

**К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ**

СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ЕГЭ

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

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ЕГЭ

2017

- 10 ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ
- РАЗБОР РЕШЕНИЙ
- ОТВЕТЫ



ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

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

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

10 вариантов заданий

Разбор решений

Ответы

Издательство

«ЭКЗАМЕН»

МОСКВА

2017

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
К12

Кабардин О. Ф.

К12 ЕГЭ 2017. Физика. Типовые тестовые задания / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов. — М. : Издательство «Экзамен», 2017. — 223, [1] с. (Серия «ЕГЭ. ТРК. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-11132-0

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2017 г. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2017 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

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

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

Пособие предназначено учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам — 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 84×108/32. Гарнитура «Школьная».

Бумага газетная. Уч.-изд. л. 5,67. Усл. печ. л. 11,76. Тираж 20 000 экз. Заказ № 2253/16

ISBN 978-5-377-11132-0

© Кабардин О. Ф., Кабардина С. И.,
Орлов В. А., 2017

© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ.....	4
Инструкция по выполнению работы	4
Вариант 1	
Часть 1.....	8
Часть 2.....	20
Вариант 2	
Часть 1.....	23
Часть 2.....	34
Вариант 3	
Часть 1.....	39
Часть 2.....	50
Вариант 4	
Часть 1.....	53
Часть 2.....	63
Вариант 5	
Часть 1.....	67
Часть 2.....	78
Вариант 6	
Часть 1.....	81
Часть 2.....	89
Вариант 7	
Часть 1.....	93
Часть 2.....	104
Вариант 8	
Часть 1.....	107
Часть 2.....	116
Вариант 9	
Часть 1.....	120
Часть 2.....	130
Вариант 10	
Часть 1.....	134
Часть 2.....	144
Разбор варианта 1	
Часть 1.....	148
Часть 2.....	170
Ответы	
Вариант 2	178
Вариант 3	183
Вариант 4	188
Вариант 5	193
Вариант 6	198
Вариант 7	203
Вариант 8	208
Вариант 9	213
Вариант 10	218

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения репетиционной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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.

Ответ: 7,5 см.

В бланке:

3	7	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух 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.

Ответ:

А	Б
4	1

В бланке:

7	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.

Ответ: ВПРАВО .

В бланке:

1	3	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 приведенному ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

В бланке:

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

Ответ к заданиям 27–31 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, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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

Удельная теплоемкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия давление 10^5 Па, температура 0 °С

Молярная масса

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

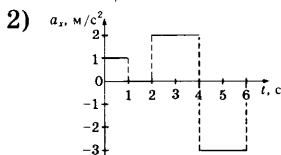
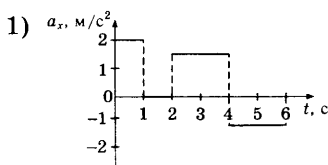
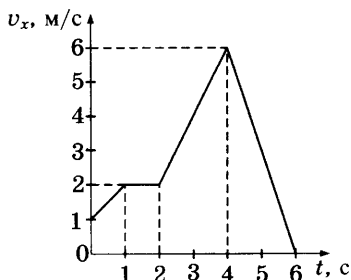
ВАРИАНТ 1

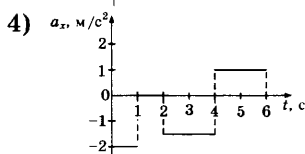
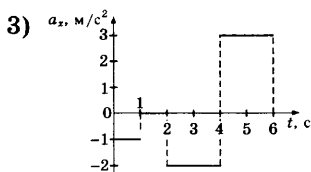
Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

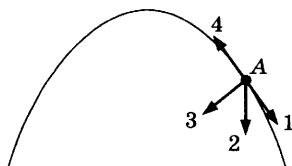
Каким графиком представлена верно проекция ускорения автомобиля в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с?





Ответ: ☐

2. На рисунке показана траектория движения тела, брошенного под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли. В точке А этой траектории направление вектора скорости обозначено стрелкой 1; траектория движения тела и все векторы лежат в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Какое направление имеет вектор ускорения тела в системе отсчёта Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ: ☐

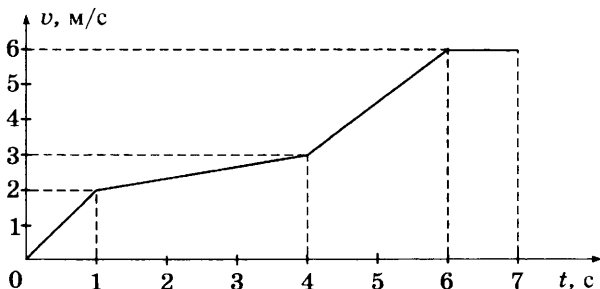
3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью движется лодка относительно Земли после прыжка человека, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

Ответ: _____ м/с

4. Чему равен вес человека в воде с учётом действия силы Архимеда? Объём человека $V = 50 \text{ дм}^3$, плотность тела человека 1036 кг/м^3 .

Ответ: _____ Н

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведённых ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за 6 секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 4) В интервале времени 4–6 секунд скорость увеличивалась прямо пропорционально времени движения, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на пятой секунде движения равно $1,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: ☐ ☐ ☐

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если её отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой её колебаний, если начальное отклонение гири будет изменено с 10 см на 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

7. Материальная точка движется со скоростью $\vec{v}$ равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) координата точки

Б) модуль пути, пройденного
за время t со скоростью $\vec{v}$

ФОРМУЛЫ

1) $s = vt$

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

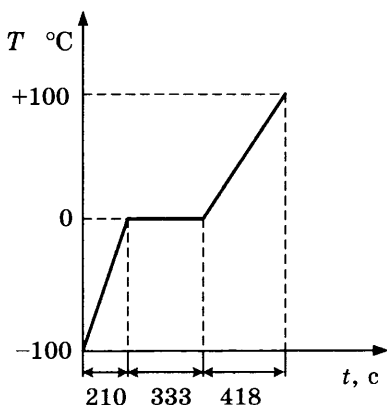
3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

А	Б

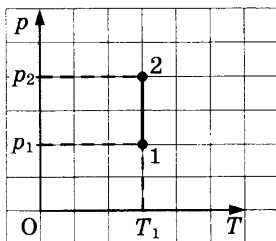
8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, в течение какого времени внутренняя энергия воды повышалась.

Ответ: _____ с

9. Идеальный газ в некотором процессе, показанном на графике, совершил работу 300 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?



Ответ: _____ Дж

10. В закрытом помещении при температуре воздуха 40°C конденсация паров воды на стенке стакана с водой начинается при охлаждении воды в стакане до 16°C .

Чему будет равна точка росы в этом помещении, если весь воздух помещения охладить до 20°C ?

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$

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

- 1) один электрический заряд способен мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов
- 3) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на другие электрические заряды
- 4) существует гравитационное взаимодействие

Какое из приведённых выше утверждений верно?

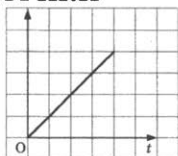
Ответ: ☐

12. В физическом эксперименте в течение нескольких секунд было зафиксировано движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути из состояния покоя. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

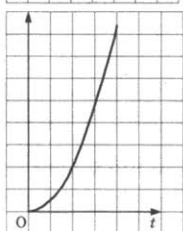
Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

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

A)



Б)



Ответ:

А	Б

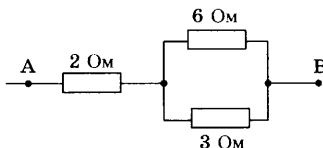
- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) потенциальная энергия тела

13. Положительно заряженная частица А движется перпендикулярно плоскости рисунка в направлении к наблюдателю. Точка Б находится в плоскости рисунка. Как направлен в точке Б (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).



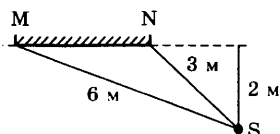
Ответ:

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



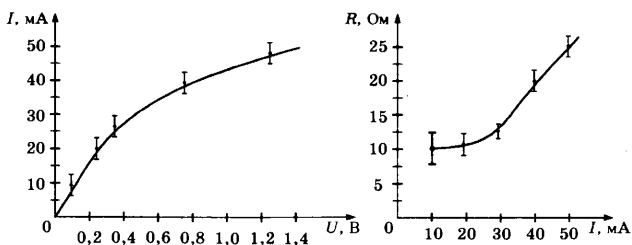
Ответ: В

15. Расположение плоского зеркала MN и источника света S представлено на рисунке. Каково расстояние от источника S до его изображения в зеркале MN?



Ответ: _____ м

16. На графиках представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на концах нити электрической лампы и сопротивления нити лампы от силы тока.



Анализируя данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите из приведённых ниже два утверждения, соответствующие результатам экспериментального исследования.

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы — график $R(I)$.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы — график $R(I)$.

- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.
- 5) С возрастанием сопротивления нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость $I(U)$.

Ответ: ☐ ☐

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

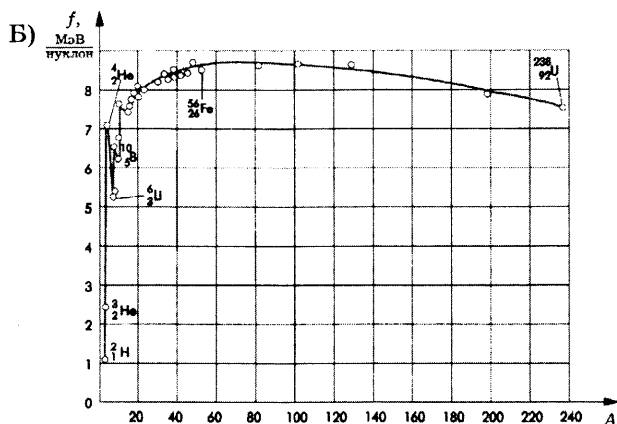
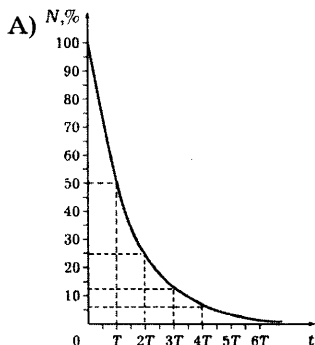
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин. Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость числа радиоактивных ядер от времени
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра
- 4) зависимость индукции магнитного поля в веществе от индукции намагничивающего поля

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода тритий?

Ответ:	Число протонов	Число нейтронов

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

20. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой ν происходит фотоэлектрический эффект. Максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Чему равно значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой 2ν ?

Ответ: _____ эВ

21. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объём воздуха уменьшился. Как изменяются при этом давление, температура и внутренняя энергия воздуха?

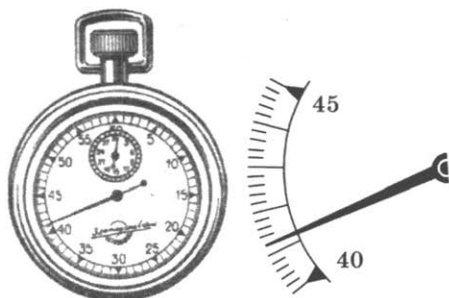
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Стрелка секундомера делает полный оборот за 1 минуту.



Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) с

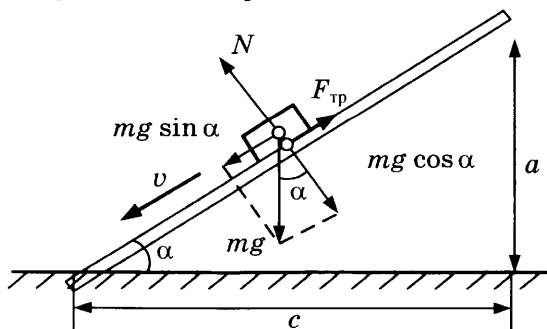
В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В эксперименте была поставлена задача определить ускорение бруска при скольжении вниз по наклонной плоскости длиной l (1).

Сначала была получена формула для расчёта ускорения:

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Затем был исполнен подробный рисунок с размерами наклонной плоскости a (2), c (3) и положением векторов сил и их проекций.



Значение коэффициента трения μ (4) дерева по дереву экспериментатор взял из справочных данных. Сила трения $F_{\text{тр}}$ (5) и сила тяжести mg (6) были измерены динамометром.

Какими из помеченных цифрами величин достаточно воспользоваться, чтобы определить ускорение бруска?

Ответ: _____

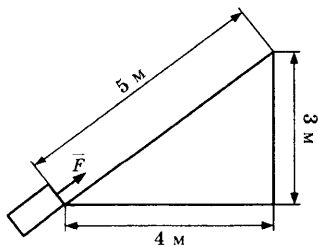
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

Ответ: _____ Дж

25. Тело массой 2 кг под действием силы $\vec{F}$ перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на



на $h = 3$ м. Сила $\vec{F}$ равна 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила $\vec{F}$? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

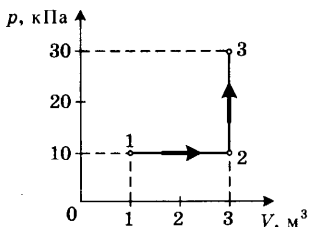
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
29. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



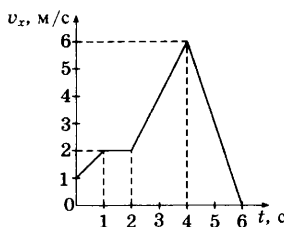
30. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.
31. У самой поверхности воды в реке летит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

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t . Чему равен модуль ускорения автомобиля в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с?



Ответ: _____ м/с²

2. Лифт движется вверх с ускорением 2 м/с, в нем находится пассажир массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

Ответ: _____ Н

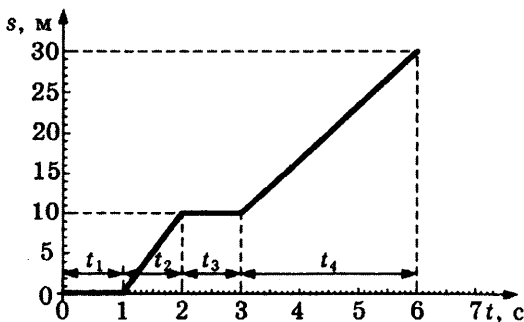
3. Автомобиль массой $2m$, движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным автомобилем массой $2m$. После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Взаимодействие автомобилей с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

4. Чему равен вес человека в воздухе с учётом действия силы Архимеда? Объём человека $V = 50 \text{ дм}^3$, плотность тела человека 1036 кг/м^3 . Плотность воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: _____ Н

5. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного телом, от времени t .



Анализируя график, выберите из приведённых ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.

- 1) В интервале времени t_1 тело двигалось равномерно.
- 2) В интервале времени t_2 тело двигалось равнозамедленно.
- 3) В интервале времени t_4 тело двигалось равномерно.
- 4) В момент $t = 0$ с пройденный телом путь $s_1 = 0$ м.
- 5) В интервале времени от 0 с до 1 с скорость движения равна $v = 0$ м/с.

Ответ: ☐ ☐ ☐

6. Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы и свойствами вектора силы:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) пропорционален силе нормального давления
- 5) обратно пропорционален силе нормального давления

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

Направление вектора	Модуль вектора

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости v
 Б) путь, пройденный за время t

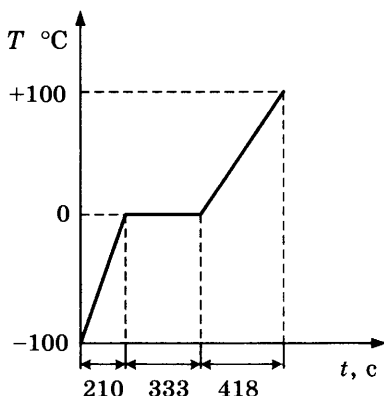
ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоёмкость льда.

Ответ: _____ Дж/(кг · °C)

9. Идеальная тепловая машина за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Полезная работа машины за цикл равна 20 Дж. Чему равен коэффициент полезного действия тепловой машины?

