

К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ
ВЕРСИИ ЕГЭ

14

ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ
ЗАДАНИЙ

ЕГЭ

2021

СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ЕГЭ

14 вариантов заданий
Инструкция
Ответы и решения
Бланки ответов



Издательство
ЭКЗАМЕН®

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

*ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ*

14 вариантов заданий

Инструкция

Ответы и решения

Бланки ответов

*Издательство
«ЭКЗАМЕН»*

МОСКВА
2021

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

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

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2021. Физика. 14 вариантов. Типовые варианты экзаменационных заданий от разработчиков ЕГЭ / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2021. — 168 с. (Серия «ЕГЭ. Тесты от разработчиков»)

ISBN 978-5-377-16174-5

Авторский коллектив — члены федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике.

Типовые экзаменационные задания по физике содержат 14 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2021 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2021 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, приводятся решения всех заданий одного из вариантов, а также решения наиболее сложных задач во всех 14 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

Пособие адресовано 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

Справочное издание

Лукашева Екатерина Викентьевна, Чистякова Наталия Игоревна

ЕГЭ

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ

Издательство «**ЭКЗАМЕН**»

Гигиенический сертификат

№ РОСС RU С-RU.AK01.H.04670/19 с 23.07.2019 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*. Редактор *Г. А. Лонцова*

Технический редактор *Л. В. Павлова*. Корректоры *Е. Ю. Салтыкова, Н. Е. Жданова*

Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*. Компьютерная верстка *О. И. Голубинская*

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

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz; по вопросам реализации: sale@examen.biz

тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Формат 60×90/8. Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 9,35. Усл. печ. л. 21. Тираж 6000 экз. Заказ №2868-20

Общероссийский классификатор продукции

ОК 034-2014, 58.11.1 — книги печатные

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в АО «Кострома»

Россия, 156010, г. Кострома, ул. Самоковская, 10. Тел.: (4942) 49-15-22. www.ipp.kostroma.ru

ISBN 978-5-377-16174-5

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2021

© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2021



СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы	4
Вариант 1	9
Часть 1	9
Часть 2	15
Вариант 2	17
Часть 1	17
Часть 2	23
Вариант 3	26
Часть 1	26
Часть 2	32
Вариант 4	34
Часть 1	34
Часть 2	40
Вариант 5	42
Часть 1	42
Часть 2	48
Вариант 6	50
Часть 1	50
Часть 2	56
Вариант 7	58
Часть 1	58
Часть 2	64
Вариант 8	66
Часть 1	66
Часть 2	73
Вариант 9	75
Часть 1	75
Часть 2	81
Вариант 10	83
Часть 1	83
Часть 2	89
Вариант 11	91
Часть 1	91
Часть 2	97
Вариант 12	99
Часть 1	99
Часть 2	105
Вариант 13	107
Часть 1	107
Часть 2	113
Вариант 14	115
Часть 1	115
Часть 2	121
Система оценивания экзаменационной работы по физике на примере варианта 14 (разбор решений)	123
Ответы	142

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

Астрономические величины

средний радиус Земли

$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$

радиус Солнца

$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$

температура поверхности Солнца

$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

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

Удельная теплота

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

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

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

Единый государственный экзамен - 2021

Бланк ответов № 1



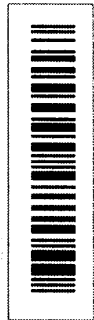
Код региона Код предмета Название предмета

с помощью пера/ручки
одного государственного экзамена (с/без раскраски):
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Резерв - 4

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

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



ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

00 -	
00 -	
00 -	

00 -	
00 -	
00 -	

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных полей «Замена ошибочных ответов»

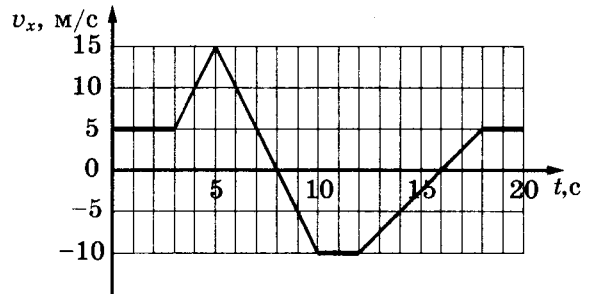
Подпись ответственного организатора строго внутри окошка

ВАРИАНТ 1

Часть 1

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

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Какой путь прошло тело за промежуток времени от 0 до 5 с?



Ответ: _____ м.

2. Камень массой 200 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

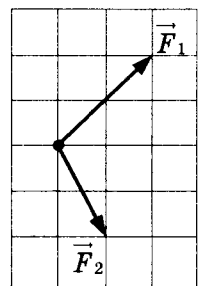
3. Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счет сопротивления воздуха составила 10%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

4. Шар плотностью $2,5$ г/см³ и объемом 400 см³ целиком опущен в воду. Определите силу Архимеда, действующую на шар.

Ответ: _____ Н.

