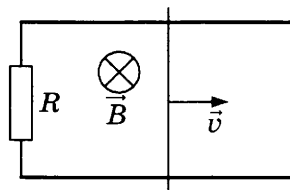
Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жесткими стенками объемом $0,6 \text{ м}^3$. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж . На сколько возросло давление газа?

Ответ: _____ кПа.

26. Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре?



Ответ: _____ А.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается желтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощенных фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зеленым светом, оставив мощность поглощенного катодом света неизменной.

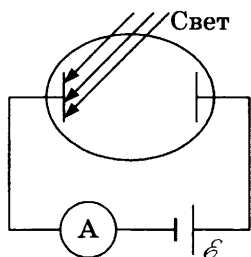


Рис. 1

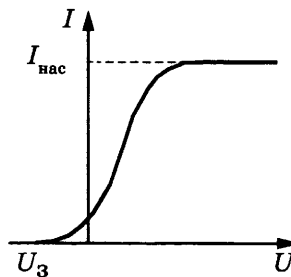
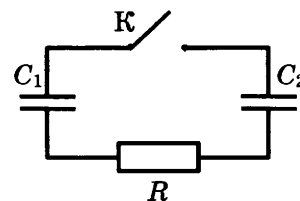


Рис. 2

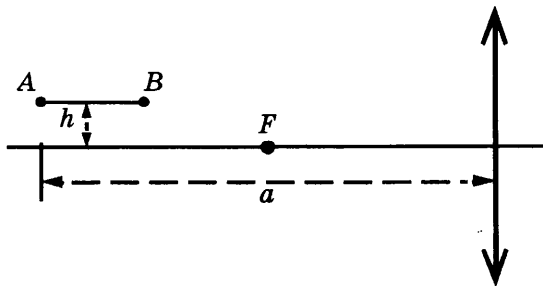
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?
29. Средняя плотность планеты Плюк равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плюка в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).
30. Воздушный шар объемом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой до температуры $77 \text{ }^\circ\text{C}$. Какой должна быть максимальная температура окружающего воздуха плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзина и воздухоплаватель) массой 200 кг? Оболочку шара считать нерастяжимой.

31. Конденсатор $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ заряжен до напряжения $U = 300 \text{ В}$ и включен в последовательную цепь из резистора $R = 300 \text{ Ом}$, незаряженного конденсатора $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



32. Тонкая палочка AB длиной $l = 10 \text{ см}$ расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15 \text{ см}$ от нее (см. рисунок). Конец A палочки располагается на расстоянии $a = 40 \text{ см}$ от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину L . Фокусное расстояние линзы $F = 20 \text{ см}$.



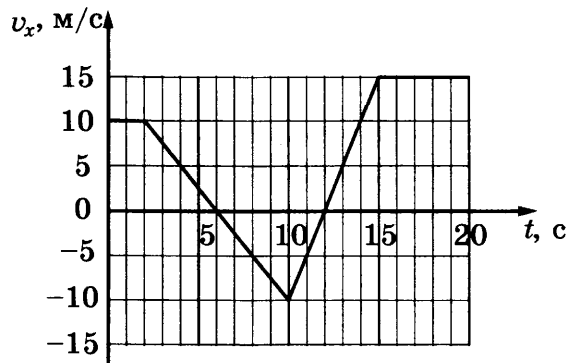
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с?



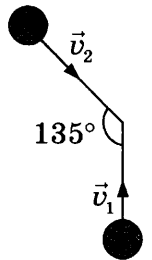
Ответ: _____ м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

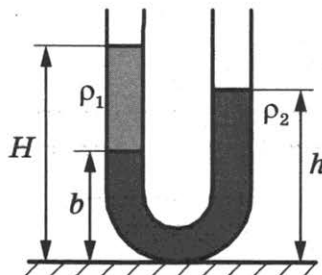
Ответ: _____ Н.

3. Одинаковые шары массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4$ м/с, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?

Ответ: _____ кг · м/с.



4. В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). Жидкости не смешиваются. На рисунке $b = 15$ см, $h = 30$ см, $H = 35$ см. Чему равно отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$?



Ответ: _____.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ м}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Ответ:

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

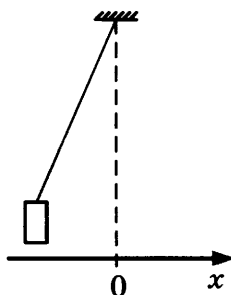
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

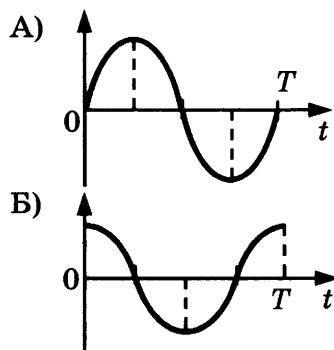
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности
<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А) и Б) показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

8. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объем 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____ л.

9. Кусок металла с удельной теплоемкостью $450 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ нагрели от 20°C до 60°C , затратив количество теплоты, равное 36 кДж . Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг.

10. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж . Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж . Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

11. В жестком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16°C . Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Воздух в сосуде нагревают до 25°C . Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

$t \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16°C на стенках сосуда есть капельки росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18°C равна 75% .
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остается постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Ответ:

--	--

12. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

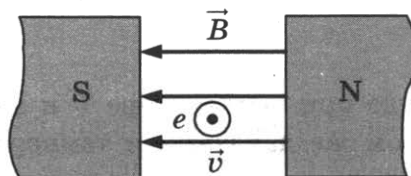
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

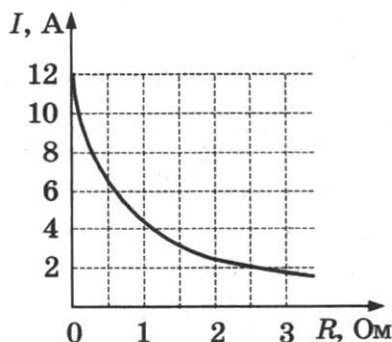
14. Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением $a = 20 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле напряженностью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $3q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

Ответ: _____ м/с².

15. Индуктивность одного витка проволоки равна $4 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока магнитный поток через поперечное сечение катушки, сделанной из 5 витков, равен 20 мВб?

Ответ: _____ А.

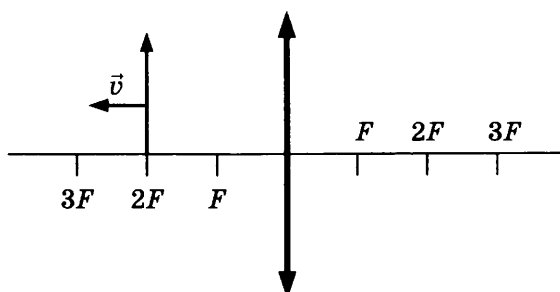
16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ:

17. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, t — время протекания тока.

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

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

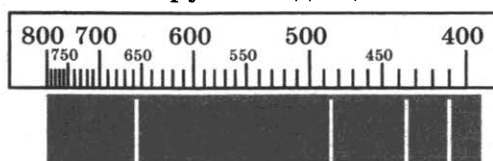
19. Ядро магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волн в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра? Ответ округлите до целого значения.



Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Дж.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

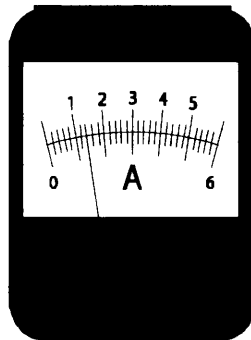
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие **два** предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.
- 2) Центробежное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца больше центробежного ускорения Марса.
- 3) Первая космическая скорость для Нептуна меньше, чем для Урана.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 4 м/с^2 .
- 5) Сила притяжения Сатурна к Солнцу больше, чем у Юпитера.