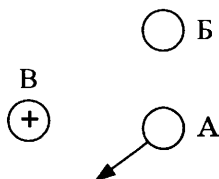
Ответ: _____ %

10. Давление насыщенного пара в комнате равно 22 гПа, давление водяных паров в составе воздуха комнаты равно 11 гПа.

Чему равна относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %

11. На рисунке представлено расположение одинаковых по модулю электрических зарядов А, Б и В. Заряд В имеет положительный знак. Каковы знаки электрических зарядов А и Б, если вектор равнодействующей сил, действующих на заряд А со стороны зарядов Б и В, имеет направление, указанное на рисунке?



- 1) А +, Б +
- 2) А +, Б -
- 3) А -, Б +
- 4) А -, Б -

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

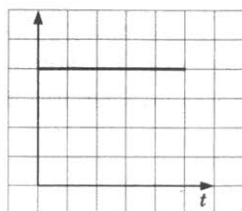
12. В физическом эксперименте в течение некоторого отрезка времени было зафиксировано равномерное движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

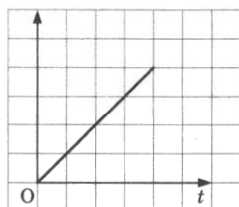
К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



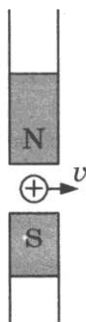
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь,
пройденный телом
- 4) кинетическая
энергия тела

Ответ:

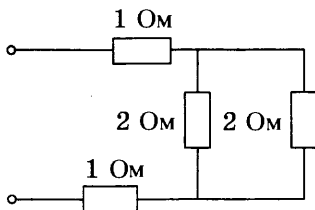
А	Б

13. Как направлена (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на положительно заряженную частицу при ее движении в магнитном поле (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



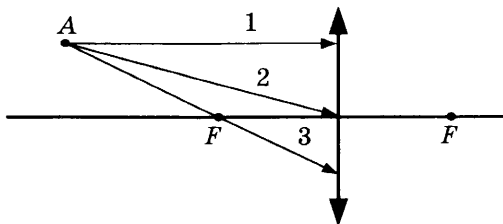
Ответ: _____

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



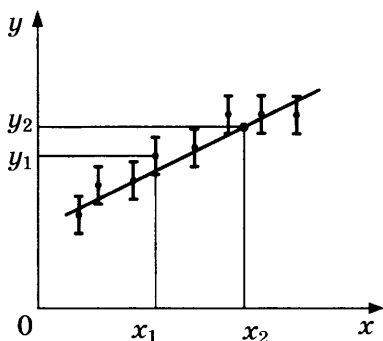
Ответ: _____ Ом

15. На рисунке представлена схематически собирающая линза, её главная оптическая ось, главные фокусы линзы и три луча, исходящих из точечного источника света A . Какой из этих трёх лучей после прохождения через собирающую линзу не изменит своего направления распространения?



Ответ: ☐

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



Взглянув на точки и ряд последовательных вертикальных линий, два ученика выдвинули гипотезу о линейной зависимости y от x и для подтверждения этой гипотезы провели отрезок прямой. Затем для нахождения величины Z первый ученик выбрал точку с координатами y_1 и x_1 и определил $Z_1 = \frac{y_1}{x_1}$. Второй ученик выбрал точку с координатами y_2 и x_2 и определил $Z_2 = \frac{y_2}{x_2}$.

Анализируя данные, из приведённых ниже утверждений выберите два, соответствующие результатам экспериментального исследования.

- 1) Ближе к верному результат Z_1 .
- 2) Ближе к верному результат Z_2 .
- 3) Усреднение результатов в виде отрезка прямой выполнено с учётом погрешностей измерений.
- 4) Оба результата верны.
- 5) Оба результата неверны.

Ответ: ☐ ☐

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

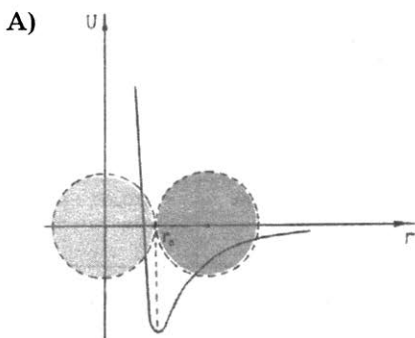
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

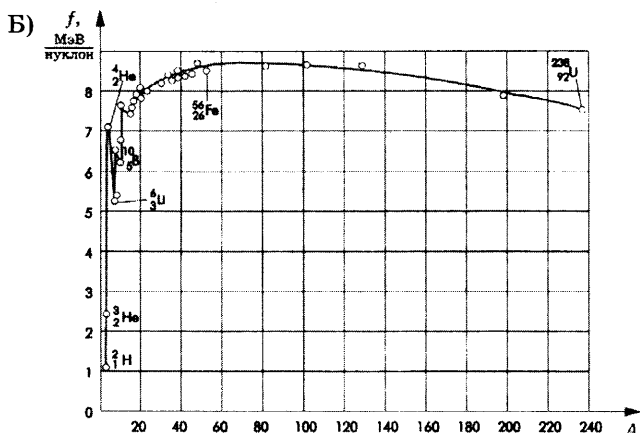
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Электрическое сопротивление нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин. Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ





ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) Зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра.
- 2) Зависимость напряжения от относительного удлинения.
- 3) Зависимость числа радиоактивных ядер от времени.
- 4) Зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в α -частице?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Чему равна энергия, переданная веществу фотоном длиной волны λ при нормальном падении на поверхность в случае поглощения фотона веществом?

Ответ: _____

21. Как изменяются давление, объём, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении изохорного процесса нагревания воздуха?

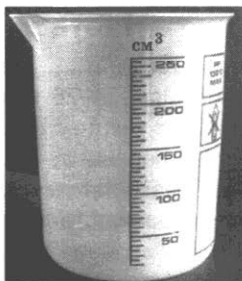
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Объём	Температура	Внутренняя энергия

22. Запишите результат измерения 200 см^3 воды измерительным стаканом, показанным на рисунке, с учётом цены деления стакана.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) см^3

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

23. Была поставлена задача по определению в эксперименте КПД наклонной плоскости.

Экспериментатором были проделаны следующие действия:

- 1) обдуман план эксперимента и записана формула

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} = \frac{mgh}{Fl} \text{ для расчёта КПД}$$

- 2) измерена высота h наклонной плоскости
3) измерена длина l наклонной плоскости
4) с помощью динамометра измерена сила F при равномерном движении бруска вверх вдоль наклонной плоскости
5) в отдельном эксперименте с помощью динамометра была измерена сила тяжести бруска $m\vec{g}$
6) по измеренной силе тяжести найдено значение массы бруска m

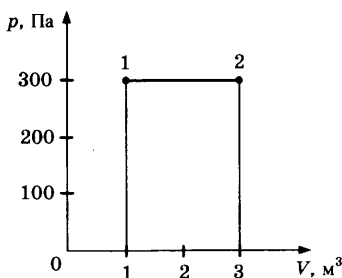
Какие из перечисленных выше действий достаточны, чтобы определить КПД наклонной плоскости?

Ответ: _____

Часть 2

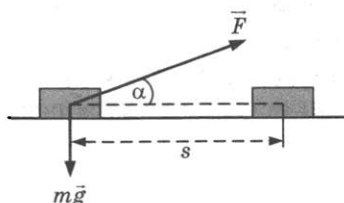
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ Дж

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



Ответ: _____ Дж

26. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, ось вращения рамки перпендикулярна вектору $\vec{B}$ индукции и принадлежит плоскости рамки. Какова зависимость ЭДС индукции в рамке от времени?

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

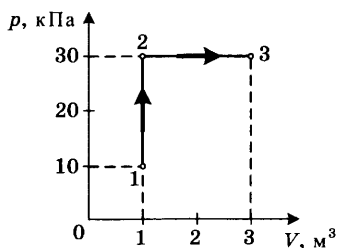
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 4,9 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
29. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



30. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.
31. Используя таблицы в начале книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции
- $${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}.$$

Массы атомных ядер

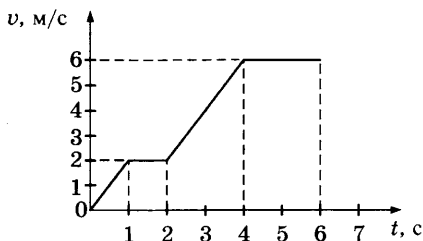
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$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

ВАРИАНТ 3

Часть 1

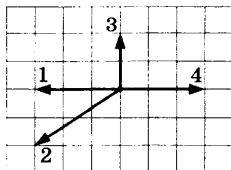
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



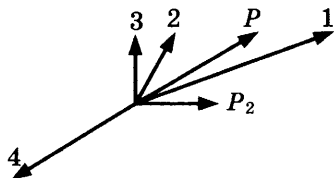
Ответ: _____ м

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



Ответ: ☐

3. Снаряд, обладавший импульсом p , разорвался на две части. Векторы импульса p снаряда до разрыва и импульса p_2 одной из этих частей после разрыва представлены на рисунке. Какой из векторов на этом рисунке соответствует вектору импульса второй части снаряда?

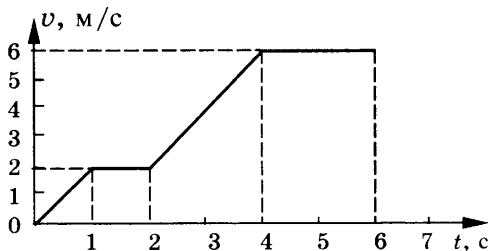


Ответ: ☐

4. Чему равно давление на человека, нырнувшего в море на глубину 10 м при нормальном атмосферном давлении? Плотность морской воды 1030 кг/м^3 .

Ответ: _____ Па

5. Анализируя график зависимости модуля скорости тела от времени, выберите из приведённых ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за шесть секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с, и равномерно в интервалах 1–2 с и 4–6 с.

- 3) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с, и не двигалось в интервалах 1–2 с и 4–6 с.
- 4) За 6 с тело прошло путь 23 м.
- 5) За 6 с тело прошло путь 36 м.

Ответ:

6. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в таблице физические величины во время приближения спутника к Земле и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) координата точки

1) $s = vt$

Б) путь, пройденный за время t

2) $s = -vt$

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

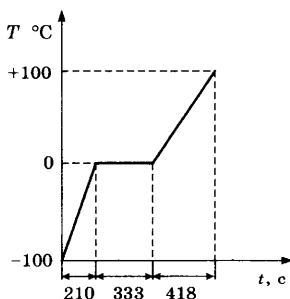
4) $x = x_0 + vt$

5) $x = x_0 - vt$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура $0,1$ кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100 °С, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс нагревания льда.

Ответ: _____ с

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

11. Когда соприкасаются два нейтральных тела из разного вещества, то

- 1) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению разноимённых зарядов на этих телах
- 2) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению одноимённых зарядов на этих телах
- 3) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению зарядов на одном из этих тел
- 4) возможно возникновение электрического заряда на одном из тел без появления заряда на втором теле

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

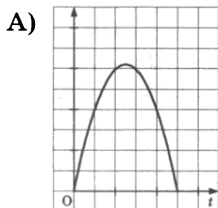
12. С поверхности Земли метнули камень вертикально вверх с начальной скоростью 25 м/с. По данным измерений были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

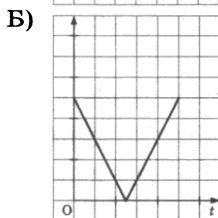
К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



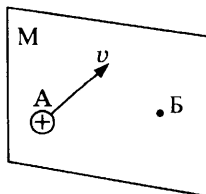
- 1) ускорение тела
- 2) модуль скорости тела
- 3) вертикальная координата тела
- 4) масса тела



Ответ:

А	Б

13. Частица А с положительным электрическим зарядом движется со скоростью v перпендикулярно плоскости М, как показано на рисунке. Точка Б находится на плоскости М. Как направлен (*вверх, вниз, вправо, влево, против направления скорости v , по направлению скорости v*) в точке Б вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).

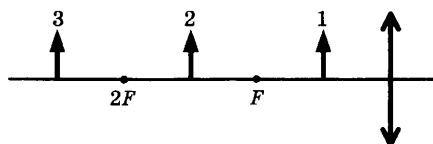


Ответ: _____

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

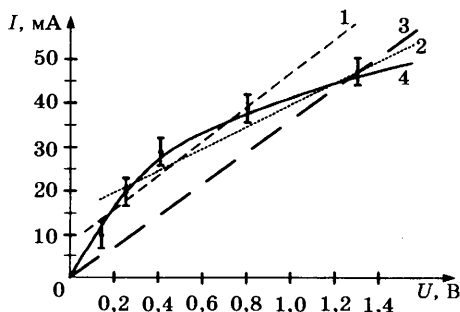
Ответ: _____ А

15. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, её главной оптической оси, главных фокусов линзы и трёх предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет мнимым увеличенным прямым?



Ответ: ☐

16. На графиках 1–4 представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения с указанием границ погрешностей измерений силы тока.



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

Ответ: ☐

17. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдёт с электрическим сопротивлением нити лампы, напряжением на ней и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при увеличении силы тока в цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

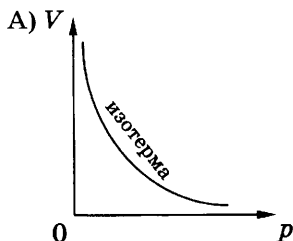
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

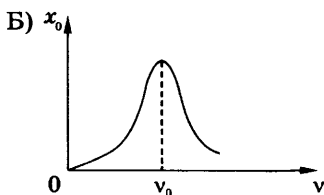
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Электрическое сопротивление лампы	Напряжение на нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин. Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ





ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость объема от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды
- 4) зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами

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

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе азота $^{14}_7\text{N}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Чему равна энергия, переданная веществу фотоном частоты ν при нормальном падении на поверхность в случае поглощения фотона веществом?

Ответ: _____

21. Как изменяются давление, объём, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении адиабатного процесса расширения воздуха?

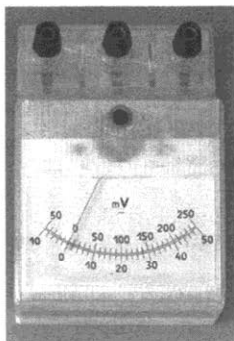
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Объём	Температура	Внутренняя энергия

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

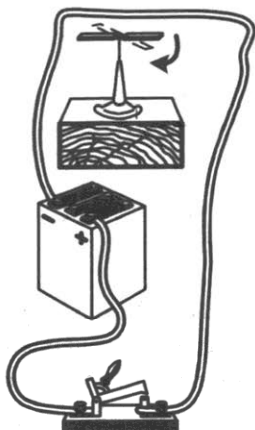


С помощью данного милливольтметра, используя его нижнюю шкалу, было измерено напряжение 40 мВ. Запишите этот результат с учётом погрешности измерений. За погрешность примите половину цены деления шкалы.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) мВ

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

23. В опыте Эрстеда (см. рисунок) было обнаружено, что



- 1) электрический ток в проводнике вызывает поворот магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника
- 2) магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника, действует на электрический ток в проводнике
- 3) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного притяжения
- 4) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного отталкивания

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ см

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

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

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

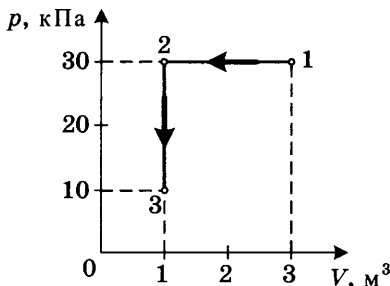
$t, ^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна 200 Н при скорости движения тележки $7,5\text{ м/с}$? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

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



30. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в цепи равна 20 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 5,4 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.
31. Бассейн глубиной 3 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух-вода 1,33. Каков радиус светового круга на поверхности воды от электрической лампы на дне бассейна?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид $x = 20 - 6t + 2t^2$. Через сколько секунд после начала отсчёта времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

Ответ: _____ с

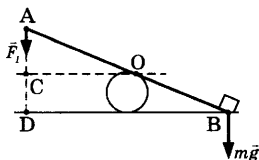
2. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Чему равна сила притяжения между шарами с массами $m_1/2$ и $2m_2$, если расстояние между их центрами равно $3R$?