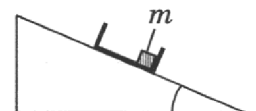
5. На небольшой брусок массой 100 г, покоящийся на гладкой горизонтальной поверхности, в инерциальной системе отсчета начинают действовать две силы так, как показано на рисунке (вид сверху). Выберите **два** верных утверждения о характере движения бруска в этой системе отсчета. На представленном рисунке одна клеточка соответствует силе в 0,1 Н.



- 1) Брусок движется равноускоренно вправо.
- 2) Траектория бруска криволинейная.
- 3) Ускорение бруска равно 6 м/с².
- 4) Через 1 с после начала действия сил скорость бруска равна 3 м/с.
- 5) Кинетическая энергия бруска остается неизменной в процессе движения.

Ответ:

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение и модуль работы силы тяжести при перемещении коробочки от вершины до основания наклонной плоскости, если в коробочке будет лежать груз массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ускорение коробочки	Модуль работы силы тяжести

7. Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия тела
- Б) проекция импульса тела на ось Ox

ФОРМУЛЫ

- 1) $0,6 \cdot \sin^2(10t)$
- 2) $9 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(10t)$
- 3) $-0,06 \cdot \sin(10t)$
- 4) $0,09 \cdot \cos(20t)$

Ответ:

А	Б

8. В ходе изохорного процесса, происходящего с идеальным газом, средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличивается в 4 раза. Каким будет давление этого газа в конце процесса, если в начальном состоянии оно было равно 20 кПа?

Ответ: _____ кПа.

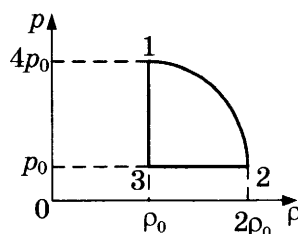
9. Идеальный тепловой двигатель за один свой цикл совершает работу 2 Дж и отдает холодильнику количество теплоты, равное 8 Дж. Каков КПД этого двигателя?

Ответ: _____ %.

10. В сосуде при температуре 100 °C находится воздух с относительной влажностью 50%. Чему будет равно парциальное давление водяного пара в сосуде, если его объем уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

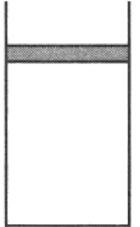
11. На рисунке показана зависимость давления газа p от его плотности ρ в циклическом процессе, совершаемом 2 моль идеального газа в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности. На основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения из пяти, приведенных ниже.



- 1) В процессе 2–3 объем газа уменьшается.
- 2) В процессе 1–2 температура газа уменьшается.
- 3) В состоянии 3 температура газа максимальна.
- 4) Работа газа в процессе 3–1 положительна.
- 5) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускают половину массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объем газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



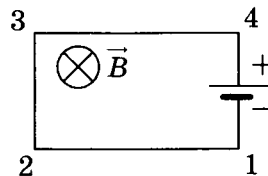
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

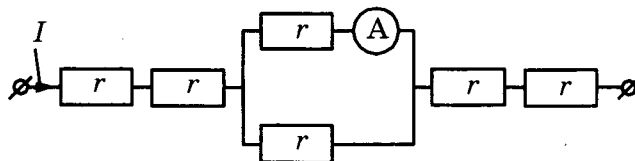
Объем газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок электрической цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 6$ А. Что показывает амперметр, если сопротивление каждого резистора равно $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.

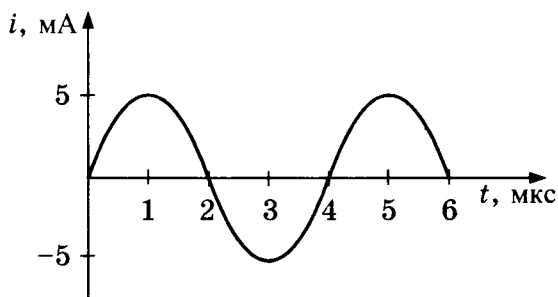


Ответ: _____ А.

15. Контур площадью 200 см^2 находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Чему равен модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре за 1 секунду при равномерном уменьшении индукции магнитного поля от 0,6 до 0 Тл?

Ответ: _____ мВ.

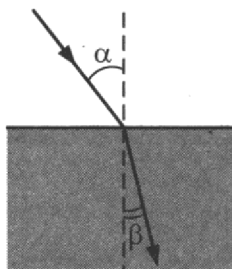
16. На рисунке приведен график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта? Емкость конденсатора колебательного контура равна $C = 10 \text{ мкФ}$, сопротивление контура пренебрежимо мало.



- 1) Частота колебаний напряжения на конденсаторе равна 4 Гц.
- 2) В момент времени 3 мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 3) Индуктивность катушки примерно равна 0,04 мкГн.
- 4) Максимальный заряд конденсатора примерно равен 10 нКл.
- 5) Период колебаний энергии конденсатора равен 4 мкс.

Ответ:

17. Световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота электромагнитных колебаний в световой волне	Скорость распространения волны

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности радиусом R . Действием силы тяжести пренебrecь.