Ответ: _____.

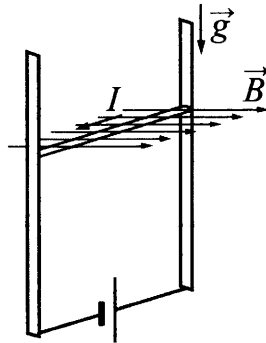


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответами к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой $0,2 \text{ кг}$, по которому течет ток 2 А . Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2 \text{ Тл}$. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с^2 ?



Ответ: _____ м.

26. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5 \text{ дптр}$. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

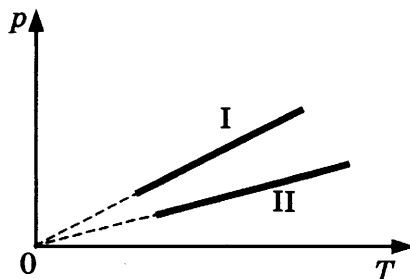
Ответ: _____ см.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

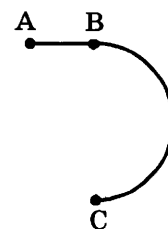
27. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

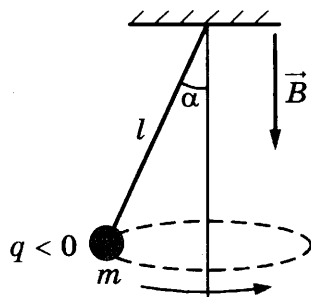
28. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.

29. Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



30. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

31. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



32. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота ν падающего света?



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

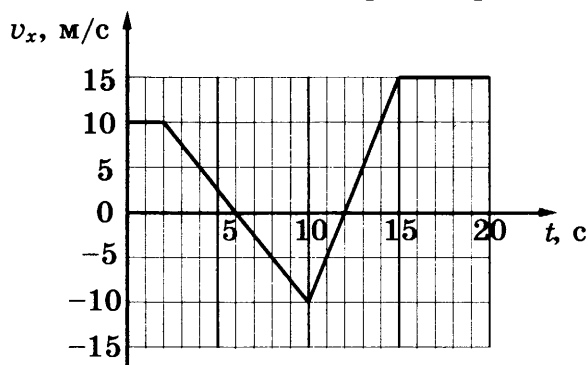
СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 10 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ)

Задания 1–26

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с?



Решение:

Проекцию ускорения тела на выделенную ось можно найти как отношение разности проекций скоростей тела на эту ось в конце и начале заданного промежутка времени к длительности промежутка: $a_x = \frac{15 - (-10)}{5} = 5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 5 м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

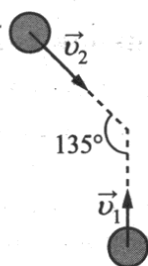
Решение:

Согласно закону всемирного тяготения, сила, с которой Земля действует на космонавта, равна $F = G \frac{Mm}{r^2}$, где M — масса Земли, m — масса космонавта, G — гравитационная постоянная, r — расстояние от центра Земли до космонавта. Тогда у поверхности эта сила равна $F_1 = G \frac{Mm}{R^2}$, а на расстоянии двух радиусов от поверхности:

$$F_2 = G \frac{Mm}{(3R)^2} = \frac{F_1}{9} = 100 \text{ Н.}$$

Ответ: 100 Н.

3. Одинаковые шары массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4 \text{ м/с}$, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



Решение:

При столкновении шаров выполняется закон сохранения импульса: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = \vec{p}$, где \vec{p} — импульс шаров после столкновения. Спроецируем это векторное равенство на вертикальную и горизонтальную ось:

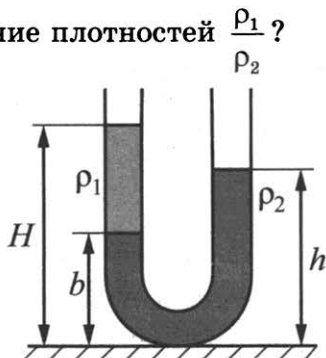
$$mv_1 - mv_2 \cos 45^\circ = p_y; \quad mv_2 \sin 45^\circ = p_x.$$

Учитывая связь между v_1 и v_2 , получим, что $p_y = 0$.

$$\text{Тогда } p = p_x = mv_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = mv_1 = 1,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 1,6 кг · м/с.

4. В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). Жидкости не смешиваются. На рисунке $b = 15 \text{ см}$, $h = 30 \text{ см}$, $H = 35 \text{ см}$. Чему равно отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$?



Решение:

На одном уровне в сообщающихся сосудах давление одинаково. На расстоянии b от пола давление в левом колене создает только жидкость плотностью ρ_1 , а в правом — жидкость плотностью ρ_2 (так как оба колена открыты, атмосферное давление можно не учитывать).

$$\text{Тогда: } \rho_1 g(H - b) = \rho_2 g(h - b). \text{ Получаем } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h - b}{H - b} = \frac{15}{20} = 0,75.$$

Ответ: 0,75.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ м}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Решение:

При равномерном движении за любые равные промежутки времени перемещение тела одинаковое, что не выполняется для первого тела — ответ 1 неверен.

Второе тело покоится, значит, сумма действующих на него сил равна нулю (согласно второму закону Ньютона) — это утверждение верное.

Тело 3 движется равномерно, и его скорость равна $v = \frac{x(1) - x(0)}{1 - 0} = 2 \text{ м/с}$ — верный от-

вет. Кинетическая энергия этого тела постоянна и равна $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 4}{2} = 0,2 \text{ Дж}$ — от-

вет 5 неверен.

Тело 4 действительно колеблется, но движение полностью повторяется через 4 с, т. е. $T = 4 \text{ с}$.

Ответ: 23 (или 32).

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

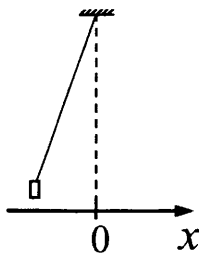
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности

Решение:

Движение шарика в этом опыте является свободным падением и происходит с ускорением \vec{g} , которое постоянно вблизи поверхности земли и от скорости тела не зависит. При уменьшении начальной скорости шарик поднимется на высоту $H_1 < H$. Так как потенциальная энергия шарика определяется его высотой h относительно земной поверхности и равна mgh , то она уменьшится.

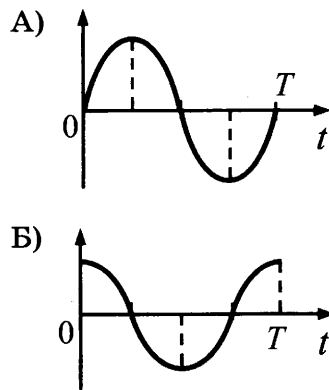
Ответ: 32.

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А) и Б) показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Решение:

Движение груза является гармоническим колебанием, при котором его координата, проекция скорости и ускорения на ось x меняются по законам \sin или \cos . Согласно рисунку тело движется из положения, в котором его координата минимальна, значит, закон движения имеет вид:

$$x(t) = -A \cos(\omega t),$$

где A — амплитуда колебаний, ω — циклическая частота. Оба представленных графика не соответствуют этому закону.