Ответ: _____

3. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v с берега в неподвижную лодку массой M . Каким суммарным импульсом обладает лодка с человеком, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

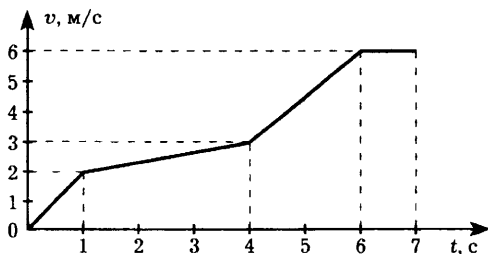
Ответ: _____

4. Доска используется для подъема груза в качестве рычага с осью вращения в точке O. Какой отрезок (см. рисунок) является плечом силы $\vec{F}_1$?



Ответ: _____

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведённых ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.



- 1) Модуль скорости тела за 6 секунд изменился от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Максимальный путь был пройден телом в интервал времени от 4 до 6 с.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
- 4) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
- 5) Тело двигалось равномерно в интервале от 6 до 7 секунд со скоростью 6 м/с.

Ответ: ☐ ☐ ☐

6. Человек сидит на стуле. Установите соответствие между силами, перечисленными в таблице, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к человеку
- 2) приложена к стулу
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

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

Сила тяжести человека приложена	Сила тяжести человека направлена	Сила веса человека приложена	Сила веса человека направлена

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости $\vec{v}$
 Б) путь, пройденный
 за время t со скоростью $\vec{v}$

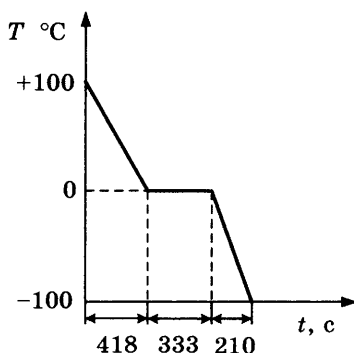
ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплоотвода определите удельную теплоту плавления льда.

Ответ: _____ Дж/кг

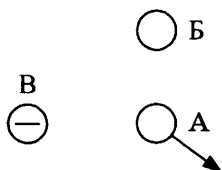
9. Идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж. Чему равно изменение количества теплоты в этом процессе?

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

11. На рисунке представлено расположение одинаковых по модулю электрических зарядов А, Б и В. Заряд В имеет отрицательный знак. Каковы знаки электрических зарядов А и Б, если вектор равнодействующей сил, действующих на заряд А со стороны зарядов Б и В, имеет направление, указанное на рисунке?



- 1) А +, Б +
- 2) А +, Б -
- 3) А -, Б +
- 4) А -, Б -

Какое из приведённых выше утверждений верно?

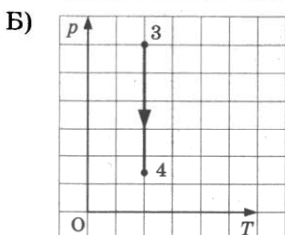
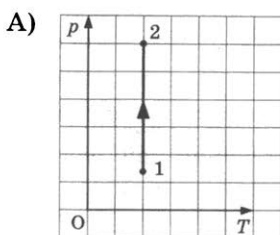
Ответ: ☐

12. Графики А и Б процессов для изолированной термодинамической системы построены в координатах p - T .

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



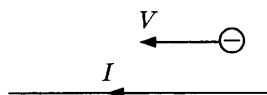
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется.
- 3) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается.
- 4) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется.

Ответ:

А	Б

13. Какое направление (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет сила действия магнитного поля, создаваемого электрическим током I в прямом проводнике, на электрон, движущийся параллельно этому проводнику со скоростью V ? Ответ запишите словом (словами).

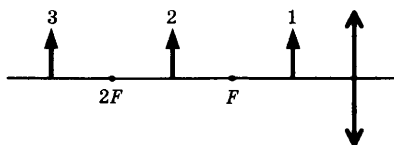


Ответ: _____

14. Чему равно электрическое сопротивление нагревателя, если при силе тока $0,2\text{ А}$ на нём за 4 минуты выделилось 960 Дж теплоты?

Ответ: _____ Ом

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



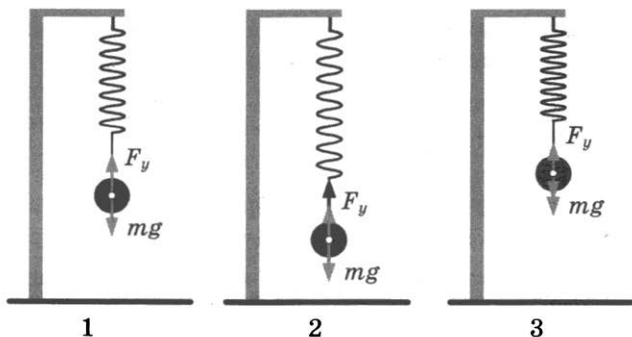
- 1) только предмета 1
- 2) только предмета 2
- 3) только предмета 3
- 4) ни одного из трёх предметов

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

16. На рисунке показаны три положения пружинного маятника:

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



Если груз подвесить к недеформированной пружине и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. Полная механическая энергия системы груз–пружина равна 20 Дж. Анализируя данные, выберите из приведённых ниже утверждений два верных.

- 1) Потенциальная энергия системы груз–пружина изменяется от 0 до 10 Дж.
- 2) Потенциальная энергия системы груз–пружина изменяется от 0 до 20 Дж.
- 3) Потенциальная энергия системы груз–пружина не изменяется и равна 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия системы груз–пружина не изменяется и равна 20 Дж.
- 5) Полная механическая энергия системы груз–пружина при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

Ответ: ☐ ☐

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в общей цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

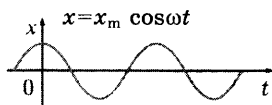
Сила тока	Напряжение	Мощность

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

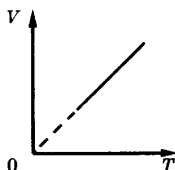
Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость объёма от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость объёма идеального газа от абсолютной температуры
- 3) зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды
- 4) зависимость координаты от времени

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

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе кислорода $^{17}_8\text{O}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Чему равна работа выхода электрона, если минимальная частота света, при которой возможен фотоэффект, равна $\nu_0 = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$?

Ответ: _____ Дж

21. По мере повышения температуры воды от -50°C до $+50^\circ\text{C}$ происходили процессы нагревания льда, плавления льда, нагревания жидкой воды. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трёх процессов и если изменялась, то как?

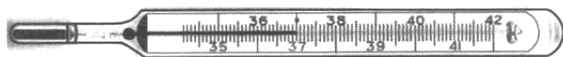
Для каждого процесса определите соответствующий характер изменения:

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

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

Нагревание льда	Плавление льда	Нагревание жидкой воды

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



Ответ: (_____ $\pm$ _____) $^\circ\text{C}$

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

23. При свободном подвешивании полосового магнита за середину его северный полюс указывает направление на

- 1) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса
- 2) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса
- 3) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса
- 4) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса

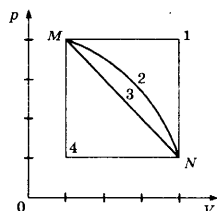
Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

Часть 2

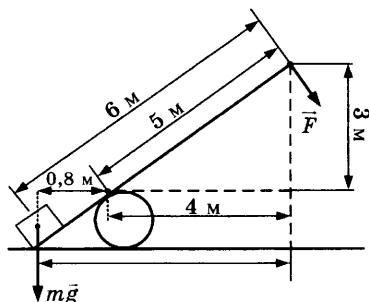
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Переход газа из состояния M в состояние N (см. рисунок) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4. В каком случае работа газа максимальна?



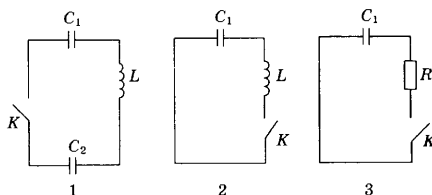
Ответ: _____

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



Ответ: _____ Н

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



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

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

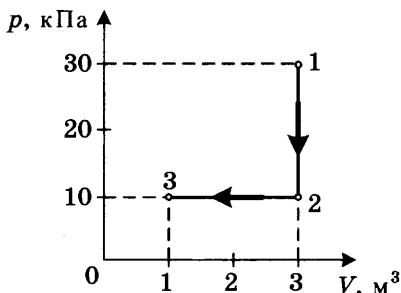
$t, ^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

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

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



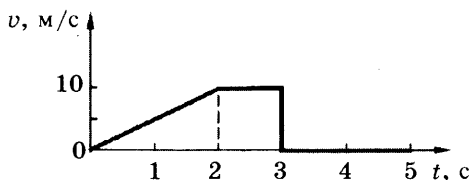
30. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического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

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ м

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

Ответ: в _____ раз

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

Ответ: _____

4. Груз массой m на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью v . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Чему равен модуль изменения кинетической энергии груза за это время?

Ответ: _____

5. В эксперименте по измерению пути, пройденному телом, заполнена таблица 1 зависимости пути от времени. Анализируя данные таблицы, выберите из приведённых ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.

Таблица 1	
$t, \text{с}$	$s, \text{м}$
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40

- 1) За каждый из четырёх интервалов времени пройденный телом путь увеличивался на 10 м.
- 2) Движение тела равномерное.
- 3) Движение тела равноускоренное.

- 4) Ускорение тела было постоянным и равным 10 м/с^2 .
- 5) Скорость тела была постоянной и равной 10 м/с .

Ответ:

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Как изменяются перечисленные в таблице физические величины во время приближения кометы к Солнцу, если считать, что на нее действует только тяготение Солнца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) потенциальная энергия

Б) кинетическая энергия

$$1) E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$2) A = Fs \cdot \cos \alpha$$

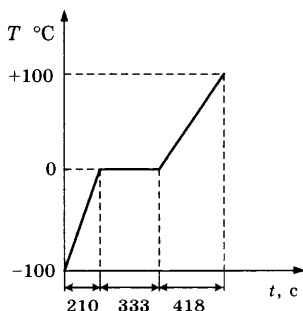
$$3) E = mgh$$

$$4) E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс плавления льда.

Ответ: _____ с

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

11. Внутренняя энергия тела определяется

- 1) скоростью движения и массой тела
- 2) только кинетической энергией беспорядочного движения частиц, из которых состоит тело
- 3) только потенциальной энергией взаимодействия частиц, из которых состоит тело
- 4) кинетической энергией беспорядочного движения частиц и потенциальной энергией их взаимодействия

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

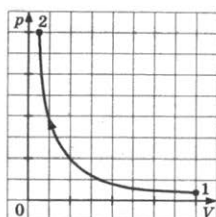
12. Графики А и Б процессов, происходящих в изолированной термодинамической системе, построены в координатах $p-V$.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

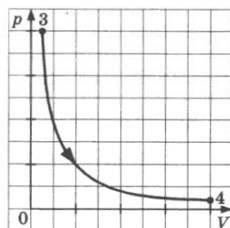
К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



УТВЕРЖДЕНИЯ

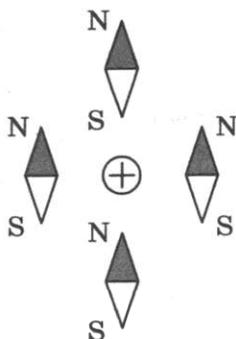
- 1) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется.
- 2) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется.
- 4) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлено расположение в горизонтальной плоскости четырёх магнитных стрелок вблизи прямого проводника с током, расположенного перпендикулярно плоскости рисунка. Значок «+» в кружке указывает, что ток в проводнике направлен «от нас». Какие (какая) из представленных на рисунке магнитных стрелок (*левая, правая, верхняя, нижняя*) имеют (имеет) такую

ориентацию, какой она должна быть под действием магнитного поля, создаваемого током в проводнике? Ответ запишите словом (словами).

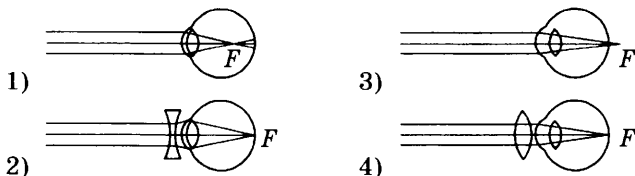


Ответ: _____

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

Ответ: _____

15. На рисунке представлены схемы хода лучей в глазу человека. Случаю близорукого глаза без очков соответствует схема



Ответ: ☐

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



Отвечая на вопрос задания, экспериментаторы получили четыре разных результата.

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

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

Ответ: ☐

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока через эту лампу, напряжением и мощностью тока на ней при подключении параллельно с первым

гальваническим элементом второго такого же элемента и параллельно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

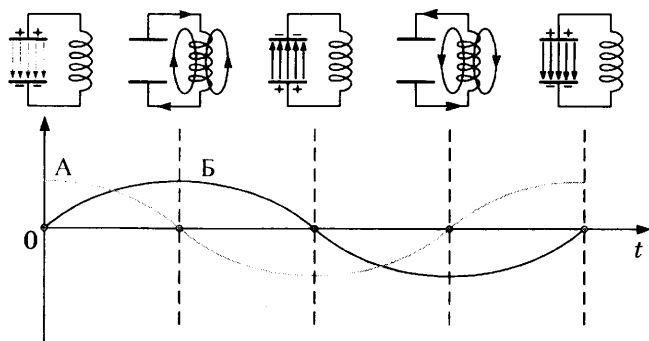
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

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

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода протии?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Укажите условие красной границы фотоэффекта с поверхности тела с работой выхода A под действием света с частотой ν .

Ответ: _____

21. При быстром движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объём воздуха увеличился. Как изменяются давление, температура воздуха и внутренняя энергия при этом процессе?

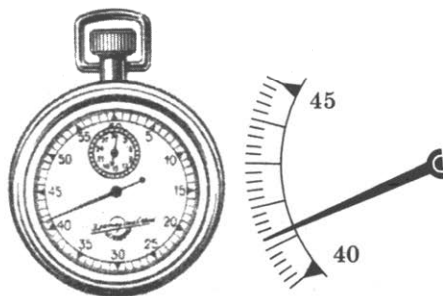
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Температура	Внутренняя энергия

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



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

Ответ: (_____ $\pm$ _____) с

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

23. При выдвигании из металлического кольца северного полюса постоянного магнита кольцо притягивается к магниту. Это означает, что
- 1) в кольце возникает индукционный ток, направленный по часовой стрелке при наблюдении со стороны магнита
 - 2) в кольце возникает индукционный ток, направленный против часовой стрелки при наблюдении со стороны магнита

- 3) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту северным полюсом
- 4) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту южным полюсом

Ответ: ☐

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ Н

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

Ответ: _____ рад/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

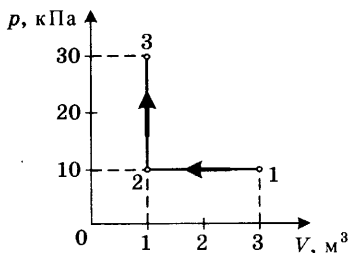
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 100 кг совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Когда вектор скорости был направлен вертикально вниз, сила нормального давления человека на сиденье была 2000 Н. Найдите скорость тележки в этой точке при радиусе круговой траектории 5 м. Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
29. На графике (см. рисунок) представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



30. В однородном магнитном поле с индукцией $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ протон движется перпендикулярно вектору индукции $\vec{B}$ со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.
31. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия $8,3 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$. Эта энергия получается в основном за счёт деления ядер урана-238. При делении одного ядра урана-238 освобождается 200 МэВ, масса ядра равна примерно 238 а.е.м. Вычислите массу ядер урана, испытавших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

ВАРИАНТ 6

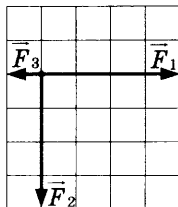
Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Какое давление оказывает на пол человек массой 60 кг, если площадь подошв его обуви равна 600 см^2 ?