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) период обращения частицы по окружности
- Б) модуль импульса частицы

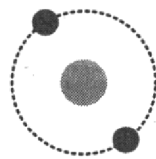
ФОРМУЛЫ

- 1) qBR
- 2) $\frac{mq}{RB}$
- 3) $\frac{m}{qB}$
- 4) $\frac{2\pi m}{qB}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема нейтрального атома, соответствующая модели атома Резерфорда. Черными кружками обозначены электроны. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома, если его масса равна 3 а.е.м.?

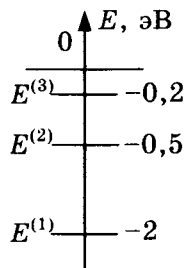


Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображенный на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Чему равна энергия фотона, который может излучить данный атом согласно постулатам Бора?



Ответ: _____ эВ.

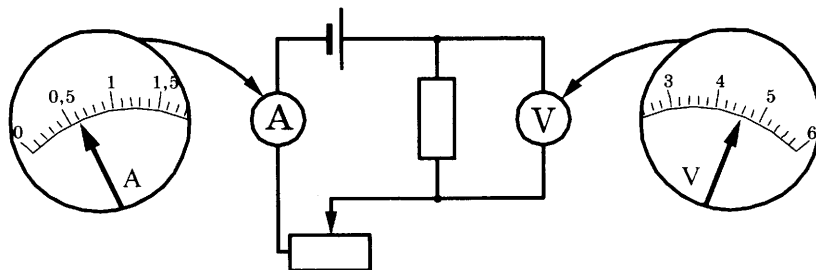
21. Монохроматический свет с энергией фотонов E_{ϕ} падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$, если энергия падающих фотонов E_{ϕ} уменьшится, но фотоэффект не прекратится? 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.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$

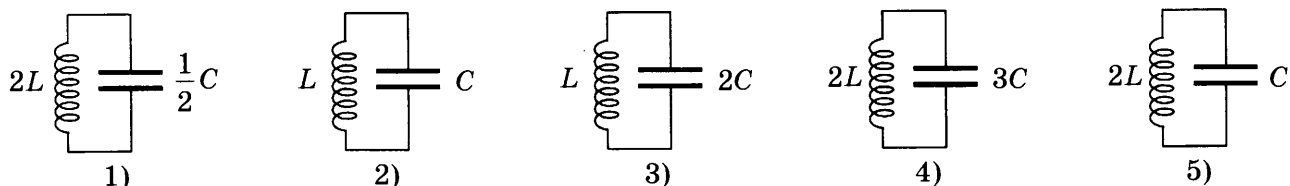
22. Чему равно напряжение на резисторе (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

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

23. У ученика есть в распоряжении 5 колебательных контуров, показанных на рисунке. Какие 2 из предложенных колебательных контуров должен выбрать ученик, чтобы изучить зависимость периода электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки?



Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Садр является сверхгигантом.
- 3) Звезда Капелла относится к звездам главной последовательности.
- 4) Звезда Ригель относится к красным звездам спектрального класса М.
- 5) Звезды Садр и Ригель относятся к различным спектральным классам.

Ответ: _____.

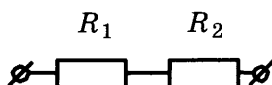


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

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

25. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1$ кОм и $R_2 = 3$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток I . За время $t_1 = 1$ мин на резисторе R_1 выделяется количество теплоты $Q_1 = 2,4$ кДж. За какое время на резисторе R_2 выделится количество теплоты $Q_2 = 6,0$ кДж?



Ответ: _____ с.

26. На дифракционную решетку, имеющую 100 штрихов на 1 мм, перпендикулярно ее поверхности падает луч света, длина волны которого 650 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

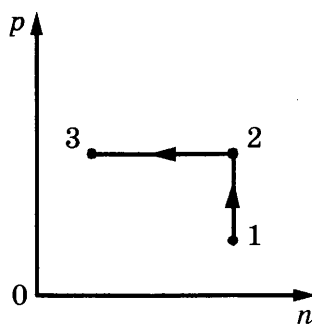
Ответ: _____.



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

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

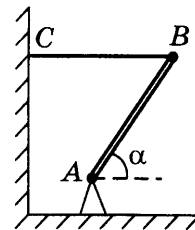
27. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображен на рисунке в координатах p – n , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдает в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



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

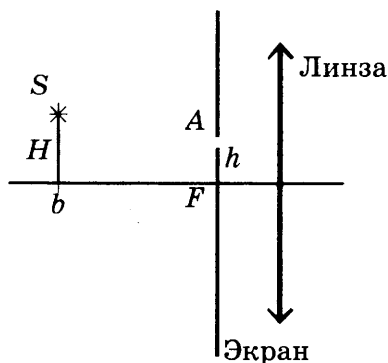
28. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности Земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

29. Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплен в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.