Проекцию скорости и ускорения на ось x можно найти следующим образом:

$$v_x(t) = x'(t) = A\omega \sin(\omega t)$$

$$a_x(t) = v_x'(t) = A\omega^2 \cos(\omega t).$$

Таким образом, график А) соответствует зависимости от времени проекции скорости или импульса $p_x = mv_x$, а график Б) — проекции ускорения a_x .

Ответ: 34.

8. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объем 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Решение:

Запишем уравнение Менделеева–Клапейрона для 1 моль водорода и для 3 моль водорода:

$$pV = RT; pV_1 = 3R \cdot 2T.$$

Поделив уравнения друг на друга, получим: $V_1 = 6V = 18$ л.

Ответ: 18 л.

9. Кусок металла с удельной теплоемкостью 450 Дж / (кг · К) нагрели от 20 °С до 60 °С, затратив количество теплоты, равное 36 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

Решение:

Количество теплоты, необходимое для нагревания вещества массой m , равно $Q = cm\Delta t$, где c — удельная теплоемкость вещества, Δt — изменение его температуры. Получим:

$$m = \frac{Q}{c\Delta t} = \frac{36000}{450 \cdot 40} = 2 \text{ кг.}$$

Ответ: 2 кг.

10. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж. Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Решение:

Согласно первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где Q — количество теплоты, полученное газом, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. Подставляя числовые данные, получим: $Q = -30 + 150 = 120$ Дж.

Ответ: 120 Дж.

11. В жестком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Воздух в сосуде нагревают до 25 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите *два* верных утверждения о результатах этого опыта.

t °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16 °С на стенках сосуда есть капли росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °С равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остается постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Решение:

Капли росы могут быть на стенках сосуда, только если пар насыщенный, так как при температуре 16 °С плотность пара меньше плотности насыщенного пара при этой температуре, значит, пар не насыщенный и росы нет.

По определению относительной влажности $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{1,155}{1,54} \cdot 100\% = 75\%$ — ответ

верный.

При увеличении температуры плотность паров в сосуде не изменяется (m и V постоянны), а плотность насыщенных паров увеличивается — относительная влажность уменьшается, ответ верный.

При увеличении температуры в сосуде неизменного объема давление увеличивается — ответ неверен.

Ответ: 23 (или 32).

12. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменятся при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

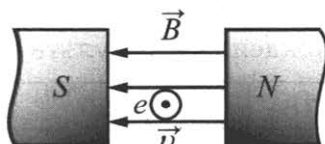
Решение:

Для одного моль идеального одноатомного газа внутренняя энергия равна $U = \frac{3}{2} RT$, то есть при увеличении внутренней энергии температура газа увеличивается.

При адиабатном процессе газ не обменивается теплом с окружающей средой. Тогда согласно первому закону термодинамики $0 = \Delta U + A$, где ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. $\Delta U > 0$, значит, $A < 0$ и объем газа уменьшается, а давление увеличивается.

Ответ: 11.

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Решение:

Используя правило левой руки и учитывая, что заряд электрона отрицательный, получим направление силы Лоренца — вверх.

Ответ: **вверх**.

14. Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением $a = 20 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле напряженностью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $3q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

Решение:

На пылинку в электрическом поле действует сила $F = qE$. Найдем ее ускорение, используя 2-й закон Ньютона $a = \frac{qE}{m}$. Для второй пылинки $a_1 = \frac{3qE}{2m} = \frac{3}{2}a = 30 \text{ м/с}^2$.

Ответ: **30 м/с²**.

15. Индуктивность одного витка проволоки равна $4 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока магнитный поток через поперечное сечение катушки, сделанной из 5 витков, равен 20 мВб?

Решение:

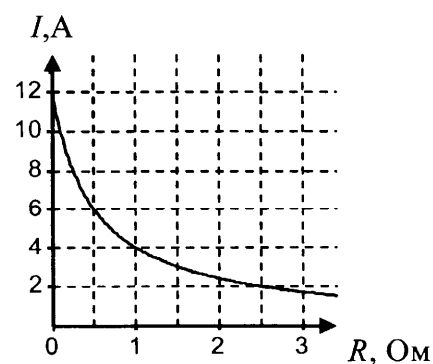
Магнитный поток через 1 виток равен $\Phi = LI$, через катушку из N витков $\Phi_0 = NLI$.

Тогда $I = \frac{\Phi_0}{NL} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ А}$.

Ответ: **1 А**.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.



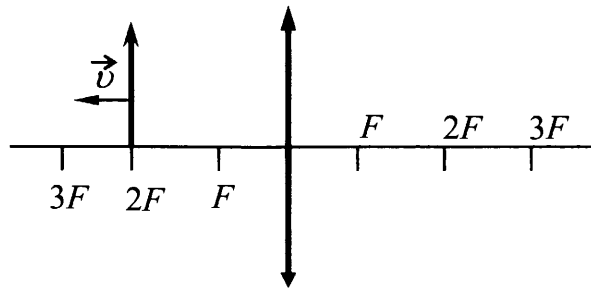
Решение:

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, где \mathcal{E} — ЭДС источника, R — сопротивление внешней цепи (реостата), r — внутреннее сопротивление источника. Запишем этот закон для двух значений силы тока 4 А и 2 А (сопротивления реостата при этом равны 1 Ом и 2,5 Ом): $4 \cdot 1 + 4r = \mathcal{E}$; $2 \cdot 2,5 + 2r = \mathcal{E}$. Из этих уравнений получаем $r = 0,5$ Ом, $\mathcal{E} = 6$ В. Ответ 1 верен, 2 — неверен.

Напряжение на реостате равно $U = IR$, при силе тока 2 А $U = 5$ В. Ответ 4 — верный. Мощность, выделяемая в реостате, равна I^2R и уменьшается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом. Напряжение на источнике равно напряжению на реостате и зависит от его сопротивления.

Ответ: 14 (или 41).

17. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Решение:

Запишем формулу линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, где F — фокусное расстояние линзы, a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от линзы до изображения. Записав ее для $a_1 = 2F$ и $a_2 = 3F$, получим $b_1 = 2F$, $b_2 = 1,5 F$. Расстояние от линзы до изображения уменьшилось. Размер изображения относится к размеру предмета так же, как b/a . Значит, размер изображения также уменьшился.

Ответ: 22.

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, t — время протекания тока.

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

ФОРМУЛЫА) IU Б) It **ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

1) заряд, протекший через резистор

2) напряжение на резисторе

3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

4) сила тока через резистор

Решение:

Согласно определению силы тока, заряд, протекший через резистор за время t , равен $q = It$, согласно закону Ома для участка цепи, напряжение на этом участке равно $U = IR$, согласно закону Джоуля–Ленца, мощность тока, выделяющаяся на резисторе, равна $I^2R = \frac{U^2}{R} = IU$. Верные ответы 3 и 1.

Ответ: 31.

19. Ядро магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Число протонов	Число нейтронов
11	13

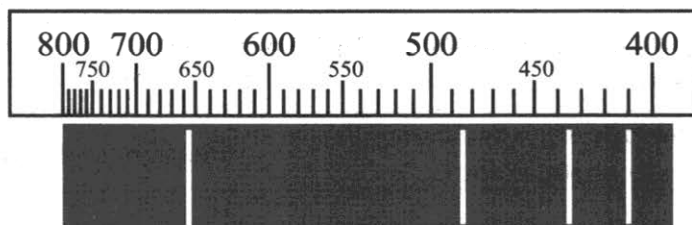
Решение:

Запишем описанную в условии ядерную реакцию, используя законы сохранения массового и зарядового числа: ${}^{24}_{12}\text{Mg} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{24}_{11}\text{X}$.