Ответ: _____ Па

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



Ответ: _____ Н

3. Вагон массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с таким же вагоном, движущимся с такой же скоростью в противоположном направлении. Каков модуль суммарного импульса двух вагонов в момент столкновения? Столкновение считать упругим, взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

4. Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. Насколько увеличится потенциальная энергия упругой деформации этой пружины при её растяжении ещё на 2 см?

Ответ: _____ Дж

5. В таблице представлена зависимость координаты x движения тела от времени t :

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{м}$	0	3	6	9	12

Какие из приведённых ниже утверждений соответствуют результатам эксперимента?

Из предложенного перечня выберите **три** правильных. Укажите их номера.

- 1) В интервале времени от 0 с до 4 с ускорение тела было равно 3 м/с².
- 2) В интервале времени от 1 с до 4 с скорость тела равна 3 м/с.
- 3) В интервале времени от 0 с до 1 с тело прошло путь 3 м.
- 4) В интервале времени от 0 с до 4 с тело прошло путь 12 м.
- 5) В интервале времени от 0 с до 4 с движение тела было равноускоренным.

Ответ: ☐ ☐ ☐

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) радиус окружности
Б) период обращения

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

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

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

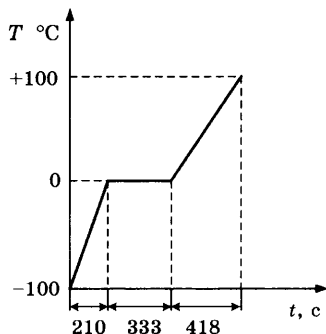
$$4) \quad R = \frac{mv}{qB}$$

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

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоемкость воды.

Ответ: _____ Дж/(кг · $^{\circ}\text{C}$)

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

11. Электрический ток в растворах солей и кислот создаётся упорядоченным движением

- 1) только положительных ионов
- 2) только отрицательных ионов

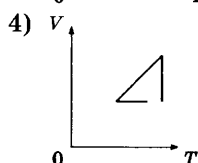
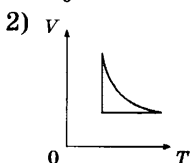
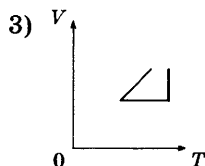
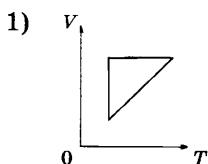
3) только электронов

4) положительных и отрицательных ионов

Какое из приведённых выше утверждений верно?

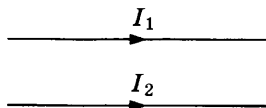
Ответ: ☐

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях V – T соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: ☐

13. Какое направление (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет сила действия магнитного поля, создаваемого электрическим током I_1 в прямом проводнике, на другой проводник с электрическим током I_2 ? Ответ запишите словом (словами).

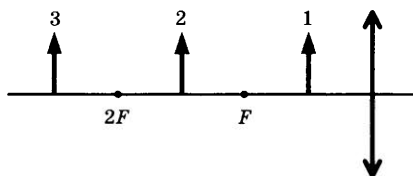


Ответ: _____

14. К источнику тока с ЭДС 18 В и внутренним сопротивлением 3 Ом подключён резистор с электрическим сопротивлением 6 Ом. Чему равна сила тока?

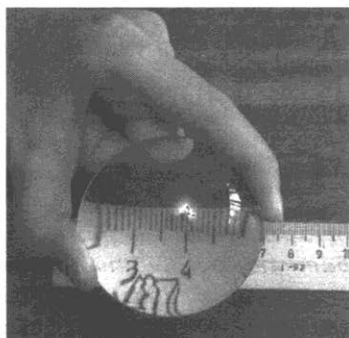
Ответ: _____ А

15. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, её главной оптической оси, главных фокусов линзы и трёх предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет действительным уменьшенным перевернутым?



Ответ: ☐

16. Чему равна цена деления 30-ти сантиметровой ученической линейки, показанной на рисунке?



Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 30 см | 4) 1 мм |
| 2) 1 см | 5) 0,5 мм |
| 3) 0,5 см | |

Ответ: ☐

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на лампе и мощностью тока при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

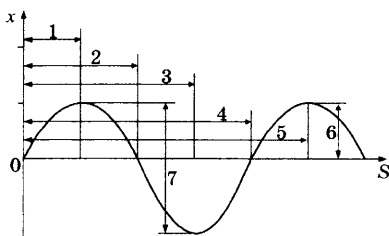
Сила тока	Напряжение	Мощность

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

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ГРАФИК

- А) амплитуда колебаний
- Б) длина волны



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. На сколько единиц изменяются массовое и зарядовое числа ядра тория $^{238}_{92}\text{Th}$ при испускании гамма-кванта?

Ответ:

Массовое число	Зарядное число

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

20. Свет в прозрачной среде с абсолютным показателем преломления n имеет длину волны λ . Какова длина волны λ_1 этого света в вакууме?

Ответ: _____

21. При быстром движении поршня в цилиндре дизельного двигателя объём воздуха уменьшился. Как изменяются давление, температура воздуха и внутренняя энергия при этом процессе?

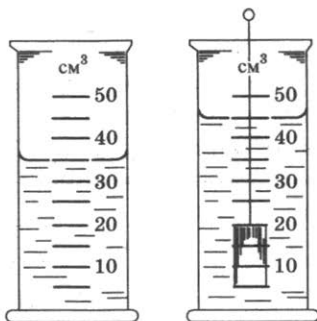
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. На рисунке показаны два этапа измерения объёма тела путём его погружения в воду с использованием измерительного цилиндра с водой (см. рисунок). Погрешность измерения равна цене деления измерительного цилиндра.



Чему равен объём тела?

Ответ: (_____ $\pm$ _____) см^3

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

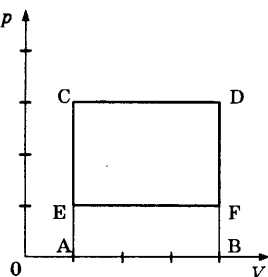
- 23.** Электромагнитной индукцией называется явление
- 1) возникновения магнитного поля в катушке при пропускании электрического тока через неё
 - 2) намагничивания железа с помощью постоянного магнита
 - 3) взаимного притяжения разноимённых полюсов магнитов
 - 4) возникновения электрического тока в катушке при изменении магнитного поля в ней

Ответ: ☐

Часть 2

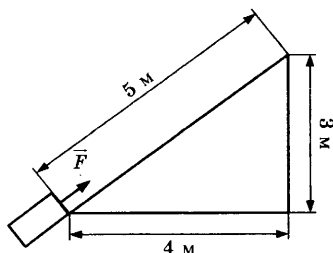
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____

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



Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ Ом

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

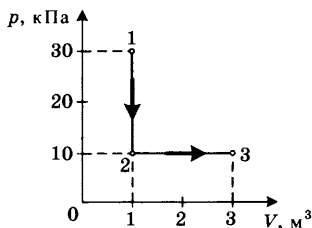
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 5 м. Какова сила давления человека на сиденье тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².
29. На графике представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



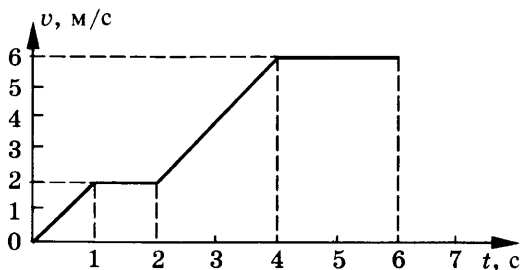
30. Катод фотоэлемента с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?
31. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух–вода 1,33. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз?

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ м

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

Ответ: _____ м/с^2

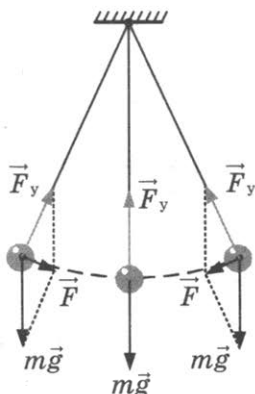
3. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v относительно Земли из неподвижной лодки массой M на берег. Чему равен суммарный импульс лодки и человека относительно Земли в момент перед отрывом человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

Ответ: _____

4. Объём воздушного шара-гиганта 8500 м^3 . Чему равен вес этого шара вместе с наполняющим его тёплым воздухом и кабиной, если он поднялся и неподвижно висит над Землёй? Плотность воздуха $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: _____ Н

5. На рисунке показана модель свободных колебаний математического маятника.



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

Выберите из приведённых ниже утверждений два правильных и укажите их номера.

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

- 4) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж.
- 5) В математическом маятнике по закону сохранения энергии в процессе колебаний кинетическая энергия переходит в потенциальную, а потенциальная — в кинетическую.

Ответ: ☐ ☐

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

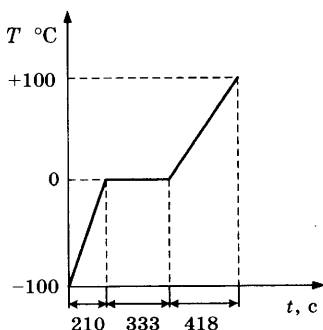
ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б	В

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс нагревания жидкой воды.

Ответ: _____ с

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

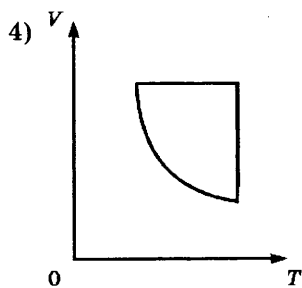
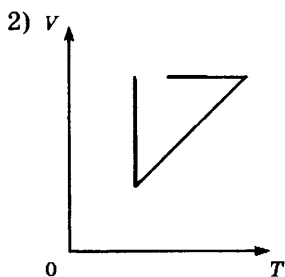
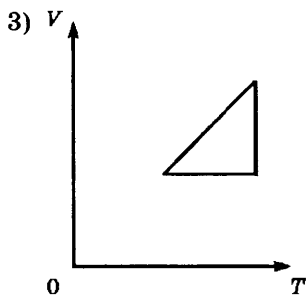
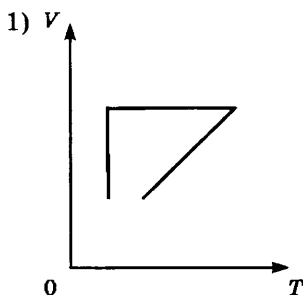
11. В атоме водорода электрон удерживается силами притяжения к протону вследствие

- 1) способности одного электрического заряда мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов
- 3) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические заряды
- 4) гравитационного взаимодействия

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа уменьшился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: ☐

13. Как направлена сила Ампера (*влево, вправо, к наблюдателю, от наблюдателя*), действующая со стороны магнитного поля на проводник с током? Направление тока на участке проводника, расположенного над магнитом, указано стрелкой на рисунке. Ответ запишите словом (словами).

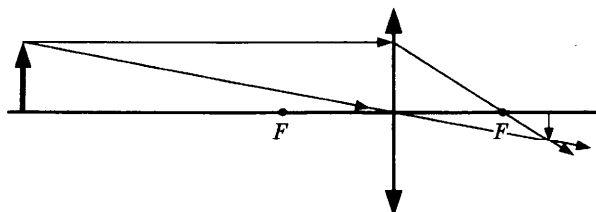


Ответ: _____

14. При подключении резистора с электрическим сопротивлением 1 кОм к выводам источника тока с ЭДС 12 В сила тока в цепи была равна 6 мА . Чему равна сила тока в цепи при подключении к этому источнику резистора с сопротивлением 3 кОм ?

Ответ: _____ мА

15. На рисунке представлена схема хода лучей при получении изображения предмета с помощью линзы.

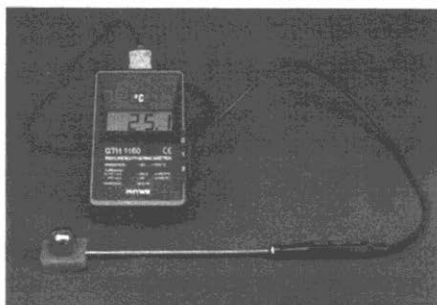


Эта схема соответствует случаю использования линзы в качестве

- 1) лупы
- 2) объектива фотоаппарата
- 3) очков близоручного человека
- 4) объектива проекционного аппарата

Ответ: ☐

16. На рисунке показан конечный результат опыта по превращению механической энергии в тепловую энергию. Термометр, вставленный в пластилин, показывает температуру пластилина после удара шара, который упал с некоторой высоты. Начальная температура пластилина была равна $20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Погрешность измерений температуры с помощью показанного на рисунке электронного термометра равна $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. На сколько градусов изменилась температура пластилина в результате опыта? Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

- | | |
|---|---|
| 1) $4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 4) $25,1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 2) $4,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 5) $25,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| 3) $20,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ | |

Ответ: ☐

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

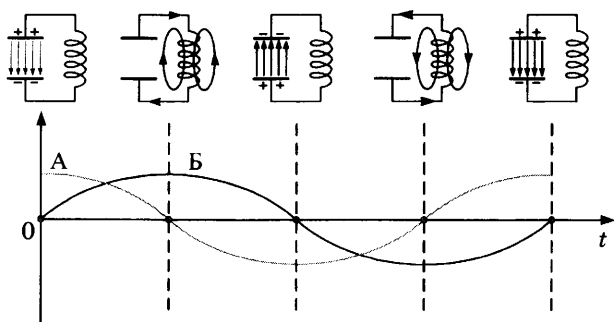
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

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

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. На сколько единиц меньше массовое и зарядовое числа ядра-продукта X изотопа кобальта $^{238}_{92}\text{U}$ в результате осуществления альфа-распада?

Ответ:

Массовое число	Зарядное число

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

20. При освещении металлической пластины с работой выхода A монохроматическим светом частотой ν происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна $E_{\text{макс}}$. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этим же монохроматическим светом пластины с работой выхода $2A$, если фотоэффект происходит?

Ответ: _____

21. Как изменяются давление, объём и температура при осуществлении адиабатного процесса сжатия воздуха?

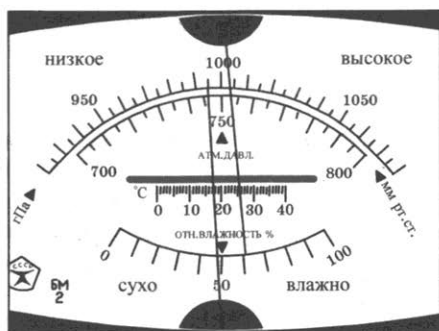
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Объём	Температура

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

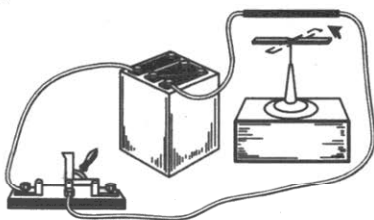


Снимите показания гигрометра с учётом погрешности измерений. Примите, что погрешность измерения данного гигрометра равна половине цены деления шкалы.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) %

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

23. На рисунке представлен вариант выполнения опыта Эрстеда.



В опыте Эрстеда было обнаружено, что при пропускании электрического тока через проводник магнитная стрелка вблизи проводника поворачивается и после нескольких колебаний устанавливается

- 1) северным полюсом к проводнику с током
- 2) южным полюсом к проводнику с током
- 3) в направлении протекания тока в проводнике
- 4) перпендикулярно проводнику с током

Ответ: ☐

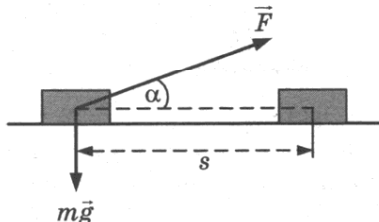
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

24. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая внешними силами над газом?