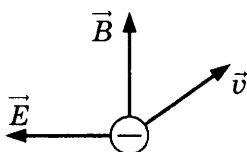


30. Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300$ К. Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

31. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 60$ см от плоскости линзы и на расстоянии H от ее главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. Пройдя через отверстие в экране и линзу, луч SA от точечного источника пересекает ее главную оптическую ось на расстоянии $x = 16$ см от плоскости линзы. Найдите величину H . Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



32. Монохроматический свет частотой $6,2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность фотокатода с работой выхода A . Электроны, вылетевшие горизонтально в северном направлении, попадают в электрическое и магнитное поля. Электрическое поле направлено горизонтально на запад, а магнитное — вертикально вверх. Какой должна быть работа выхода, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена на восток? Напряженность электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.



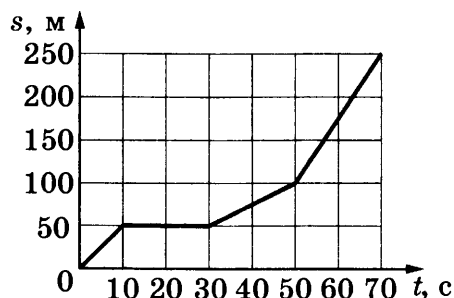
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 2

Часть 1

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

1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в интервале времени от 50 до 70 с.



Ответ: _____ м/с.

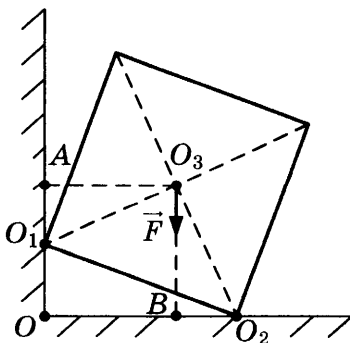
2. Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной дороге стальные санки массой 8 кг, равна 16 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: _____.

3. В инерциальной системе отсчета тело массой 2 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной 3 Н. На сколько увеличится импульс тела за 5 с движения?

Ответ: на _____ кг · м/с.

4. Однородный куб массой 2 кг опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Чему равен момент силы тяжести \vec{F} относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через точку O , если $OB = 7$ см, $BO_2 = 3$ см, $BO_3 = 6$ см?



Ответ: _____ Н · м.

5. В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массы 100 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, равной по модулю 0,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	3	6	9	12	15	18

- 1) Брусок движется равномерно.
- 2) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен $\mu = 0,3$.
- 4) За первые 2 с сила, действующая на тело, совершила работу 3,6 Дж.
- 5) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 14,4 Дж.

Ответ:

6. Высота полета искусственного спутника над Землей увеличилась с 400 до 500 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и его потенциальная энергия?

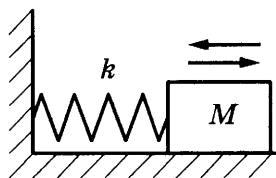
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость спутника	Потенциальная энергия спутника

7. На гладком горизонтальном столе брусок массой M , прикрепленный к вертикальной стене пружиной жесткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) амплитуда скорости груза
- Б) период колебаний груза

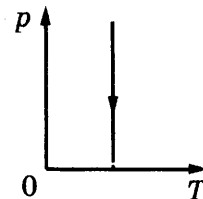
ФОРМУЛЫ

- 1) $A\sqrt{\frac{k}{M}}$
- 2) $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 3) $A\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 4) $2\pi\sqrt{\frac{k}{M}}$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке представлен процесс изменения состояния идеального газа. В начальном состоянии давление газа равно 100 кПа, температура 300 К, а объем 5 л. Чему равен объем газа в конечном состоянии, если давление в нем в 2 раза меньше начального?

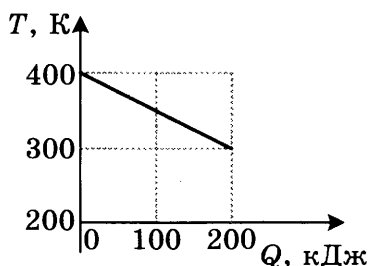


Ответ: _____ л.

9. Какое количество теплоты отдает окружающей среде 1 моль гелия при изохорном охлаждении от температуры 325 К до температуры 285 К?

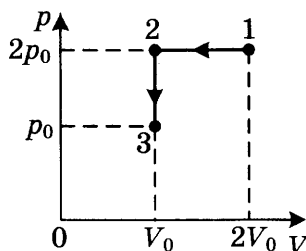
Ответ: _____ Дж.

10. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 8 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На графике показана зависимость давления постоянной массы идеального газа от объема при переходе газа из состояния 1 в состояние 3.



На основании анализа этого процесса выберите **два** верных утверждения из пяти предложенных. ($p_0 = 60$ кПа, $V_0 = 5$ л).

- 1) Модуль работы внешних сил в процессе 1–2 равен 600 Дж.
- 2) Процесс 2–3 является изобарным охлаждением.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшается на 300 Дж.
- 4) Температура газа в состояниях 1 и 3 одинакова.
- 5) В процессе 2–3 газ отдает тепло окружающей среде.

Ответ:

12. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль помещают в герметичный закрытый сосуд объемом 83,1 л и начинают охлаждать. Масса газа в сосуде остается неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в данных условиях (все значения величин в формулах указаны в единицах СИ).