Получившееся ядро содержит 11 протонов и $24 - 11 = 13$ нейтронов.

Ответ: 1113.

20. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волн в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра?

*Решение:*

Энергия фотонов равна $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, λ — длина волны. Энергия фотона минимальна для максимальной длины волны из рассматриваемого участка — 660 нм.

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{660 \cdot 10^{-9}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась

2) уменьшилась

3) не изменилась

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

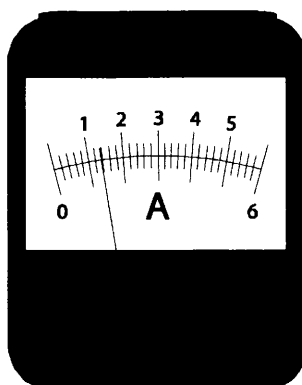
Решение:

Запишем описанную в условии ядерную реакцию, используя законы сохранения массового и зарядового числа: ${}^A_ZX + {}^1_0n \rightarrow {}^{A+1}_ZY$. Получившееся ядро Y имеет такой же заряд, что и ядро X , значит, количество протонов не изменилось. Массовое число увеличилось, количество нуклонов в ядре увеличилось.

Ответ: 31.

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.



Решение:

Цена деления амперметра равна 0,2 А. Его показания равны $(1,4 \pm 0,1)$ А.

Ответ: 1,40,1.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Решение:

Согласно законам кинематики для определения ускорения тела, движущегося из состояния покоя, надо знать расстояние, которое оно прошло, и время движения $a = \frac{2S}{t^2}$. Для определения этих величин нужны линейка и секундомер.

Ответ: 34 (или 43).

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.
- 2) Центростремительное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца больше центростремительного ускорения Марса.
- 3) Первая космическая скорость для Нептуна меньше, чем для Урана.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 4 м/с^2 .
- 5) Сила притяжения Сатурна к Солнцу больше, чем у Юпитера.

Решение:

1) Средняя плотность равна $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi r^3}$. Отношение средних плотностей Венеры и Земли равно $\frac{\rho_V}{\rho_Z} = \frac{M_V}{r_V^3} / \frac{M_Z}{r_Z^3} = \frac{M_V}{M_Z} \cdot \frac{r_Z^3}{r_V^3} = \frac{0,82}{1} \cdot \frac{1}{0,95^3} \approx 0,956$.

Следовательно, плотность Венеры меньше. Утверждение верное.

2) Центростремительное ускорение определяется из закона всемирного тяготения: $Ma_{ц} = G \frac{MM_c}{R^2}$, где M_c — масса Солнца. Отношение центростремительного ускорения

Юпитера к центростремительному ускорению Марса равно: $\frac{a_{цЮ}}{a_{цМ}} = \frac{R_M^2}{R_{Ю}^2} = \frac{1,5^2}{5,2^2} \approx 0,083$.

Таким образом, ускорение Юпитера меньше. Утверждение неверное.

3) Первая космическая скорость равна $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$. Сравнивая скорости для Нептуна и

Урана, получим: $\frac{v_N}{v_U} = \sqrt{\frac{M_N}{r_N}} / \sqrt{\frac{M_U}{r_U}} = \sqrt{\frac{17,2 \cdot 4}{14,6 \cdot 3,9}} \approx 1,1$. Первая космическая скорость для

Нептуна чуть больше, чем для Урана. Утверждение неверное.

4) Ускорение свободного падения равно $g = G \frac{M}{r^2}$. Тогда ускорение свободного падения на Меркурии определяется как:

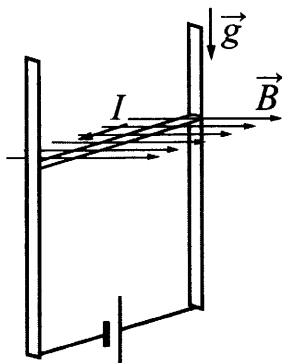
$g_M = g_Z \frac{M_M}{r_M^2} \cdot \frac{r_Z^2}{M_Z} = g_Z \frac{M_M}{d_M^2} \cdot \frac{d_Z^2}{M_Z} = 10 \cdot \frac{0,06}{0,38^2} \approx 4,16 \text{ м/с}^2 \approx 4 \text{ м/с}^2$. Утверждение верное.

5) Сила притяжения планеты к Солнцу определяется, согласно закону всемирного тяготения, как $F = G \frac{M_c M}{R^2}$. Тогда $\frac{F_c}{F_{Ю}} = \frac{M_c}{R_c^2} / \frac{M_{Ю}}{R_{Ю}^2} = \frac{M_c}{d_c^2} / \frac{M_{Ю}}{d_{Ю}^2} = \frac{95,2 \cdot (11,2)^2}{318 \cdot (9,5)^2} \approx 0,42$. Это означа-

ет, что сила притяжения Сатурна к Солнцу меньше, чем у Юпитера. Утверждение неверное.

Ответ: 14.

25. В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой 0,2 кг, по которому течет ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2$ Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с^2 ?



Решение:

На проводник с током действуют сила тяжести, направленная вниз, и сила Ампера, направленная вверх и равная $F_A = IBl$.

Уравнение движения проводника имеет следующий вид:

$$ma = mg - F_A = mg - IBl.$$

Отсюда искомая длина проводника равна: $l = \frac{m(g - a)}{IB} = \frac{0,2 \cdot 8}{2 \cdot 2} = 0,4 \text{ м.}$

Ответ: 0,4 м.

26. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Решение:

Увеличение, даваемое тонкой собирающей линзой, равно:

$k = \frac{b}{a}$, где a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от изображения до линзы.

Согласно формуле тонкой линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$.

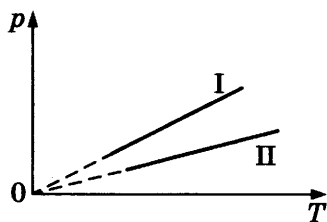
Отсюда получим: $b = \frac{k+1}{D} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см.}$

Ответ: 60 см.

Критерии оценивания выполнения заданий с развернутым ответом

Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Возможное решение

Количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева–Клапейрона: $p = \frac{\nu RT}{V}$, где ν — число молей газа.

Отсюда следует, что при одинаковых температуре и объеме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объеме).

Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: уравнение Менделеева–Клапейрона, изохорный процесс)	3
<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибку (ошибки).</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.

Решение:

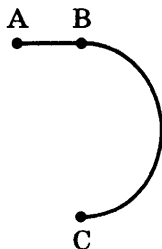
Согласно закону сохранения импульса, импульс двух осколков в проекции на первоначальное направление снаряда должен сохраниться. Следовательно $mv_0 = m_2v_2 \cos \alpha$, где $v_0 = 100$ м/с, $v_2 = 400$ м/с, $m_2 = 1$ кг.

Отсюда искомая масса снаряда равна: $m = \frac{m_2 v_2 \cos \alpha}{v_0} = \frac{1 \cdot 400}{100 \cdot 2} = 2$ кг.

Ответ: 2 кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон изменения и сохранения импульса); II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29. Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



Возможное решение

Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле $a_1 = \frac{v}{t_1}$, где v — скорость в точке В, а t_1 — время движения по прямолинейному участку.

Ускорение при движении по дуге окружности есть центростремительное ускорение и определяется по формуле $a_2 = \frac{v^2}{R}$, где R — радиус полуокружности.

С учетом того что $v = \frac{\pi R}{t_2}$, получим $a_2 = \frac{v\pi}{t_2}$.