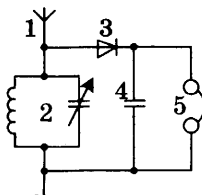
Ответ: _____ Дж

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



Ответ: _____ Дж

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



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

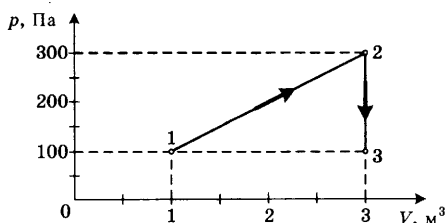
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

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



30. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.
31. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле индукцией $7,87 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно вектору индукции. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути s от времени t имеет вид $s = 4t + t^2$. Чему равна скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении?

Ответ: _____ м/с

2. Под действием одной силы $\vec{F}_1$ тело движется с ускорением 4 м/с^2 . Под действием другой силы $\vec{F}_2$, направленной противоположно силе $\vec{F}_1$, ускорение тела равно 3 м/с^2 . С каким ускорением будет двигаться тело при одновременном действии сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$?

Ответ: _____ м/с^2

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

Ответ: _____

4. Человек массой 100 кг поднялся по ступеням лестницы на 5-й этаж дома за 200 секунд. Чему равна мощность человека, если высота одной ступени равна 20 см, а число ступеней между этажами равно 20?

Ответ: _____ Вт

5. Человек наблюдал процесс свободного падения яблока и описал процесс его движения.

Выберите два верных утверждения из перечня приведённых ниже.

- 1) Движение яблока равноускоренное.
- 2) Ускорение яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
- 3) Скорость яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
- 4) Потенциальная энергия яблока изменяется от максимального значения до нуля.
- 5) Полная энергия яблока уменьшается.

Ответ: ☐ ☐

6. Сани движутся по склону горы вниз. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы и свойствами вектора силы:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) перпендикулярно поверхности склона горы
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления

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

Направление вектора	Модуль вектора

7. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) количество теплоты

Б) длина волны

ФОРМУЛЫ

1) $Q = cm\Delta t$

2) $\lambda = vT$

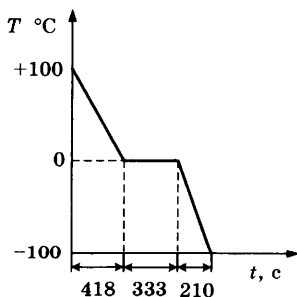
3) $\lambda = \frac{Q}{m}$

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

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплоотвода определите удельную теплоту кристаллизации жидкой воды в лед.

Ответ: _____ Дж/кг

9. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

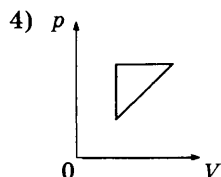
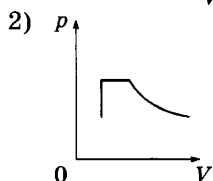
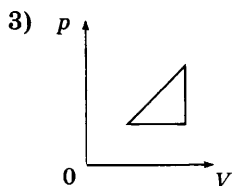
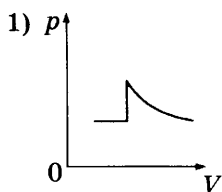
11. Мяч был брошен с поверхности земли вертикально вверх. Он достиг высшей точки траектории и затем упал на землю. Сопротивлением воздуха пренебрегаем. В какой момент времени движения полная механическая энергия мяча имела максимальное значение?

- 1) в момент начала движения вверх
- 2) в момент достижения верхней точки траектории
- 3) в момент падения на землю
- 4) в течение всего времени полёта полная механическая энергия была одинакова

Какое из приведённых выше утверждений верно?

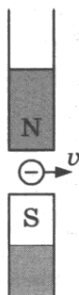
Ответ: ☐

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Этим изменениям состояния газа в координатных осях p – V соответствует график на рисунке



Ответ: ☐

13. Как направлена сила Лоренца (*влево, вправо, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*), действующая на электрон при его движении в магнитном поле (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____

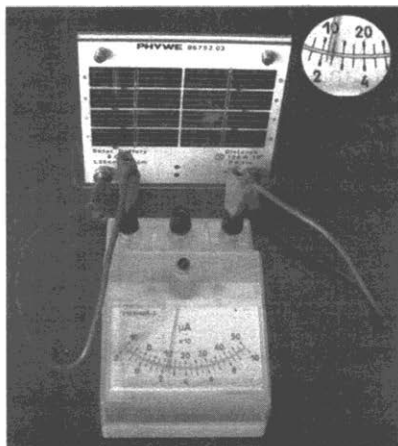
14. В процессе электролиза соляной кислоты при постоянном значении силы тока в цепи за 2 минуты ионы водорода принесли на катод положительный заряд 60 Кл, ионы хлора принесли на анод отрицательный заряд 60 Кл. Чему равна сила тока в цепи в этом процессе?

Ответ: _____ А

15. При падении узкого пучка света на зеркало угол отражения был равен 20° . При увеличении угла падения луча на зеркало на 10° чему стал равен угол его отражения?

Ответ: _____ градусов

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



Определите по показаниям прибора силу тока в цепи, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления микроамперметра. Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

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

Ответ: ☐

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

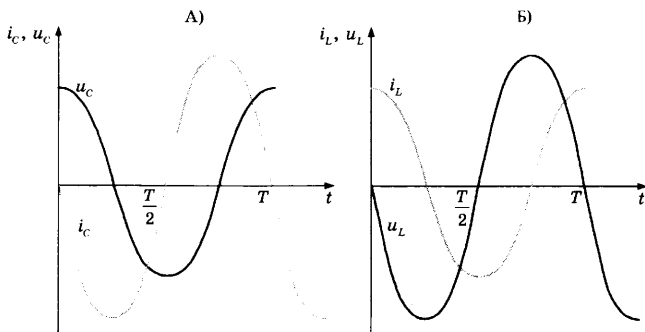
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. На графиках А и Б показаны изменения в зависимости от времени силы тока и напряжения на конденсаторе и на катушке в цепи переменного тока. Установите соответствие между графиками А и Б и соотношениями фаз колебаний напряжения и силы тока.

ГРАФИКИ



СООТНОШЕНИЕ ФАЗ КОЛЕБАНИЙ

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

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

${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow X + {}^1_1\text{H}$. Чему равно число протонов и нейтронов в ядре-продукте X ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

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

- 1) в счётчике Гейгера
- 2) в камере Вильсона
- 3) в фотоэмульсии
- 4) в сцинтилляционном счётчике

Ответ: ☐

21. Как изменяются давление, объём, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изотермического расширения воздуха?

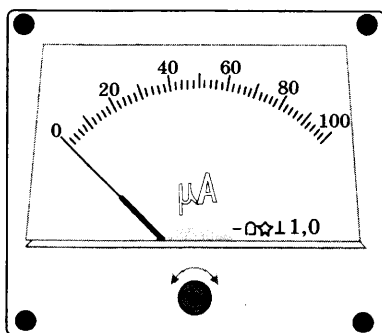
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Объём	Температура	Внутренняя энергия

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

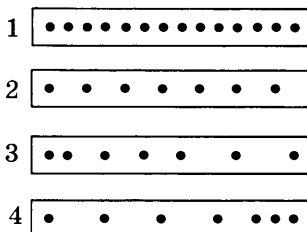


Определите максимальную абсолютную погрешность $\Delta_{\text{инстр}}$ этого прибора и цену деления прибора.

Ответ: _____ мкА; _____ мкА

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

23. В опытах по исследованию движения тележек использовался прибор, делающий отметки на ленте через одинаковые интервалы времени. Под каким номером на рисунке показана лента, соответствующая движению тележки слева направо с увеличением скорости?



Ответ:

Часть 2

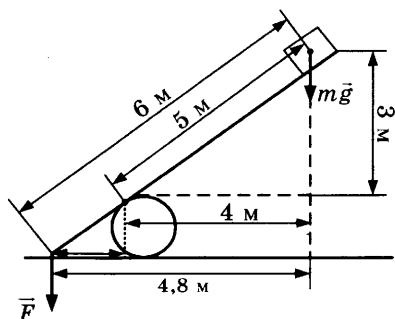
Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

Ответ: _____ Дж

25. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы $\vec{F}$ рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний

на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Модуль силы тяжести, действующей на груз, равен 30 Н. Чему равен модуль силы $\vec{F}$?



Ответ: _____ Н

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

Ответ: _____ А

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

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

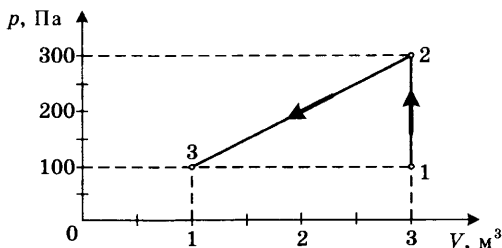
$t, ^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью 10 м/с сила давления человека на сиденье тележки была равна 1800 Н ? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

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



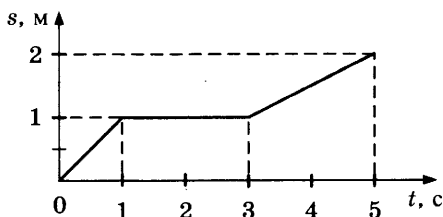
30. Ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$ — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией $3,34 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно вектору $\vec{B}$ индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.
31. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20}$ Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

ВАРИАНТ 9

Часть 1

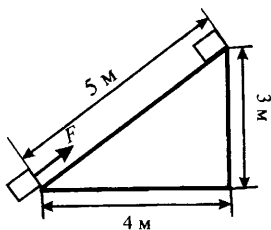
Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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



Ответ: _____ м/с

2. Тело массой 2 кг под действием силы $\vec{F}$ перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы $\vec{F}$ направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы равен 30 Н. Чему равна сила трения, если коэффициент трения $\mu = 0,5$?



Ответ: _____ Н

3. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v относительно Земли из неподвижной лодки массой M на берег. Чему равен модуль скорости лодки относительно Земли в момент отрыва человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

Ответ: _____

4. При свободных колебаниях на пружине груз массой m проходит положение равновесия со скоростью v . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Чему равен модуль изменения полной механической энергии груза за это время?

Ответ: _____

5. В таблице представлена зависимость модуля v скорости движения тела от времени t :

$t, \text{с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{м/с}$	0	2	2	6	0

Из приведённых ниже утверждений **три** соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) Путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 6 с, равен 17 м.
- 2) В интервале времени от 0 с до 1 с скорость тела линейно возрастала от 0 м/с до 2 м/с.

- 3) В интервале времени от 1 с до 2 с скорость тела не изменялась, путь, пройденный в этом интервале времени, равен нулю.
- 4) В интервале времени от 2 с до 4 с движение тела было равноускоренным, с начальной скоростью, равной нулю.
- 5) В интервале времени от 4 с до 6 с ускорение тела было равно -3 м/с^2 .

Ответ:

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

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

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

Сила тяжести люстры приложена	
Сила тяжести люстры направлена	
Сила веса люстры приложена	
Сила веса люстры направлена	

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) скорость равномерного движения

$$1) \quad F = G \frac{mM}{r^2}$$

Б) сила кулоновского взаимодействия

$$2) \quad D = \frac{1}{F}$$

$$3) \quad F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

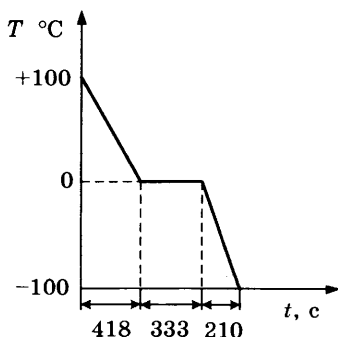
$$4) \quad v = \frac{s}{t}$$

$$5) \quad v = at$$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику определите, сколько секунд длился процесс кристаллизации жидкой воды в лёд.

Ответ: _____ с

9. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: _____ Дж

10. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру идеального газа, чтобы давление газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 7 раз?

Ответ: в _____ раз(а)

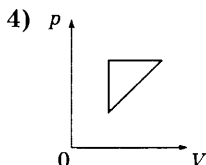
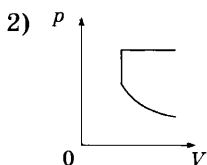
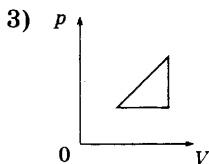
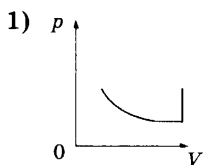
11. Электризация нейтральных тел при соприкосновении объясняется тем, что

- 1) при соприкосновении тел возникают одноименные электрические заряды и распределяются между этими телами
- 2) от тела с большим электрическим зарядом часть зарядов переходит к телу с меньшим электрическим зарядом
- 3) часть электронов с оболочек атомов одного из тел переходит к атомам другого тела, тела приобретают при этом одноименные заряды
- 4) часть электронов с оболочек атомов одного из тел переходит к атомам другого тела, тела приобретают при этом разноименные заряды

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях p — V соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: ☐

13. Как будет расположена (*горизонтально, под углом, перпендикулярно*) по отношению к поверхности земли магнитная стрелка, помещённая непосредственно над магнитным полюсом Земли? Ответ запишите словом (словами).

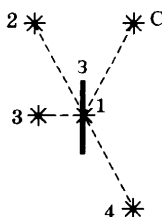
Ответ: _____

14. Резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение работ электрического тока, совершённых при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время?

Ответ: _____

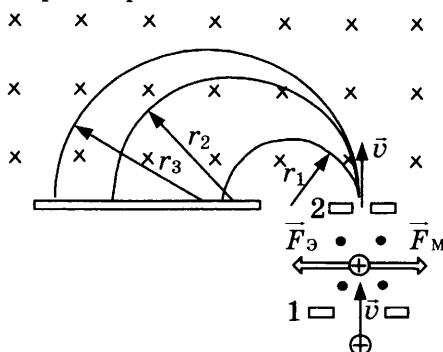
15. Если источник света С находится перед плоским зеркалом З (см. рисунок), то его изображение в зеркале находится в точке

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



Ответ: ☐

16. На рисунке приведена схема масс-спектрометра и показаны траектории ионов.



Из перечисленных ниже условий выберите необходимые для измерения массы иона.

- 1) магнитное поле должно быть однородным с известной индукцией $\vec{B}$
- 2) должно быть известно значение скорости иона v , перпендикулярной вектору индукции
- 3) должно быть известно значение заряда иона q
- 4) необходимо измерить радиус r окружности, по которой ион движется

Ответ: _____

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

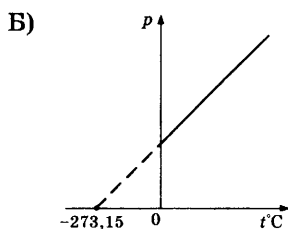
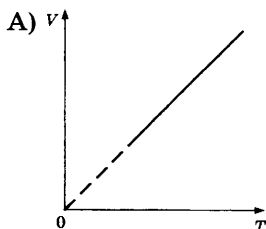
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Напряжение	Мощность	Сила тока

18. Установите соответствие между графиками процессов в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже формулами.

ГРАФИКИ



ФОРМУЛЫ

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число нуклонов и протонов в ядре-продукте X , в которое превращается ядро кобальта ${}_{27}^{60}\text{Co}$ при осуществлении электронного β -распада?

Ответ:

Число нуклонов	Число протонов

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

20. Каков спектр энергетических состояний атомного ядра и какие частицы испускает ядро при переходе из возбужденного состояния в нормальное?
- 1) спектр линейчатый, испускает гамма-кванты
 - 2) спектр сплошной, испускает гамма-кванты
 - 3) спектр сплошной, испускает бета-частицы
 - 4) спектр линейчатый, испускает альфа-частицы

Ответ: ☐

21. Как изменяются давление, объём, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изохорного охлаждения воздуха?