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) внутренняя энергия газа $U(T)$
 Б) давление газа $p(T)$

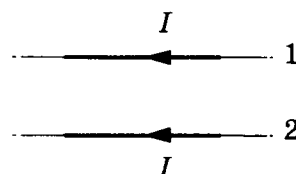
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{400}{T}$
 2) $49,86T$
 3) $400T$
 4) $\frac{49,86}{T}$

Ответ:

А	Б

13. По двум прямым тонким длинным проводникам, параллельным друг другу, текут токи I (см. рисунок). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в этом случае сила Ампера, действующая на проводник 2 со стороны проводника 1? Ответ запишите словом (словами).

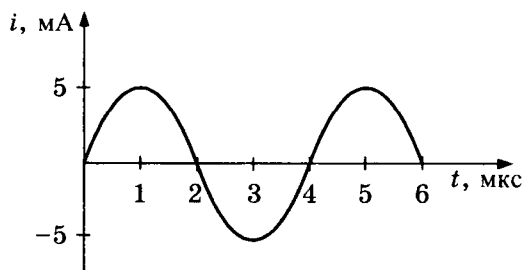


Ответ: _____.

14. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

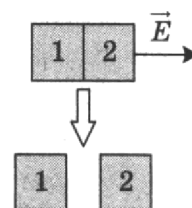
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Индуктивность катушки контура равна 0,2 Гн. На сколько увеличился магнитный поток через катушку в промежутке времени от 0 до 1 мкс?



Ответ: увеличился на _____ мВб.

16. Два незаряженных стальных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какие *два* утверждения соответствуют результатам этого опыта?



- 1) Электроны из кубика 1 перемещались в кубик 2.
- 2) После разделения заряд первого кубика стал отрицательным, а заряд второго — положительным.
- 3) Потенциалы кубиков до их разделения были одинаковы.
- 4) После разделения оба кубика остались незаряженными.
- 5) До разделения кубиков на границе их соприкосновения накопился положительный заряд.

Ответ:

--	--

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и периодом обращения частицы, если ее скорость не изменится, а заряд увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус орбиты	Период обращения

18. Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Скорость света в воде — v , скорость света в воздухе — c , длина световой волны в воде — λ .

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показатель преломления воды относительно воздуха
- Б) длина световой волны в воздухе

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\lambda c}{v}$
- 2) $\frac{v}{c}$
- 3) $\frac{v\lambda}{c}$
- 4) $\frac{c}{v}$

Ответ:

А	Б

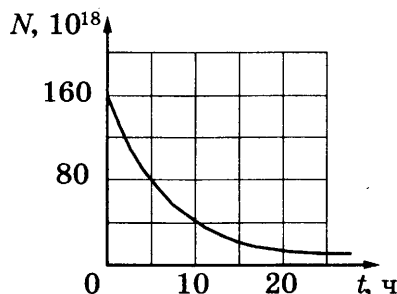
19. Какие заряд и массовое число имеет ядро элемента, получившегося из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α -распада и двух β -распадов?

Ответ:

Заряд	Массовое число

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

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}_{68}^{172}\text{Er}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа эрбия?



Ответ: _____ ч.

21. Как изменятся с уменьшением массового числа изотопов одного и того же элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

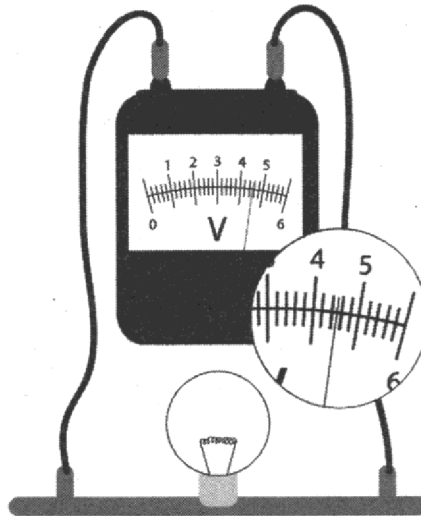
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число нейтронов в ядре	Число электронов в электронной оболочке

22. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

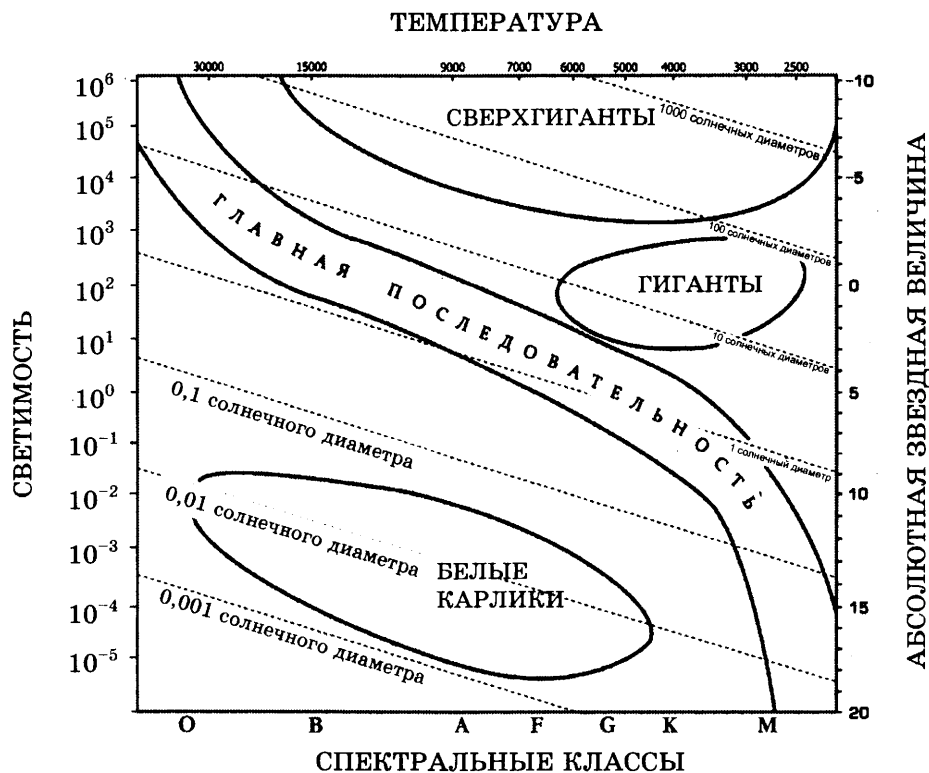
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятника. В его распоряжении имеется 5 маятников, состоящих из нити и сплошного шарика. Характеристики маятников приведены в таблице. Какие два маятника нужно взять ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№	Длина маятника	Объем шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	0,5 м	5 см ³	Медь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,0 м	8 см ³	Сталь
5	1,5 м	5 см ³	Сталь

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга–Рессела.



Выберите все верные утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 2) Звезда Денеб относится к сверхгигантам, поскольку ее радиус почти в 210 раз превышает радиус Солнца.
- 3) Температура звезд спектрального класса G в 3 раза выше температуры звезд спектрального класса A.
- 4) Солнце относится к спектральному классу G.
- 5) Звезда Альтаир имеет температуру поверхности 8000 К и относится к звездам спектрального класса A.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. При сжатии идеального одноатомного газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

26. Прямолинейный проводник длиной 1 м, по которому течет ток, равный 3 А, расположен в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл под углом 30° к вектору \vec{B} . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

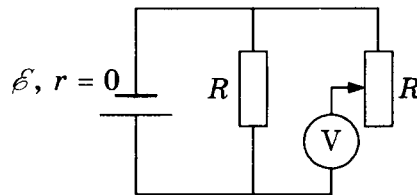
Ответ: _____ Н.



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

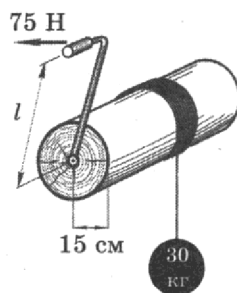
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

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

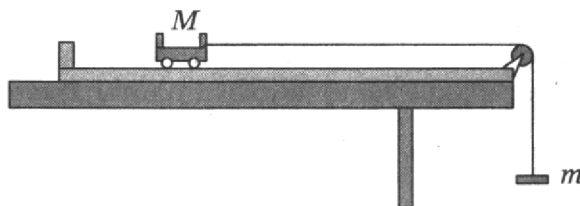


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

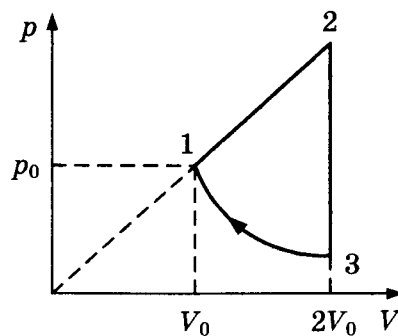
28. Какой длины l должна быть рукоятка ворота, чтобы при усилии в 75 Н равномерно поднимать груз массой 30 кг? Радиус вала ворота 15 см, трением пренебречь.



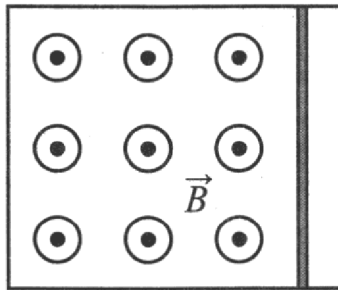
29. В установке, изображенной на рисунке, масса груза m подобрана так, что первоначально покоящаяся тележка после толчка вправо движется равномерно по поверхности трибометра. С каким ускорением будет двигаться тележка, если ее толкнуть влево? Масса груза m в 9 раз меньше массы тележки M . Массами блока и нити пренебречь. Нить нерастяжима. Силу сопротивления движению тележки считать постоянной и одинаковой в обоих случаях.



30. Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{\text{хол}}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил на адиабате.



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная пере­мычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление пере­мычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться пере­мычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и пере­мычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на пере­мычку.



32. Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из метал­ла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряженности поля?