Приравнявая выражения для ускорений, получим $\frac{v}{t_1} = \frac{v\pi}{t_2}$,

откуда для искомого отношения имеем $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Возможное решение

Поскольку в указанном процессе газ не совершает работы и система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) RT,$$

где T — температура в объединенном сосуде в равновесном состоянии после открытия крана.

В соответствии с уравнением Менделеева—Клапейрона для конечного состояния можно записать:

$$p(2V) = (\nu_1 + \nu_2) RT.$$

Исключая из двух записанных уравнений конечную температуру T , получаем искомое выражение для начальной температуры аргона:

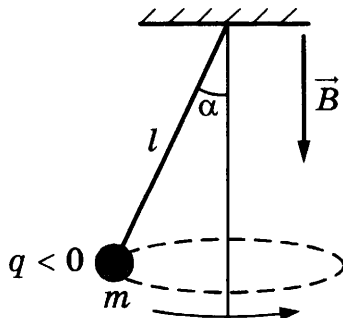
$$T_2 = \frac{2Vp}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1}{\nu_2} T_1 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 5,4 \cdot 10^3}{3 \cdot 8,31} - \frac{1}{3} \cdot 400 \approx 300 \text{ К}.$$

Ответ: $T_2 \approx 300 \text{ К}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: первый закон термодинамики, уравнение Менделеева—Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



Возможное решение

На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси координат инерциальной системы отсчета, связанной с Землей:

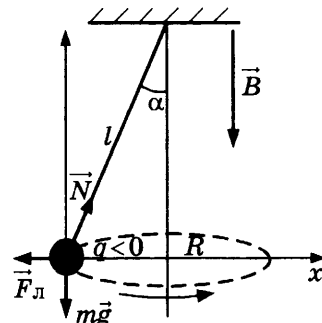
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R}; \\ N \cos \alpha - mg = 0. \end{cases}$$

Выражая N , получим: $mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB$.

Так как $R = l \sin \alpha$, получим ответ:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$$

Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона, выражение силы тяжести, силы Лоренца, верно определено направление силы Лоренца);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием всех сил, действующих на шарик;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p>	1

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

32. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота ν падающего света?

Возможное решение

Электрон в магнитном поле движется по окружности радиусом R со скоростью v и центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{R}$.

Ускорение вызывается силой Лоренца ($F = evB$) в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m \frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow v = \frac{eBR}{m}$.

Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$.

Подставляя в это уравнение скорость электрона, получим выражение для частоты света:

$$\nu = \frac{A}{h} + \frac{(eBR)^2}{2mh} = \frac{4,42 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} + \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}} \approx 10^{15} \text{ Гц.}$$

Ответ: $\nu \approx 1 \cdot 10^{15}$ Гц.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, выражение для силы Лоренца, формула для центростремительного ускорения); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

ОТВЕТЫ

Часть 1

Задания	Варианты				
	1	2	3	4	5
1	2	0	1	100	25
2	2	0,2	0,3	8	4
3	4000	120	400	12	1150
4	10	2	60	1,5	1
5	15 или 51	24 или 42	14 или 41	25 или 52	12 или 21
6	11	23	11	31	23
7	41	41	21	32	32
8	200	9	4	2	0,75
9	5	35	55	20	0
10	30	100	100	30	500
11	34 или 43	14 или 41	34 или 43	45 или 54	35 или 53
12	31	31	32	22	12
13	от наблюдателя	от наблюдателя	вправо	влево	вправо
14	60	5	2	7	6
15	4	5	6	1,5	1,4
16	23 или 32	23 или 32	14 или 41	14 или 41	34 или 43
17	11	23	13	13	22
18	13	24	24	13	41
19	88136	22	1416	4058	3658
20	20	1,5	4	4000	2
21	14	13	43	24	13
22	1,200,01	3,20,2	0,500,05	4,30,1	1,60,1
23	12 или 21	15 или 51	14 или 41	13 или 31	25 или 52
24	235	13	23	135	12
25	800	60	1,5	300	540
26	20	400	400	1	1

Задания	Варианты			
	6	7	8	9
1	0	2,5	-5	-4
2	2	22,5	10	450
3	44	3000	30	20
4	3	250	1000	0,08
5	13 или 31	23 или 32	25 или 52	13 или 31
6	12	11	33	22
7	13	43	23	31
8	60	120	4	50
9	40	50	90	16
10	500	2,5	500	16
11	25 или 52	14 или 41	25 или 52	35 или 53
12	32	32	32	33
13	вправо	влево	от наблюдателя	вниз
14	20	60	3	160
15	14	24	4	0,001
16	12 или 21	15 или 51	24 или 42	35 или 53
17	12	21	23	13
18	24	31	12	13
19	2020	2934	01	2934
20	0,5	2	78	1,6
21	43	14	12	32
22	15,00,1	12,00,4	7483	241
23	14 или 41	12 или 21	25 или 52	45 или 54
24	14	245	15	13
25	1870	4986	1	20
26	2	2	0,15	0,01

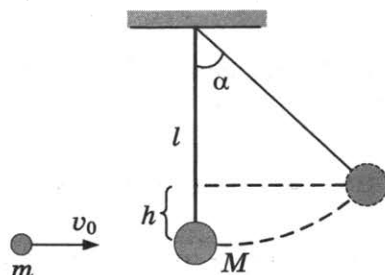
Решение заданий части 2

Возможные решения

Вариант 1

27. До замыкания ключа ток в цепи не течет, поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС источника. Замыкание ключа вызовет появление тока в цепи, поэтому показания вольтметра уменьшатся на величину напряжения на внутреннем сопротивлении источника. По закону Ома для полной цепи $U = \mathcal{E} - Ir$. Показания амперметра станут отличными от нуля, а показания вольтметра уменьшатся.

28.



Закон сохранения импульса:

$mv_0 = (m + M)u$, где u — скорость груза с прилипшей пулей сразу после абсолютно неупругого удара.

Закон сохранения механической энергии:

$$(m + M) \frac{u^2}{2} = (m + M)gh = (m + M)(1 - \cos \alpha)gl$$

$$M = \frac{m(v_0 - \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)})}{\sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}} = \frac{9 \left(20 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,4 \left(1 - \frac{1}{2} \right)} \right)}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,4 \left(1 - \frac{1}{2} \right)}} = 81 \text{ г.}$$

Ответ: 81 г.

29. Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const.}$$

В начальный момент и момент подъема на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова: $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конеч}}$.

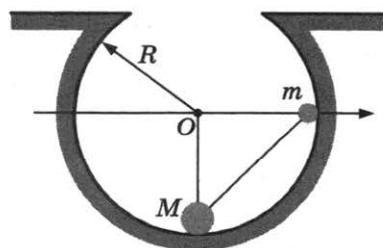


Рис. 1

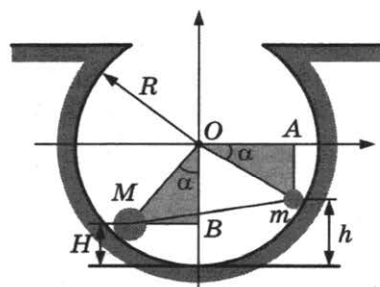


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgh$, а ее конечная потенциальная энергия $E_{\text{пот}}^{\text{конеч}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого следует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

При движении гантели по поверхности выемки высота подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB $MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m} H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим: $R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right)$.

Подставляя сюда значения физических величин, получим: $R = 6(1 + 4) = 30$ см.

Ответ: $R = 30$ см.