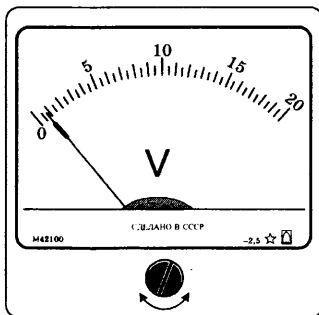
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Объём	Температура	Внутренняя энергия

22. Надпись 2,5 справа внизу на шкале вольтметра показывает, что это прибор класса точности 2,5. Класс точности прибора показывает максимальную возможную инструментальную относительную погрешность при отклонении стрелки на всю шкалу.



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

Ответ: _____ В; _____ В

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

23. При пропускании постоянного тока через катушку вокруг неё возникло магнитное поле. Оно обнаруживается по действию на магнитную стрелку и по способности намагничивать железный стержень, вставленный в катушку. В каком случае это магнитное поле исчезнет?
- 1) если убрать из катушки железный стержень
 - 2) если убрать магнитную стрелку
 - 3) если убрать железный стержень и магнитную стрелку
 - 4) если включить электрический ток в катушке

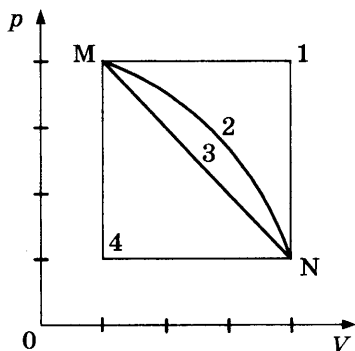
Ответ: ☐

Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

При каком способе работа над газом максимальна?

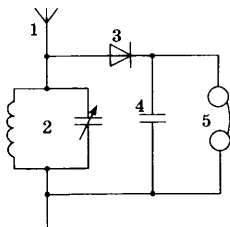


Ответ: _____

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

Ответ: _____ с

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



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

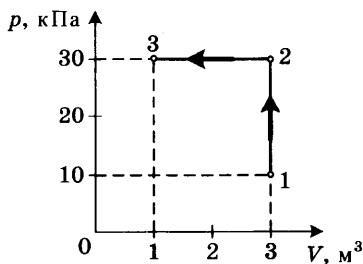
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н при скорости движения тележки 10 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².
29. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



30. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление аккумулятора.
31. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса $R = 10$ мм. Вычислите скорость электрона.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид $x = 1 + 2t + 3t^2$. Проекция скорости тела на ось OX в момент времени $t = 3$ с при таком движении равна

Ответ: _____ м/с

2. Чему равна жёсткость пружины динамометра, которая при подвешивании гири массой 5 кг растянулась на 10 см?

Ответ: _____ Н/м

3. Атом водорода массой m , движущийся со скоростью $\vec{v}$ относительно Земли, сталкивается с таким же атомом, движущимся в той же системе отсчёта со скоростью $-\vec{v}$. Каким суммарным импульсом обладают два атома в момент столкновения? Взаимодействие атомов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

4. Для измерения плотности жидкости изготовлен прибор из стеклянной пробирки. Пробирка частично заполнена песком для того, чтобы в жидкости она плавала в вертикальном положении. В воде пробирка плавает при погружении в воду на 9 см, в неизвестной жидкости глубина погружения равна 10 см. Какова плотность этой жидкости?

Ответ: _____ кг/м³

5. Тело движется прямолинейно. Эксперимент по изучению зависимости координаты тела от времени завершился написанием формулы:

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

В результате сравнения этой формулы с общей формулой для расчёта координаты тела были сделаны некоторые утверждения. Но в предложенном ниже перечне утверждений только **три** правильных. Укажите их номера.

- 1) Движение тела равноускоренное.
- 2) Движение тела равнозамедленное.
- 3) Значения проекции начальной скорости на ось Ox
 $v_{0x} = 4$ м/с.
- 4) Значения проекции ускорения на ось Ox
 $a_x = -2$ м/с².
- 5) Проекция скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 1$ с при таком движении равна 0 м/с.

Ответ:

6. Брусok движется равномерно вверх по поверхности наклонной плоскости. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы, перечисленными в таблице, и свойствами вектора силы:

- 1) перпендикулярно поверхности наклонной плоскости
- 2) вертикально вниз
- 3) против направления вектора скорости
- 4) вертикально вверх
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления

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

Направление вектора	Модуль вектора

7. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) скорость равноускоренного движения

Б) оптическая сила линзы

ФОРМУЛЫ

1) $F = G \frac{mM}{r^2}$

2) $D = \frac{1}{F}$

3) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

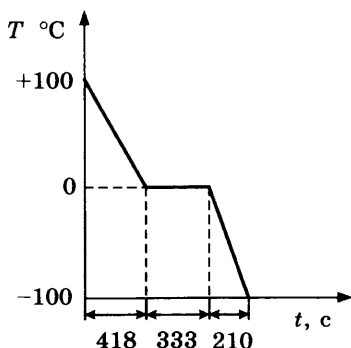
4) $v = \frac{s}{t}$

5) $v = at$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт .



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоемкость воды.

Ответ: _____ Дж/(кг $\cdot$ $^{\circ}\text{C}$)

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

Ответ: _____ Дж

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

Ответ: в _____ раз(а)

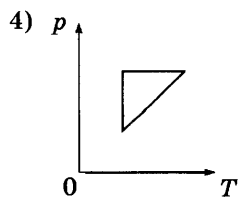
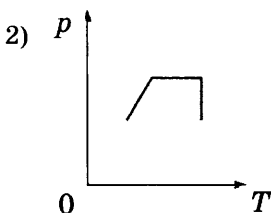
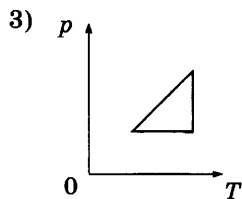
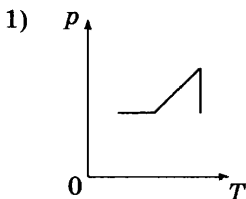
11. Если тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, то равнодействующая всех приложенных к нему сил

- 1) не равна нулю, постоянна по модулю и направлению
- 2) не равна нулю, постоянна по модулю, но её направление изменяется со временем
- 3) равна нулю
- 4) равна нулю или постоянна по модулю и направлению

Какое из приведённых выше утверждений верно?

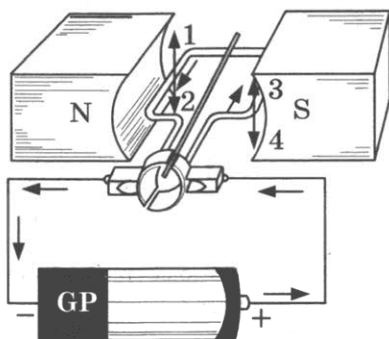
Ответ: ☐

12. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объёме, потом его объём увеличивался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p – T на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: ☐

13. На рисунке показана схема электродвигателя постоянного тока. Какими стрелками обозначены на схеме силы магнитного поля, действующие на виток обмотки якоря?

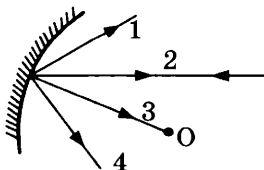


Ответ: _____

14. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?

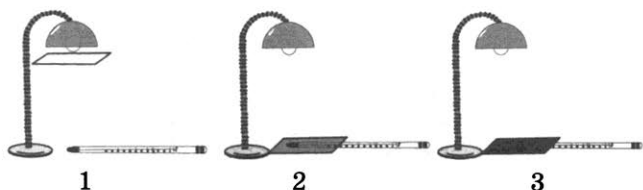
Ответ: _____ В

15. Луч света падает на зеркальную поверхность цилиндра, ось цилиндра проходит через точку О (см. рисунок). В каком направлении пойдёт отражённый луч?



Ответ: ☐

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



В каком опыте термометр наиболее точно измерит температуру воздуха?

- 1) в первом
- 2) во втором
- 3) в третьем
- 4) опыты 1–3 дадут примерно один и тот же результат
- 5) нужно убрать лист бумаги в опыте 1, чтобы «Солнце» беспрепятственно освещало термометр

Из приведённых выше утверждений выберите верное.

Ответ: ☐

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока в общей цепи, напряжением на этой лампе и мощностью тока на ней при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента и последовательно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

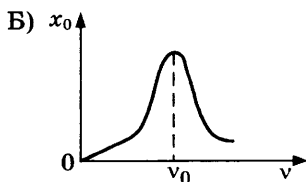
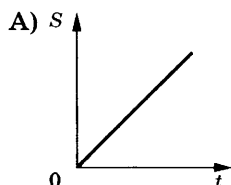
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин. Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость объёма от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость пути от времени при равномерном движении
- 3) зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды
- 4) зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

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

${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$. Чему равно число нуклонов и нейтронов в частице X , которая освобождается при осуществлении такой реакции?

Ответ:

Число нуклонов	Число нейтронов

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

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

- 1) 0
- 2) точно 250
- 3) примерно 250
- 4) примерно 750

Ответ:

21. Как изменяются давление, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изотермического сжатия воздуха?

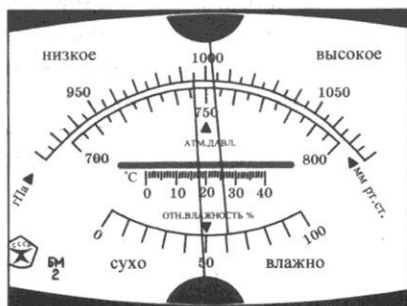
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление	Температура	Внутренняя энергия

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



Снимите показания барометра с учётом погрешности измерений. Примите, что погрешность измерения данного барометра равна цене деления его шкалы.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) гПа

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

23. При движении вверх брошенного вертикально камня на пути 1 м его кинетическая энергия уменьшилась на 4 Дж. Какую работу совершила сила тяжести на этом пути и как изменилась потенциальная энергия камня?
- 1) работа силы тяжести равна +4 Дж, изменение потенциальной энергии камня +4 Дж
 - 2) работа силы тяжести равна -4 Дж, изменение потенциальной энергии камня +4 Дж
 - 3) работа силы тяжести равна +4 Дж, изменение потенциальной энергии камня -4 Дж
 - 4) работа силы тяжести равна -4 Дж, изменение потенциальной энергии камня -4 Дж

Ответ: ☐

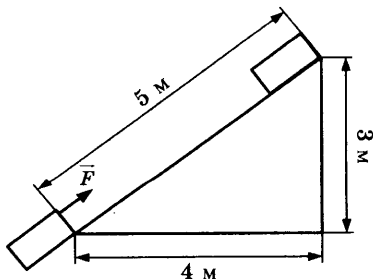
Часть 2

Ответом к заданиям 24–26 является число. Запишите это число 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 приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

Ответ: _____ Дж

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



Ответ: _____ Дж

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

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (27–31) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

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

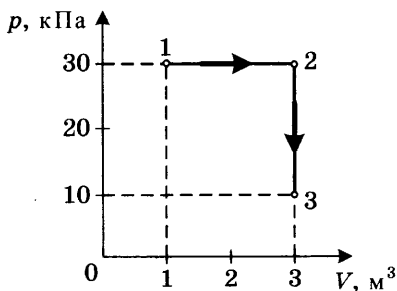
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

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

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

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 6,4 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
29. На графике представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



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

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

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

Массы атомных ядер

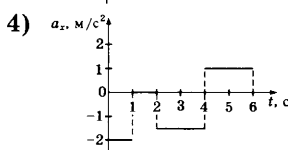
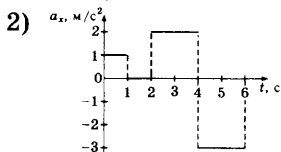
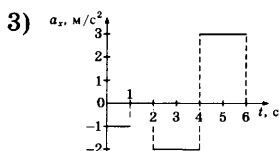
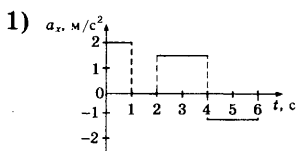
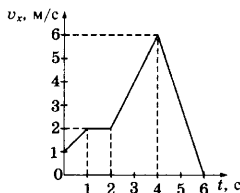
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}_1^1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}_1^2\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}_1^3\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}_2^3\text{He}$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

РАЗБОР ВАРИАНТА 1

Часть 1

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

Каким графиком представлена верно проекция ускорения автомобиля в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с?



Ответ: ☐

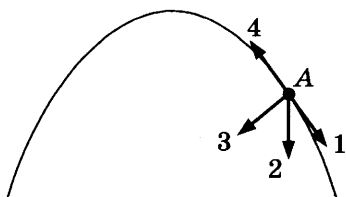
Решение

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

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

Ответ: 2

2. На рисунке показана траектория движения тела, брошенного под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли. В точке А этой траектории направление вектора скорости обозначено стрелкой 1; траектория движения тела и все векторы лежат в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Какое направление имеет вектор ускорения тела в системе отсчёта Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ: ☐

Решение

В инерциальных системах отсчета любое изменение скорости тела — ускорение тела — происходит только в результате действия на него других тел.

Земля является инерциальной системой отсчёта.

Тело, брошенное под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли, движется под действием силы тяжести, направленной перпендикулярно к поверхности Земли.

Из определения понятия силы следует, что направление вектора ускорения всегда совпадает с направлением вектора $\vec{F}$ силы.

В рассматриваемом случае направление силы тяжести указано стрелкой 2, поэтому и вектор ускорения имеет направление 2.

Направление же вектора $\vec{a}$ ускорения совпадает с направлением вектора $\vec{v}$ скорости тела только в том случае, если направление вектора $\vec{v}$ совпадает с направлением вектора $\vec{F}$ силы. В данном случае направления векторов скорости и силы тяжести не совпадают.

Ответ: 2

3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью движется лодка относительно Земли после прыжка человека, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

Ответ: _____ м/с

Решение

Из закона сохранения импульса следует:

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

Ответ: 1,5 м/с

4. Чему равен вес человека в воде с учётом действия силы Архимеда? Объем человека $V = 50 \text{ дм}^3$, плотность тела человека 1036 кг/м^3 .

Ответ: _____ Н

Решение

Очевидно, что вес человека в воде (сила давления на воображаемую неподвижную опору рассматриваемого человека, стоящего неподвижно на этой опоре) меньше силы тяжести на силу Архимеда:

$$P_{\text{вод}} = F_{\text{тяж}} - F_A$$

Сила тяжести человека равна:

$$F_{\text{тяж}} = \rho_{\text{чел}} Vg = 1036 \cdot 0,05 \cdot 10 \text{ Н} = 518 \text{ Н}$$

Сила Архимеда, действующая на человека, находящегося внутри чистой воды, равна:

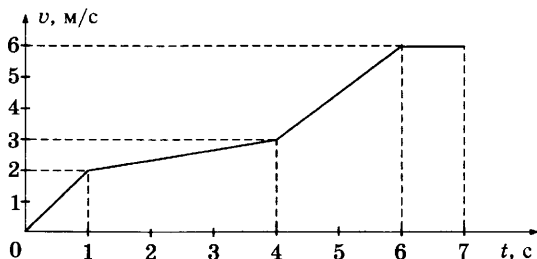
$$F_A = \rho_{\text{воды}} V g = 1000 \cdot 0,05 \cdot 10 \text{ Н} = 500 \text{ Н}$$

Вес человека в воде равен:

$$P_{\text{вод}} = F_{\text{тяж}} - F_A = 518 \text{ Н} - 500 \text{ Н} = 18 \text{ Н}$$

Ответ: 18 Н

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведённых ниже утверждений три правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за 6 секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 4) В интервале времени 4–6 секунд скорость увеличивалась прямо пропорционально времени движения, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на пятой секунде движения равно $1,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: ☐ ☐ ☐

Решение

В интервале времени от 0 с до 6 с график зависимости скорости от времени состоит из прямых линий, наклонённых по отношению к оси абсцисс, следовательно, скорость увеличивается прямо пропорционально времени движения. Движение равноускоренное.