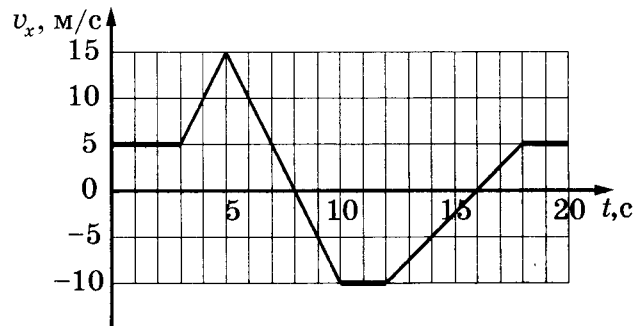
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

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

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



Ответ: _____ м/с².

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

Ответ: _____ Н.

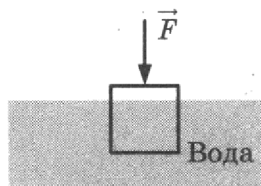
3. Шарик массой 150 г начинает падать с высоты 20 м из состояния покоя. Какова его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Ответ: _____ Дж.

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

Ответ: _____ Гц.

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



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

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

Ответ:

--	--

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

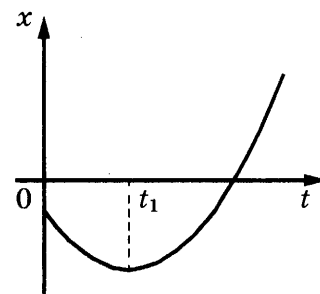
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

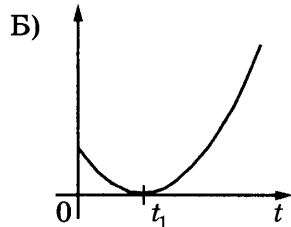
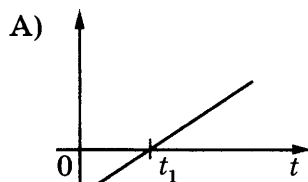
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось Ox
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

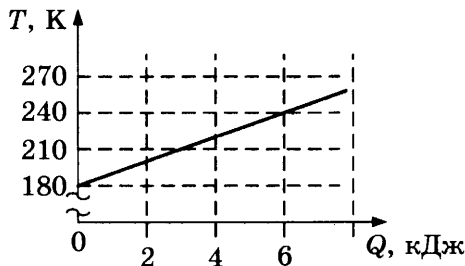
8. Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру газа, чтобы его объем уменьшился в 4 раза?

Ответ: уменьшить в _____ раз (раза).

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

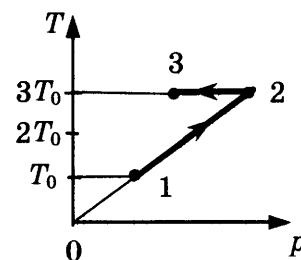
Ответ: _____ %.

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



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

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



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

Ответ:

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

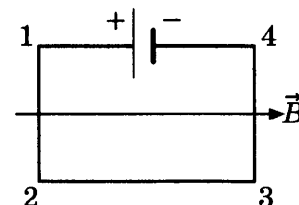
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

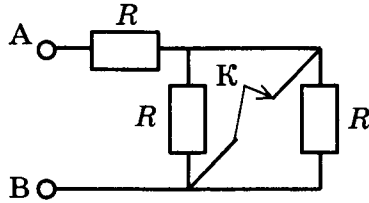
Давление газа	Внутренняя энергия газа

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



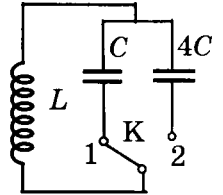
Ответ: _____.

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



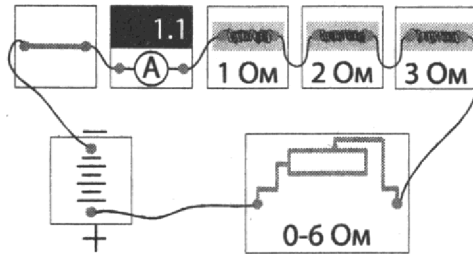
Ответ: _____ Ом.

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



Ответ: _____ мкс.

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



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

Ответ:

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

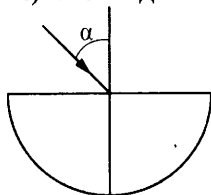
Энергия конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

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

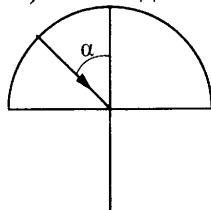
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ

А) свет идет из воздуха в стекло



Б) свет идет из стекла в воздух



УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

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

Ответ:

А	Б

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

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

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

Ответ: через _____ лет.

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

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

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

- А) альфа-распад
- Б) бета-распад

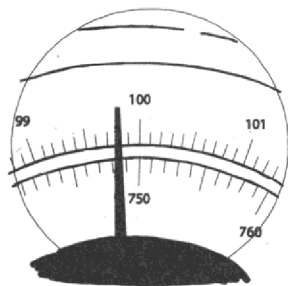
ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

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

Ответ:

А	Б

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



Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

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

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

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

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

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

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

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

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

Ответ: _____.