30. Из анализа графика цикла работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0 V_0.$$

Количество теплоты, переданное газом за цикл холодильнику, согласно первому началу термодинамики:

$$|Q_x| = |Q_{23}| = (U_2 - U_3) + A_{32} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0 V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0 V_0) + 3p_0 V_0 = \frac{21}{2} p_0 V_0 = \frac{21}{8} A_{21}.$$

Ответ: $|Q_x| \approx 13$ кДж.

31.

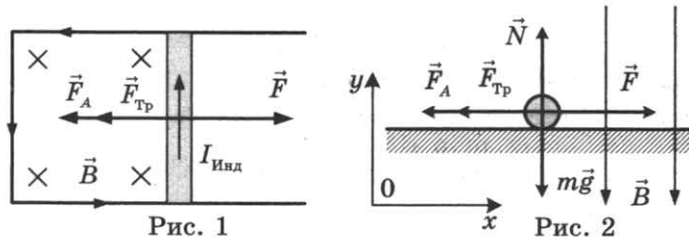


Рис. 1

Рис. 2

При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\varepsilon = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; V и l — соответственно скорость и длина перемычки. Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Bvl}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок 1). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}} l = \frac{B^2 l^2 V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок 2). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Проекции второго закона Ньютона имеют вид: $Ox: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A$; $Oy: 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg$.

В итоге получаем: $V = \frac{(F - \mu mg) R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$

Ответ: $V = 4 \text{ м/с.}$

32. В серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$. Аналогично в серии Пашена энергия фотона равна $E_n - E_3$, где $n = 4, 5, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка.

Поэтому $\beta = \frac{E_3 - E_2}{E_\infty - E_3} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}{\frac{1}{3^2} - 0} = 1,25$.

Ответ: $\beta = 1,25$.

Вариант 2

27. Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

28. Уравнение теплового баланса:

$$\Delta Q_1 + \Delta Q_2 = M(t - t_1)c + m(t - t_2)c_B = 0;$$

где M — масса тела, m — масса воды, t — конечная температура воды в калориметре, t_1 — начальная температура тела, t_2 — начальная температура воды, c — удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, c_B — удельная теплоемкость воды.

$$M = \frac{m(t - t_2)c_B}{(t_1 - t)c} = \frac{200 \cdot (30 - 23) \cdot 4,2 \cdot 10^3}{(100 - 30) \cdot 187} \approx 449 \text{ г.}$$

Ответ: 449 г.

29. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E_k = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E_k = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 gh$,

что дает выражение $E_k = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh$.

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_k = 2,5 \text{ Дж.}$

Ответ: 2,5 Дж.

30. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\Gamma}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT$, где μ_{Γ} — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{в}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}}$; $m_{\text{в}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_{\Gamma}$; $M + m = 6,25m_{\Gamma}$.

Следовательно, $m = 6,25m_{\Gamma} - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225$ кг.

Ответ: 225 кг.

31. Количество теплоты, согласно закону Джоуля–Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

(S — площадь поперечного сечения проводника).

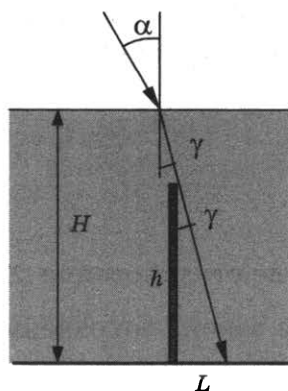
$$\text{Сопrotивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4) получаем: } U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{\text{эл}} l^2 \Delta T}{t}}.$$

$$U \approx 10 \text{ В.}$$

Ответ: 10 В.

- 32.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \text{tg}\gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.

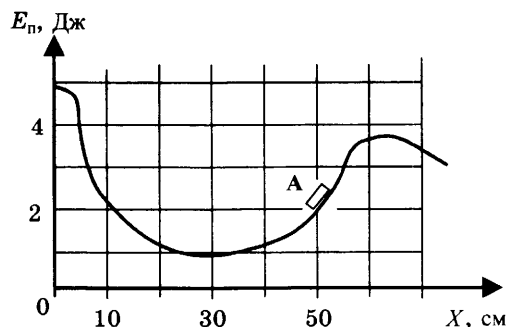
Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \text{tg}\gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м)}.$$

Ответ: $L \approx 0,8$ м.

27.



Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

28. Уравнение теплового баланса:

$$\Delta Q_1 + \Delta Q_2 = M(t - t_1)c + m(t - t_2)c_B = 0;$$

где M — масса тела, m — масса воды, t — конечная температура воды в калориметре, t_1 — начальная температура тела, t_2 — начальная температура воды, c — удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, c_B — удельная теплоемкость воды.

$$c = \frac{m(t - t_2)c_B}{(t_1 - t)M} = \frac{200 \cdot 10^{-3} \cdot (30 - 23) \cdot 4,2 \cdot 10^3}{450 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 30)} = 187 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}.$$

Ответ: $187 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$.

29. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} = m_1gh, \text{ что дает выражение } E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1gh.$$

Следовательно, $h = \frac{E(m_1 + m_2)}{gm_1^2}$. Подставляя значения, получим $h = 0,8$ м.

Ответ: $h = 0,8$ м.

30. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_Bg = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_Bg$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_B - m_{\Gamma}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT$, где μ_{Γ} — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{в}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}}$; $m_{\text{в}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_{\Gamma}$; $M + m = 6,25m_{\Gamma}$.

Следовательно, $m_{\Gamma} = 100$ (кг).

Ответ: 100 кг.

31. Количество теплоты, согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

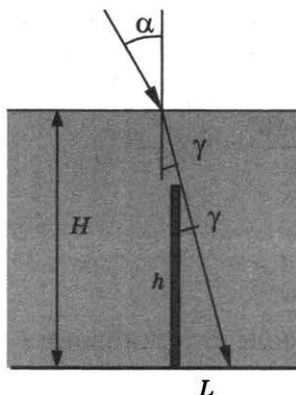
(S — площадь поперечного сечения проводника.)

$$\text{Сопротивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

Из (1)–(4) получаем: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) \approx 16$ К.

Ответ: 16 К.

32.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно, $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$, а высота сваи $h = L \sqrt{4n^2 - 1}$.

Ответ: $h \approx 2$ м.

Вариант 4

27. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

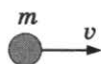
Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

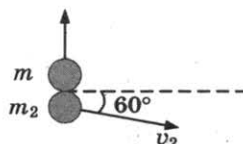
Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

28.

До взрыва



После взрыва



По закону сохранения импульса:

$$mv = m_2 \cdot v_2 \cos 60^\circ.$$

Откуда $m_2 = \frac{mv}{v_2 \cos 60^\circ} = \frac{2 \cdot 100}{400 \cdot \frac{1}{2}} = 1 \text{ кг.}$

Ответ: 1 кг.

29. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется.

Из закона сохранения импульса: $Mu - mv = 0$, (1)

где m — масса шайбы, $M = 12m$ — масса горки, v — скорость шайбы на левой вершине горки.

Согласно закону сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mu^2}{2} + mgh = 3mgh. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

Ответ: $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

30. Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t : $Q = c_1 m_1 (t - t_1)$.

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до 0°C : $Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0)$.

Количество теплоты, выделяющейся при отвердевании воды при 0°C : $Q_2 = \lambda m_2$.

Количество теплоты, выделяющейся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t : $Q_3 = c_1 m_2 (0 - t)$.

Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

Получим: $t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$

Ответ: $t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$

31. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U_1 = I_1 R$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E}_1 = U_1 + U_D$.

Решение системы дает: $U_1 = I_1 R = \mathcal{E}_1 - U_D$, сопротивление резистора $R = \frac{\mathcal{E}_1 - U_D}{I_1} = 30 \text{ Ом}$.