В интервале времени от 6 с до 7 с график зависимости скорости от времени является прямой линией, параллельной оси абсцисс, следовательно, скорость остаётся постоянной. Движение равномерное.

Ускорение равноускоренного движения в любой момент времени можно найти как отношение изменения скорости Δv к интервалу времени Δt , за который произошло это изменение:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ускорение в интервале времени 4–6 секунд равно:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}}{6 \text{ с} - 4 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 145

6. Гирия массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если её отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой её колебаний, если начальное отклонение гири будет изменено с 10 см на 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

Решение

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

Ответ: 331

7. Материальная точка движется со скоростью $\bar{v}$ равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) координата точки
Б) модуль пути, пройденного за время t со скоростью $\bar{v}$

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

Решение

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

$$x = x_0 + vt$$

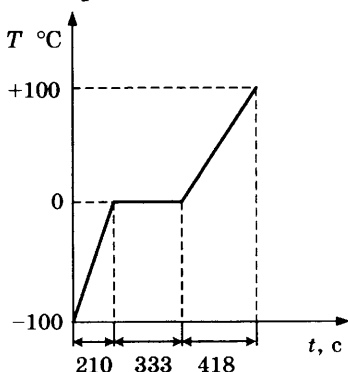
где x_0 — координата точки в начальный момент времени.

Путь s , пройденный за время t при равномерном прямолинейном движении со скоростью $\vec{v}$, определяется уравнением

$$s = vt$$

Ответ: 41

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, в течение какого времени внутренняя энергия воды повышалась.

Ответ: _____ с

Решение

График показывает, что температура льда непрерывно повышалась и через 210 секунд достигла значения $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следовательно, кинетическая энергия молекул твёрдой воды (льда) повысилась.

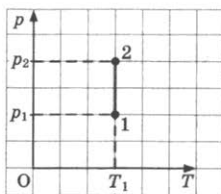
Затем 333 секунды льду передавалось каждую секунду количество теплоты 100 Дж, но температура тающего льда и образующейся при этом воды не изменилась ни на один градус. Полученное в течение 333 секунд от нагревателя количество теплоты 33300 Дж вызвало превращение воды из кристаллического состояния в жидкое состояние. Эта энергия была израсходована на разрыв прочных связей молекул воды в кристалле, на увеличение расстояния между молекулами, т. е. на увеличение потенциальной энергии их взаимодействия.

После того как за 333 секунды весь лёд расплавился, начался процесс нагревания жидкой воды. Температура жидкой воды за 418 секунд повысилась на $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, т. е. кинетическая энергия воды увеличилась.

Так как внутренней энергией в термодинамике называется сумма кинетической энергии всех молекул и атомов тела и потенциальной энергии их взаимодействия, то можно сделать вывод, что внутренняя энергия воды повышалась на протяжении всего эксперимента в течение 961 секунды.

Ответ: 961 с

9. Идеальный газ в некотором процессе, показанном на графике, совершил работу 300 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?



Ответ: _____ Дж

Решение

Внутренняя энергия идеального газа определяется только температурой: $U = \frac{3}{2} NkT$. При изотермическом процессе температура газа не изменяется, поэтому изменение внутренней энергии равно нулю: $\Delta U_T = 0$ (1).

Так как по условию задачи газ совершил работу, то для её решения первый закон термодинамики возьмём в виде: $\Delta U = Q - A$, где ΔU — изменение внутренней энергии идеального газа, Q — количество теплоты, переданное газу, A — работа, совершённая газом.

С учётом выражения (1) первый закон термодинамики для изотермического процесса запишем как $Q_T = A_T$.

Отсюда следует, что в данном изотермическом процессе газу передано количество теплоты 300 Дж, за счёт этого газ совершил работу 300 Дж. Внутренняя энергия газа не изменилась $\Delta U_T = 0$.

Ответ: 300 Дж

10. В закрытом помещении при температуре воздуха 40 °С конденсация паров воды на стенке стакана с водой начинается при охлаждении воды в стакане до 16 °С.

Чему будет равна точка росы в этом помещении, если весь воздух помещения охладить до 20 °С?

Ответ: _____ °С

Решение

Поскольку по условию задачи помещение закрытое, то состав воздуха при его охлаждении не изменится. Это означает, что количество водяных паров и их парциальное давление останутся прежним. Следовательно, останется прежним и значение температуры начала конденсации — значение точки росы.

Таким образом, если в данном закрытом помещении весь воздух охладить от $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, точка росы останется равной $16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ответ: $16\text{ }^{\circ}\text{C}$

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

- 1) один электрический заряд способен мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов
- 3) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на другие электрические заряды
- 4) существует гравитационное взаимодействие

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: ☐

Решение

Разноимённые электрические заряды притягиваются друг к другу вследствие того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на другие электрические заряды.

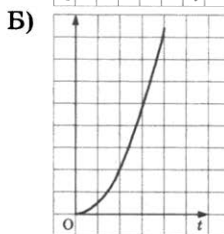
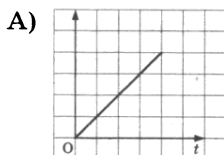
Ответ: 3

12. В физическом эксперименте в течение нескольких секунд было зафиксировано движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути из состояния покоя. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) потенциальная энергия тела

Ответ:

А	Б

Решение

Ответ 4 исключается из верных, так как при движении на горизонтальном и прямолинейном участке пути положение центра масс над поверхностью Земли не изменяется, следовательно, и потенциальная энергия тела mgh остаётся неизменной.

Ответ 2 исключается из верных, если предположить, что в данном эксперименте наблюдалось равноускоренное движение. Ускорение для равноускоренного движения — величина постоянная.

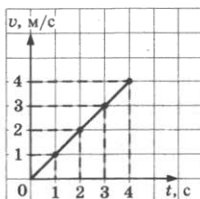
Чтобы убедиться в правильности сделанного предположения, построим графики зависимости проекции ско-

рости на горизонтальную ось $0x$ от времени и пути от времени для произвольно заданных начальных условий: наблюдения были проведены в течение 4 секунд, тело двигалось с ускорением 1 м/с^2 .

Скорость равноускоренного движения из состояния покоя вычислим по формуле $v = at$:

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$v, \text{ м/с}$	0	1	2	3	4

По данным таблицы построим график зависимости $v = f(t)$

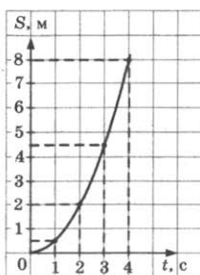


Путь равноускоренного движения из состояния покоя

вычислим по формуле $s = \frac{at^2}{2}$:

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$s, \text{ м}$	0	0,5	2	4,5	8

По данным таблицы построим график зависимости $s = f(t)$



Построенные графики позволяют сделать вывод, что график А является графиком скорости, график Б является графиком пути, пройденного телом.

Ответ: 13

13. Положительно заряженная частица А движется перпендикулярно плоскости рисунка в направлении к наблюдателю. Точка Б находится в плоскости рисунка. Как направлен в точке Б (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).



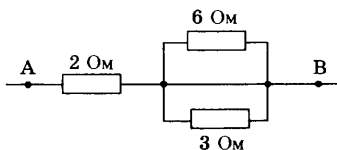
Ответ: _____

Решение

Движущуюся частицу с положительным зарядом можно рассматривать как электрический ток, направленный по вектору скорости частицы. Линии магнитной индукции вокруг проводника с током являются окружностями с центрами на оси проводника. Плоскости окружностей перпендикулярны проводнику — в этой задаче они совпадают с плоскостью рисунка. Направление векторов индукции магнитного поля электрического тока совпадает с касательными к линии магнитной индукции и определяется по следующему правилу: если смотреть по направлению движения положительного заряда, то векторы магнитной индукции направлены по часовой стрелке. Вектор индукции в точке Б направлен вверх.

Ответ: **вверх**

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



Ответ: _____ В

Решение

Вычислим сначала общее сопротивление r резисторов, включённых параллельно:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 2 \text{ Ом}$$

Общее сопротивление трёх резисторов равно:

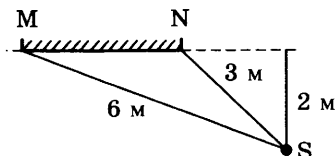
$$R = 2 \text{ Ом} + r = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}$$

Напряжение на участке АВ равно:

$$U = IR = 2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 8 \text{ В}$$

Ответ: 8 В

15. Расположение плоского зеркала MN и источника света S представлено на рисунке. Каково расстояние от источника S до его изображения в зеркале MN?



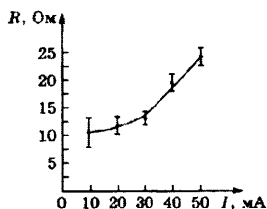
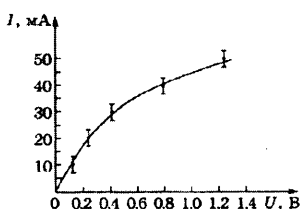
Ответ: _____ м

Решение

Изображение источника света в плоском зеркале расположено симметрично относительно плоскости зеркала. Поэтому изображение в зеркале находится точно на таком же расстоянии от плоскости зеркала, на каком находится от нее источник света. Изображение в зеркале находится от источника света на вдвое большем расстоянии, чем источник света от зеркала, т.е. на расстоянии 4 м.

Ответ: 4 м

16. На графиках представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на концах нити электрической лампы и сопротивления нити лампы от силы тока.



Анализируя данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите из приведённых ниже два утверждения, соответствующие результатам экспериментального исследования.

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

Ответ: ☐ ☐

Решение

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

Ответ: 25

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока	Напряжение	Мощность

Решение

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

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

Напряжение U_1 на выходе источника тока при этом равно:

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

Мощность тока P_1 на внешней цепи при этом равна:

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

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

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

Напряжение U_2 на выходе источника тока при этом равно:

$$U_2 = \mathcal{E} - I_2 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{3r} r = \frac{2\mathcal{E}}{3}.$$

Мощность тока P_2 на внешней цепи при этом равна:

$$P_2 = I_2 U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3r} \cdot \frac{2\mathcal{E}}{3} = \frac{2\mathcal{E}^2}{9r} = \frac{\mathcal{E}^2}{4,5r}.$$

В результате получаем:

$$I_2 < I_1, U_2 > U_1, P_2 < P_1.$$

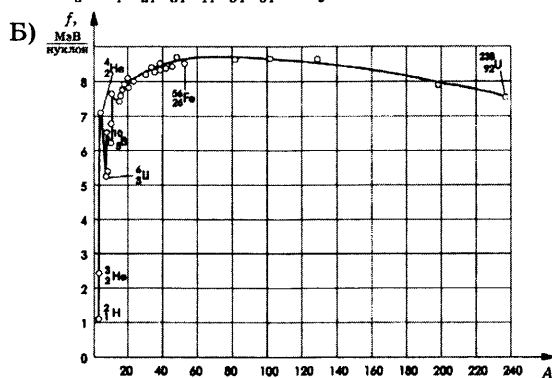
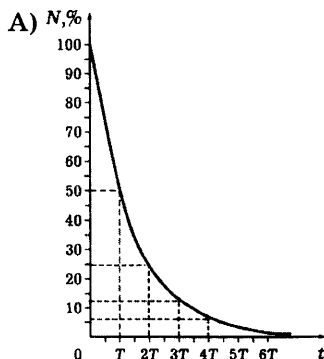
Ответ: 212

18. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость числа радиоактивных ядер от времени
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра
- 4) зависимость индукции магнитного поля в веществе от индукции намагничивающего поля

Ответ:

А	Б

Решение

На графике А показана зависимость числа радиоактивных ядер от времени — закон радиоактивного распада.

На графике Б показана зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра.

Ответ: 13

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода тритии?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

Решение

Изотоп водорода тритий ${}^3_1\text{H}$ состоит из трёх нуклонов: одного протона и двух нейтронов.

Ответ: 12

20. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой ν происходит фотоэлектрический эффект. Максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Чему равно значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой 2ν ?

Ответ: _____ эВ

Решение

При фотоэффекте связь между частотой ν поглощенного фотона света, работой выхода A электрона и максимальной кинетической энергией выбиваемых электронов $E_{\text{макс}}$ дается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A + E_{\text{макс}}.$$

Из уравнения для фотоэлектрического эффекта следует, что максимальная кинетическая энергия $E_{\text{макс1}}$ выбиваемых электронов в первом случае связана с частотой света ν уравнением:

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

Во втором случае имеем уравнение:

$$E_{\text{макс2}} = 2h\nu - A = h\nu + h\nu - A = h\nu + 2 \text{ эВ.}$$

Из первого уравнения следует:

$$h\nu = 2 \text{ эВ} + A,$$

поэтому

$$E_{\text{макс2}} = 2 \text{ эВ} + A + 2 \text{ эВ} = 4 \text{ эВ} + A > 4 \text{ эВ.}$$

Ответ: $E_{\text{макс2}} > 4 \text{ эВ}$

21. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объём воздуха уменьшился. Как изменяются при этом давление, температура и внутренняя энергия воздуха?

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.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

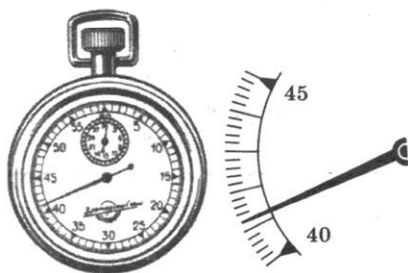
Решение

При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса поддерживается процесс теплового равновесия воздуха в цилиндре насоса со стенками цилиндра и окружающей средой, поэтому тем-

пература воздуха не изменяется. При изотермическом процессе произведение давления газа на его объем остается неизменным, поэтому при уменьшении объема воздуха его давление увеличивается. При изотермическом процессе внутренняя энергия не изменяется.

Ответ: 133

22. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Стрелка секундомера делает полный оборот за 1 минуту.



Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.

Ответ: (_____ $\pm$ _____) с

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

Решение

Цена деления шкалы секундомера равна 0,2 с. Верный ответ $(41,2 \pm 0,2)$ с

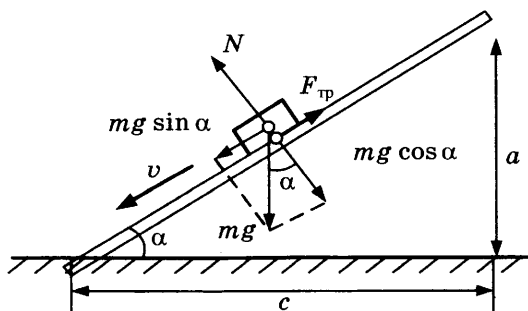
Ответ: $(41,2 \pm 0,2)$ с

23. В эксперименте была поставлена задача определить ускорение бруска при скольжении вниз по наклонной плоскости длиной l (1).

Сначала была получена формула для расчёта ускорения:

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Затем был исполнен подробный рисунок с размерами наклонной плоскости a (2), c (3) и положением векторов сил и их проекций.



Значение коэффициента трения μ (4) дерева по дереву экспериментатор взял из справочных данных. Сила трения $F_{\text{тр}}$ (5) и сила тяжести mg (6) были измерены динамометром.

Какими из помеченных цифрами величин достаточно воспользоваться, чтобы определить ускорение бруска?

Ответ: _____

Решение

Ускорение можно найти, зная коэффициент трения μ , размеры a , c , l наклонной плоскости и вычислив значения $\cos \alpha = c/l$ и $\sin \alpha = a/l$.