Напряжение на диоде не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} \leq I \leq 0,2 \text{ А}$, поэтому $U_2 = \mathcal{E}_2 - U_D$ для любой силы тока из этого интервала, следовательно, сила тока в цепи при изменении ЭДС источника

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{R} = I_1 \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{\mathcal{E}_1 - U_D} = 0,1 \frac{1,5}{3} = 0,05 \text{ А}.$$

Полученное значение укладывается в интервал применимости выбранной модели, когда сила тока не зависит от приложенного напряжения.

Ответ: $I_2 = 0,05 \text{ А}$.

32. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{13} = \frac{c}{\lambda_{13}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней.

$$\text{Поэтому } \nu_{24} = \nu_{14} - \nu_{13} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{13}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right),$$

$$\lambda_{24} = \frac{\lambda_{13} \lambda_{14} \lambda_{32}}{\lambda_{13} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{13}} \approx 333 \cdot 10^{-9} \text{ м}.$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{24} = \frac{\lambda_{13} \lambda_{14} \lambda_{32}}{\lambda_{13} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{13}} \approx 333 \text{ нм}.$$

Вариант 5

27. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

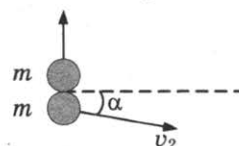
Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

- 28.

До взрыва



После взрыва



По закону сохранения импульса:

$$2mv = mv_2 \cos \alpha.$$

$$\text{Откуда } \cos \alpha = \frac{2v}{v_2} = \frac{2 \cdot 100}{400} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = 60^\circ.$$

Ответ: 60° .

29. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется.

$$\text{Из закона сохранения импульса: } Mu - mv = 0, \quad (1)$$

где m — масса шайбы, M — масса горки, u — скорость горки в тот момент, когда скорость шайбы равна v .

Из закона сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mgh = \frac{5}{2}mgh. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

30. Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0°C :

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_1. \quad (2)$$

Количество теплоты, отданное водой при охлаждении ее до 0°C :

$$Q = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (3)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (4)$$

$$\text{Объединяя (1)–(4), получим: } m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1 \text{ кг.}$$

31. Как следует из рис. 1, при силе тока $I = 0,15 \text{ А}$ напряжение на светодиоде $U_D = 3 \text{ В}$.

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U = IR$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E} = U + U_D$.

Решение системы дает: $U = IR = \mathcal{E} - U_D$.

$$\text{Сопrotивление резистора } R = \frac{\mathcal{E} - U_D}{I} = 20 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = 20 \text{ Ом}$.

32. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\nu_{24} = \frac{c}{\lambda_{24}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней.

Поэтому $v_{13} = v_{14} - v_{24} + v_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{24}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$

$$\lambda_{13} = \frac{c}{v_{13}} = \frac{\lambda_{14} \lambda_{24} \lambda_{32}}{\lambda_{24} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{24}} \approx 3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda_{13} = \frac{\lambda_{14} \lambda_{24} \lambda_{32}}{\lambda_{24} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{24}} \approx 300 \text{ нм.}$

Вариант 6

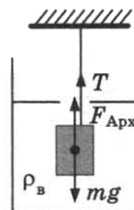
27. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, период свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, так как $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}}$.

Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

28. Силы, действующие на груз, показаны на рисунке. Так как груз находится в равновесии:

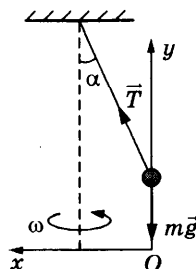


$$\left. \begin{aligned} T + F_{\text{Арх}} &= mg \\ F_{\text{Арх}} &= \rho_B g V \end{aligned} \right\}$$

$$m = \frac{T + \rho_B g V}{g} = \frac{15 + 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{10} = 2,5 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,5 кг.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона: $ma_x = T \sin \alpha$, $0 = T \cos \alpha - mg$.



Здесь $a_x = \omega^2 l \sin \alpha$ — центростремительное ускорение, где $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ — угловая скорость груза. Решая полученную систему, выводим: $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83$ с.

Ответ: $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83$ с.

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,8 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась $p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/3)} RT$.

Получаем $m_0 = 2,4 m_1 = 24$ г.

Ответ: $m_0 = 2,4 m_1 = 24$ г.

31. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}, \quad (1)$$

где C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (2)$$

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (3)$$

Решив систему уравнений (1)–(3), получим

$$E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80 \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$,

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$E_1 = Pt$, где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$.

Объединяя вышеизложенное, получаем:

$$m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1$ кг.

Вариант 7

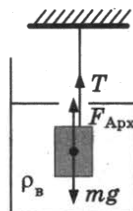
27. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине $|q| \cdot E$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

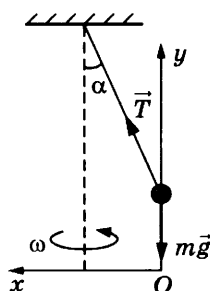
28. Силы, действующие на груз, показаны на рисунке. Так как груз находится в равновесии:



$$\left. \begin{array}{l} T + F_{\text{Арх}} = mg \\ F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{в}} g V \end{array} \right\} V = \frac{mg - T}{\rho_{\text{в}} g} = \frac{2 \cdot 10^{-13}}{1000 \cdot 10} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,7 \text{ л.}$$

Ответ: 0,7 л.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона: $ma_x = T \sin \alpha$, $0 = T \cos \alpha - mg$.



Здесь $a_x = \frac{v^2}{l \sin \alpha}$ — центростремительное ускорение.

Решая систему, получим: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,4 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды, m_0 — начальная масса водяного пара в сосуде.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до m_1 :

$$p_2 = p_{\text{нм}} = \frac{m_1}{M(V/5)} RT.$$

Получаем $\alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_0} = 0,5$.

Ответ: $\alpha = 0,5$.

31. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (1)$$

(C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.)

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Длина волны выражается через период колебаний, как $\lambda = cT$

$$(c — скорость света.) \quad (3)$$

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27$ мА.

Ответ: $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27$ мА.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, (1)

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt, \quad (2)$$

где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся

атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получаем:

$$\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%.$$

Ответ: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = 20\%$.

Вариант 8

27. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

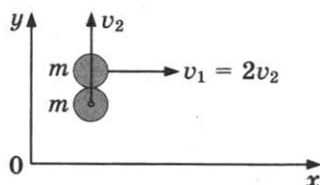
Сила тока I , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции \mathcal{E} : $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

28. По закону сохранения импульса

$$OX: mv_1 = 2mv_x$$

$$OY: mv_2 = 2mv_y$$



Откуда $v_x = \frac{v_1}{2} = v_2$,

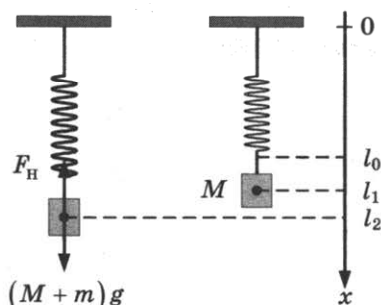
$$v_y = \frac{v_2}{2}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_2^2 + \frac{v_2^2}{4} = \frac{5}{4}v_2^2,$$

$$v_1 = 2v_2 = 2 \cdot v \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{4v}{\sqrt{5}} = \frac{4 \cdot 1,5}{\sqrt{5}} \approx 2,7 \text{ м/с.}$$

Ответ: 2,7 м/с.

29. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.



В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии $\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1)$, где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъема оставшейся части груза. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

С учетом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим

$$m = \frac{hk}{2g} = \frac{0,03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{hk}{2g} = 0,6 \text{ кг.}$

30. Определим конечное состояние смеси лед — вода, для чего сравним количество теплоты Q_1 , необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2 , которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42\,000 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж}.$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0°C и начнет кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лед, воде при 0°C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_3 = 330\,000 \cdot 0,2 = 66\,000 \text{ Дж}$.

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 \text{ Дж} < 8400 \text{ Дж} + 66\,000 \text{ Дж} = 74\,400 \text{ Дж}$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лед и в сосуде установится конечная температура $t_k = 0^\circ\text{C}$.

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0.$$

Таким образом, масса кристаллизовавшейся воды:

$$m_3 = -\frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = -\frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0,2 \cdot 10}{330\,000} \approx 0,1 \text{ кг}.$$

В итоге получаем, что после установления теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_3 \approx 1 + 0,1 = 1,1 \text{ кг}$ льда.

Ответ: $M = m_1 + m_3 \approx 1,1 \text{ кг}$.

31. Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи равно $R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому показание амперметра

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Показание вольтметра:

$$U_1 = I_1 \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}.$$

В схеме 2 напряжение на вольтметре равно \mathcal{E} , так как внутреннее сопротивление источника равно нулю.

$$\text{Поэтому } U_2 = \mathcal{E} \text{ и } \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Отсюда:

$$U_1 = U_2 \cdot \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = U_2 \cdot \frac{9}{\frac{1}{10} + \frac{9}{10}} = \frac{9}{10} U_2.$$

Ответ: $U_1 = 0,9 \cdot U_2$.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu = h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, $E_{\text{кин}}$ — максимальная кинетическая энергия электронов.

$$E_{\text{кин}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}, \text{ где } m_e \text{ — масса электрона, } v_{\text{max}} \text{ — его максимальная скорость.}$$

Объединяя оба уравнения, получим:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Вариант 9

27. При изменении света с желтого на зеленый его длина волны уменьшится, частота увеличится ($\nu_{\text{з}} > \nu_{\text{ж}}$).

Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{max}}$ — увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} . Так как $E_{\text{max}} = e|U_3|$, то увеличится и модуль запирающего напряжения U_3 .

Мощность поглощенного света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_{\phi} E_{\phi} = N_{\phi} h\nu$, где N_{ϕ} — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_{\phi} = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов E_{ϕ} увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.

Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов N_e , которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.

28.
$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$v = \frac{v_0}{3} = v_0 - at$, где a — модуль ускорения тела, v_0 — его начальная скорость.

Откуда $v_0 = \frac{3S}{2t} = \frac{3 \cdot 20}{2 \cdot 2} = 15$ м/с.

Ответ: 15 м/с.

29. Период обращения спутника по низкой круговой орбите равен $T = \frac{2\pi R}{v}$, где R — радиус планеты, v — скорость движения спутника (первая космическая скорость).

Тогда:
$$\frac{T_{\text{П}}}{T_{\text{З}}} = \frac{\frac{2\pi R_{\text{П}}}{v_{\text{П}}}}{\frac{2\pi R_{\text{З}}}{v_{\text{З}}}} = \frac{R_{\text{П}} v_{\text{З}}}{R_{\text{З}} v_{\text{П}}}$$

Спутники движутся по окружностям под действием силы тяготения:

$G \frac{M_{\text{П}} \cdot m}{R_{\text{П}}^2} = m \frac{v_{\text{П}}^2}{R_{\text{П}}}$ и $G \frac{M_{\text{З}} \cdot m}{R_{\text{З}}^2} = m \frac{v_{\text{З}}^2}{R_{\text{З}}}$, где $M_{\text{П}}$, $M_{\text{З}}$ и m — соответственно массы Плутона, Земли и спутника.

Отсюда $R_{\text{П}} = \frac{GM_{\text{П}}}{v_{\text{П}}^2}$ и $R_{\text{З}} = \frac{GM_{\text{З}}}{v_{\text{З}}^2}$.

Массы планет $M_{\text{П}} = \rho \cdot V_{\text{П}}$ и $M_{\text{З}} = \rho \cdot V_{\text{З}}$. При этом $V \sim R^3$.

Следовательно,
$$\frac{v_{\text{П}}}{v_{\text{З}}} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{П}} R_{\text{П}}^2}{\rho_{\text{З}} R_{\text{З}}^2}}$$

Поскольку плотности равны, $\frac{v_{\text{П}}}{v_{\text{З}}} = \frac{R_{\text{П}}}{R_{\text{З}}} = 2 \Rightarrow \frac{T_{\text{П}}}{T_{\text{З}}} = 1$.

Ответ: $\frac{T_{\text{П}}}{T_{\text{З}}} = 1$.

30. Шар поднимет груз при условии равенства силы тяжести и силы Архимеда: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho Vg$, где M и m — соответственно масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ — масса нагретого воздуха в шаре, ρ — плотность окружающего воздуха.

Откуда получим:

$$M + m = m_0 - m_{\text{ш}}. \tag{1}$$

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева:

$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_0}{\mu} RT_0$, где μ — молярная масса воздуха, $T_{\text{ш}}$ и T_0 — температуры воздуха соответственно внутри и вне шара, $m_0 = \rho V$ — начальная масса воздуха в шаре. Отсюда:

$$m_{\text{ш}} = \rho V \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}.$$

Подставляем полученные выражения в (1): $M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}\right)$.

Следовательно, $\left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}\right) = \frac{M + m}{\rho V}$.

Окончательно получим: $T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V}\right) = 350 \cdot 0,8 = 280 \text{ К} = 7 \text{ }^\circ\text{С}$.

Ответ: $T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V}\right) = 7 \text{ }^\circ\text{С}$.

31. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.

В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединенными параллельно.

Тогда их общая емкость $C_0 = C_1 + C_2$.

По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 U$.

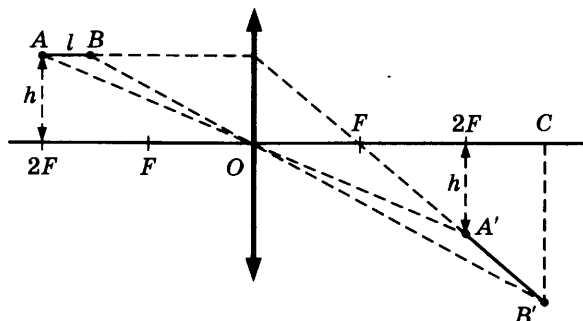
По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}.$$

Откуда получим: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж}$.

Ответ: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = 30 \text{ мДж}$.

32. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.



Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то ее изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы, и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h .

Длина изображения $A'B'$ $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}$.

Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60 \text{ см}$.

$\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30 \text{ см}$.

Окончательно получим: $L = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25 \text{ см}$.

Ответ: $L = 25 \text{ см}$.

Справочное издание

**Лукашева Екатерина Викентьевна
Чистякова Наталия Игоревна**

ЕГЭ ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство «ЭКЗАМЕН»



Гигиенический сертификат
№ РОСС RU С-RU.АК01.Н.04670/19 с 23.07.2019 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *Е. Ю. Салтыкова, Н. Е. Жданова*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *О. И. Голубинская*

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

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;
по вопросам реализации: sale@examen.biz
тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции
ОК 034-2014; 58.11.1 — книги печатные

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», Россия, 170546, г. Тверь, www.pareto-print.ru

По вопросам реализации обращаться по тел.:
8(495)641-00-30 (многоканальный).