Ответ: 1234

Часть 2

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

Ответ: _____ Дж

Решение

По первому закону термодинамики

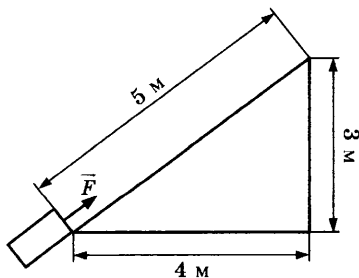
$$\Delta U = Q - A', \quad Q = \Delta U + A',$$

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

Ответ: 600 Дж.

25. Тело массой 2 кг под действием силы $\vec{F}$ перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы $\vec{F}$ равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила $\vec{F}$?

Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

Решение

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

Ответ: 150 Дж

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

Ответ: _____ В

Решение

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

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

Ответ: 5 В.

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

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

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

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

Решение

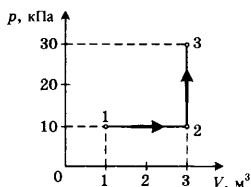
№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 12°C . Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 12°C , из таблицы $p = 14 \text{ гПа}$. Давление p_0 насыщенного водяного пара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

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

Решение

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

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



Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A' . По первому закону термодинамики:	$\Delta U = Q - A'$	1
	Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A' , совершенной газом:	$Q = \Delta U + A',$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа: Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1,$ $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$ $A' = p_1 \Delta V$	1

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

30. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

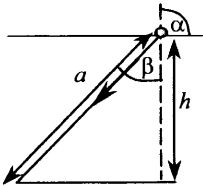
Решение

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$, сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} =$ $= \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{12}} = 2 \text{ А}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Отсюда получаем:	$\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \frac{\varepsilon}{12},$ $5\varepsilon = 60 \text{ В},$ $\varepsilon = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

31. У самой поверхности воды в реке летит комар, стоя рыба находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух–вода равен 1,33.

Решение

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Максимальное расстояние a , на котором виден комар на глубине h , равно:	$a = \frac{h}{\cos \beta} =$ $= \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} =$ $= \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $a \approx 3,0 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

ОТВЕТЫ

Вариант 2

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3 м/с^2	7	23	13	от наблюдателя	19	22
2	500 Н	8	2100 Дж/кг · °С	14	3 Ом	20	hc/λ
3	2mv	9	20 %	15	2	21	1311
4	517,4 Н	10	50 %	16	23	22	$(200 \pm 5) \text{ см}^3$
5	345	11	4	17	21	23	12345
6	24	12	13	18	41		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	600 Дж
25	$-\mu(mg - F \sin \alpha)s$
26	синусоидальная

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы $p = 10 \text{ гПа}$. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 21 °С равно 25 гПа.	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка эта- па в баллах
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{25 \text{ гПа}} = 0,40 = 40\%$	1
3	Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С увеличится, так как давление p водяного пара при в воздухе остается неизменным, а давление p_0 насыщенно-го водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.	1
	Максимальный балл	3

28

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка эта- па в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создаёт центростремительное ус- корение. Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе F упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F$ (1) $ N = F $ (2) $N = 0, F = 0$	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$v = \sqrt{gR}$ $v = 7 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A'. По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A', совершённой газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа: Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q.	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи в случае подключения внешнего элемента цепи и в случае короткого замыкания:	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\mathcal{E}}{I_0}, I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \mathcal{E}}{RI_0 + \mathcal{E}},$ $RI_0 I_1 + I_1 \mathcal{E} = I_0 \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\mathcal{E} = 24 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход ΔE ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы Δm : Дефект массы Δm ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{13}^{27}\text{Al} + m_{2}^{4}\text{He} - m_{10}^{30}\text{P} - m_{0}^{1}\text{n}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 1,0087 \approx -0,00286 \text{ а.е.м.}$ или $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	1
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции: Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.	$\Delta E \approx -0,00286 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,66 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,64 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 3

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2 м	7	51	13	вниз	19	77
2	1	8	210 с	14	2 А	20	$h\nu$
3	2	9	600 Дж	15	1	21	2122
4	203000 Па	10	в 3 раза	16	4	22	$(40 \pm 1) \text{ мВ}$
5	124	11	1	17	112	23	1
6	44231	12	32	18	13		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	-400 Дж
25	60 см
26	5 В

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16 \text{ гПа}$. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1

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

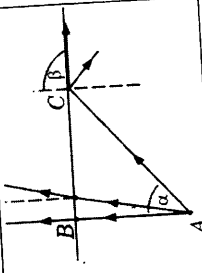
№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создаёт центростремительное ускорение. Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F$ $ N = F $	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2 / R$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$R = v^2 / a = v^2 / (g + N/m)$	1
	Получение правильного численного значения:	$R = 4,5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу A. По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты Q равно разности изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A, совершённой над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа: Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = p_1 \Delta V$	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q.	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $- 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи для случая подключения внешнего элемента: цепи и для случая короткого замыкания: Решена система уравнений в общем виде:	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r}, I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1
2		$r = \frac{\mathcal{E}}{I_0}, I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \mathcal{E}}{RI_0 + \mathcal{E}},$ $RI_0 I_1 + I_1 \mathcal{E} = I_0 \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\mathcal{E} = 12 \text{ В}, r = 0,6 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Ход лучей, исходящих из одной точки A на дне бассейна. Вертикальный луч AB не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, все остальные лучи испытывают преломление или отражаются от границы раздела.		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Полное внутреннее отражение происходит начиная с такого значения угла падения α , при котором угол преломления β равен 90° :	$\beta = 90^\circ, \sin \beta = 1$	1
	Следовательно, предельное значение угла α , при котором свет выходит из воды, определяется условием:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}, \sin \alpha = \frac{1}{n}$	
3	Радиус светового круга BC равен: Получен ответ в числовой форме:	$BC = AB \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $BC \approx 3,4 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 4

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1,5 с	7	14	13	вверх	19	89
2	$F/9$	8	33300 Дж/кг	14	100 Ом	20	$\approx 3 \cdot 10^{-19}$ Дж
3	mv	9	0 Дж	15	2	21	222
4	CO	10	в 6 раз	16	25	22	$(37,0 \pm 0,1)^\circ\text{C}$
5	125	11	4	17	122	23	1
6	1323	12	24	18	42		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	1
25	750 Н
26	1 и 2

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 9°C. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 9°C, из таблицы $p = 11$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 19°C равно 22 гПа.	1

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вверх, центростремительное ускорение создаётся только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство: Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:	$ma = F$ (1) $ N = F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$R = v^2/a = mv^2/F = mv^2/N$ $R = 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу A . По первому закону термодинамики в этом случае:	$\Delta U = Q + A$	1
	Переданное газу количество теплоты Q равно разности изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A , совершённой над газом:	$Q = \Delta U - A, Q = U_3 - U_1 - A$	
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$A = p_3 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $-10^4 \cdot 2 = -14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$, сила тока в цепи равна: Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ A}$ $\mathcal{E} = 2r B$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна: Отсюда получаем:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{2r}{R + r} = 0,5 \text{ A}$ $2r = 0,5R + 0,5r,$ $3r = R \text{ Ом}, r = 1 \text{ Ом}$	1
3		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Параллельные пучки света от двух отверстий как от когерентных источников фокусируются глазом в одну точку на сетчатке. Лучи, перпендикулярные плоскости экрана, не имеют разности хода. Лучи, выходящие из отверстий под углом φ к перпендикуляру, имеют разность хода:	$\Delta = d \sin \varphi$, где d — расстояние между отверстиями	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом φ_1 к перпендикуляру, удовлетворяющим условию равенства разности хода Δ одной длине λ световой волны: Отсюда расстояние d равно:	$\Delta = \lambda = d \sin \varphi_1$ $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$	1
3	Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженному в радианах, поэтому: Тогда для расстояния d между отверстиями при значении длины световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м получаем значение:	$\sin \varphi_1 = \sin 1' \approx \frac{2\pi}{360 \cdot 60} \approx 0,00029$ $d = \frac{5,8 \cdot 10^{-7}}{0,00029} \text{ м} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 5

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	20 м	7	31	13	левая	19	10
2	в 3600 раз	8	333 с	14	0,5	20	$h\nu = A$
3	$m\nu$	9	200 Дж	15	1	21	222
4	$m\nu^2/2$	10	в 8 раз	16	3	22	$(4,12 \pm 0,02) с$
5	125	11	4	17	333	23	1
6	44231	12	31	18	41		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	200 Дж
25	600 Н
26	100 рад/с

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 29 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 29 °С, из таблицы $p = 40$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 60 °С равно 200 гПа.	1

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

28

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вниз, центростремительное ускорение создаётся только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:	$ma = F$ (1)	1
	Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе F упругости, действующей на человека:	$ N = F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{NR}{m}}$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

29

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние внешние силы над газом совершили работу A . По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты Q равно разности изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A , совершённой над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A, \quad Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$A = p_1 \Delta V$	

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) -$ $-10^4 \cdot 2 = -2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

30

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

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

Вариант 6

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	10^4 Па	7	43	13	вверх	19	00
2	5 Н	8	4180 Дж/кг · °С	14	2 А	20	$\lambda_1 = n\lambda$
3	0	9	200 Дж	15	3	21	111
4	12 Дж	10	в 2 раза	16	4	22	$(10 \pm 5) \text{ см}^3$
5	234	11	4	17	111	23	4
6	332	12	3	18	64		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	$A' = S_{ECDF}$
25	40 Дж
26	2 Ом

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1

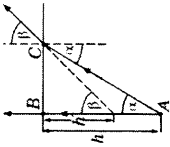
№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
2	Относительной влажностью воздуха φ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при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

28

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы упругости и силы тяжести создаёт центростремительное ускорение. Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе F упругости, действующей на человека:	$ma = F - mg$ (1) $ N = F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$N = m(a + g) = m(v^2/R + g)$ $N = 1800 \text{ Н}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A'. По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A', совершённой газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа: Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q.	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}$	1
2	Записано уравнение, связывающее силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения: Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$e\nu B = \frac{m\nu^2}{R}$ $\frac{m\nu^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	1
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m(h\nu - A)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Рассмотрен ход лучей из одной точки A на дне бассейна. Вертикальный луч AB не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, остальные лучи испытывают преломление. При наблюдении из разных точек кажущаяся глубина имеет различные значения.		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	В любом случае отношение действительной глубины h к кажущейся глубине h' определяется одной и той же формулой:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h$	1
3	При наблюдении по вертикали вниз углы α и β очень малы, они определяются расстоянием до поверхности воды и расстоянием между зрачками глаз. Для малых углов можно воспользоваться приближительным равенством синусов углов тангенсам углов: Подставлены значения параметров и получен ответ в числовой форме:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} h, \quad h' \approx \frac{h}{n},$ $h' \approx \frac{4}{1,33} \text{ м} \approx 3 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 7

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	17 м	7	215	13	к наблюдателю	19	42
2	$0,5 \text{ м/с}^2$	8	418 с	14	3 мА	20	$E_{\text{мвкс}} - A$
3	0	9	-400 Дж	15	2	21	121
4	102000 Н	10	в 5 раз	16	2	22	$\approx (61 \pm 5)\%$
5	15	11	3	17	222	23	4
6	55321	12	1	18	23		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	-200 Дж
25	0 Дж
26	3

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 16 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 16 °С, из таблицы $p = 18 \text{ гПа}$. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 27 °С равно 36 гПа.	1

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

28

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A'. По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A', совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа: Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V):	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q.	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 3 - 100 \cdot 1) + \frac{1}{2} (100 + 300) \cdot 2 = 700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление r аккумулятора равно:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ A}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{2} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ома сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{3 + 0,5\mathcal{E}} = 0,5 \text{ A}$	1
3	Отсюда получаем:	$4\mathcal{E} = 6 + \mathcal{E}, \mathcal{E} = 2 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$	1
2	На основе второго закона Ньютона сила Лоренца, действующая на электрон, связана с центростремительным ускорением: Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$evB = \frac{mv^2}{R}$ $\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 5 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 8

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	8 м/с	7	12	13	к наблюдателю	19	89
2	1 м/с ²	8	33000 Дж/кг	14	0,5 А	20	1
3	mv	9	-200 Дж	15	30°	21	2133
4	80 Вт	10	в 2 раза	16	3	22	1 мкА; 2 мкА
5	14	11	4	17	111	23	3
6	25	12	1	18	13		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	0 Дж
25	150 Н
26	0,5 А

27

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 27 °С. Следовательно, давление p водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 27 °С, из таблицы $p = 36$ гПа. Давление p_0 насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.	1

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

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу A. По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты Q равно разности изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A, совершённой над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A, \quad Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через давление и объём газа: Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q.	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 1 - 100 \cdot 3) - \frac{(100 + 300) \cdot 2}{2} \quad \text{Дж} = -700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью частицы и радиусом орбиты:	$v = \frac{ReB}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{10 \cdot 1,6 \cdot 10^{19} \cdot 3,34 \cdot 10^{-5}}{3,34 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 16\,000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Найдём массу вещества, необходимого для осво- бождения собственной энергии в количестве, достаточном для удовлетворения годовой по- требности человечества:	$\Delta m = \frac{4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}}{9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2} \approx 4,4 \cdot 10^3 \text{ кг}$	1
3	Суточное потребление равно:	$m = \frac{\Delta m}{N}, \quad m \approx \frac{4400}{365} \text{ кг} \approx 12 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 9

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	0 м/с	7	43	13	перпендикулярно	19	6028
2	8 Н	8	333 с	14	1:2:3	20	1
3	$\frac{mv}{M}$	9	200 Дж	15	2	21	2322
4	0	10	в 7 раз	16	1234	22	0,5 В; 0,5 В
5	125	11	4	17	222	23	4
6	1323	12	2	18	41		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	1
25	1 с
26	1

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создаёт центростремительное ускорение:	$ma = mg + F$ (1)	1
	Сила N давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе F упругости, действующей на человека:	$ N = F $ (2)	

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

29

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа уменьшился, следовательно, внешние силы совершили работу A над газом. По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты Q равно разности изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A , совершённой над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа: Работа A при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = p_3 \Delta V$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины Q означает, что газ отдал количество теплоты Q .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) - 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ сила тока в цепи равна: Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $\mathcal{E} = 12r \text{ В}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{12r}{R + r} = 2 \text{ А}$	1
3	Отсюда получаем:	$12r = 2R + 2r, 10r = 2 \cdot 5 \text{ Ом},$ $r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с модулем центростремительного ускорения:	$e v B = \frac{m v^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{e B R}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 7 \cdot 10^5 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

Вариант 10

Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	20 м/с	7	52	13	1 и 4	19	11
2	500 Н/м	8	4180 Дж/кг · °С	14	25 В	20	3
3	0	9	20 Дж	15	4	21	133
4	900 кг/м ³	10	в 16 раз	16	1	22	$\approx(995 \pm 5)$ гПа
5	235	11	2	17	333	23	2
6	35	12	2	18	23		

Часть 2

№ задания	Ответ
24	200 Дж
25	-60 Дж
26	5 В

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

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объём газа увеличился, следовательно, газ совершил работу A' . По первому закону термодинамики:	$\Delta U = Q - A'$	1
	Переданное газу количество теплоты Q равно сумме изменения внутренней энергии газа ΔU и работы A' , совершённой газом:	$Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объёма газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа A' при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах (p, V) :	$A' = p_1 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины Q означает, что газ получил количество теплоты Q .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

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

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Образуется γ -квант.		1
2	Выход ΔE ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы Δm : Дефект массы Δm ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{H}} + m_{\text{H}} - m_{\text{He}}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Вычисляем дефект массы: Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:	$\Delta m \approx 1,0073 + 2,01355 - 3,01493 \approx 0,0059 \text{ а.е.м.}$ или $\Delta m \approx 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 0,0097 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $\Delta E \approx 0,0059 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 5,5 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx 0,97 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 8,73 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 5,5 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

Справочное издание

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

ЕГЭ ФИЗИКА ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU.ПЦ01.Н00199 от 19.05.2016 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *И. Д. Баринская, Л. В. Краденых*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *А. С. Федотова*

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 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

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

**По вопросам реализации обращаться по тел.:
8 (495) 641-00-30 (многоканальный).**