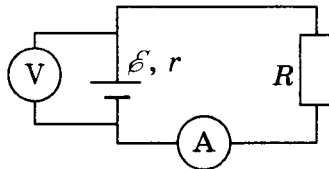


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

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

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



Ответ: _____ А.

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

Ответ: _____ м.



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

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

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

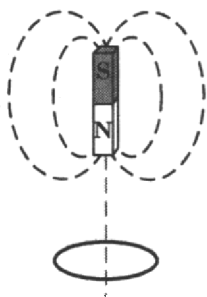


Рис. 1

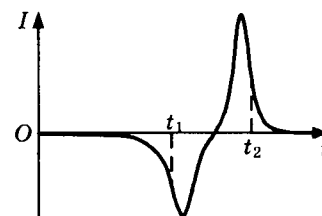
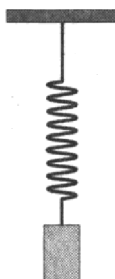


Рис. 2

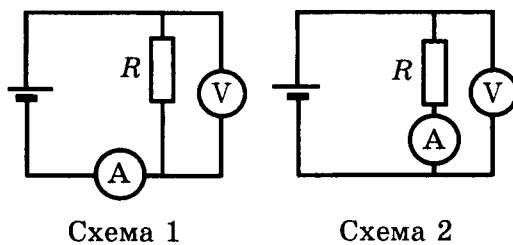
Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

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

28. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причем векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более быстрого шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с?
29. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жесткостью $k = 400$ Н/м, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент, после чего оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3$ см относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?



30. В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре -20 °С, налили 0,2 кг воды при температуре 10 °С. Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.
31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



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



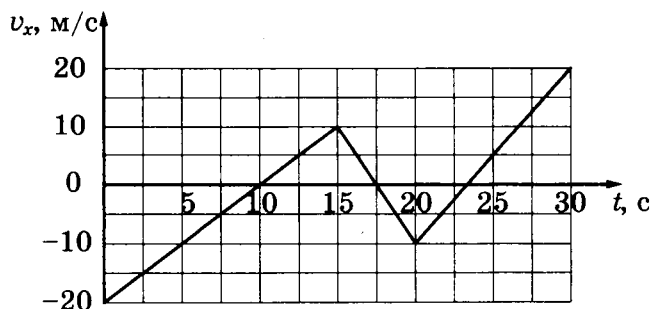
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

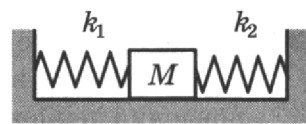
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными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

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



Ответ: _____ м/с².

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

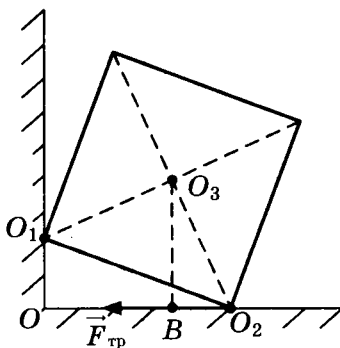


Ответ: _____ Н/м.

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

Ответ: _____ м/с.

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



Ответ: _____ Н · м.

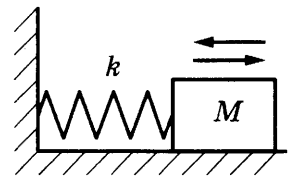
5. Груз массой 0,1 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате небольшого толчка груз пришел в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза относительно положения равновесия h от времени t . На основании данных, приведенных в таблице, выберите **два** верных утверждения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

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

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

Ответ:

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

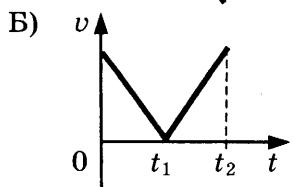
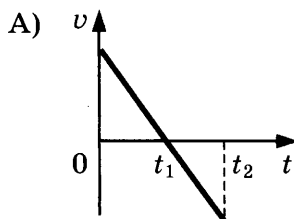
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Амплитуда колебаний	Максимальная кинетическая энергия

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

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

ГРАФИКИ



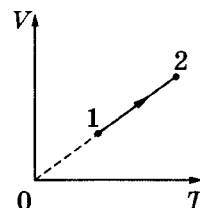
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

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

Ответ:

А	Б

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



Ответ: _____ кПа.

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

Ответ: _____ кДж.

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

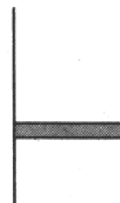
Ответ: _____ кДж.

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

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

Ответ:

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



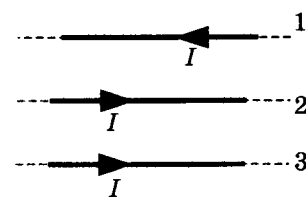
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

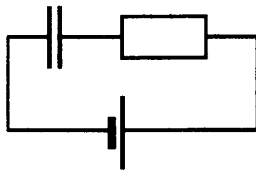
Давление газа	Концентрация молекул газа

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



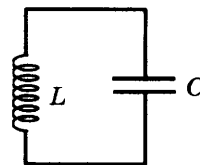
Ответ: _____.

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



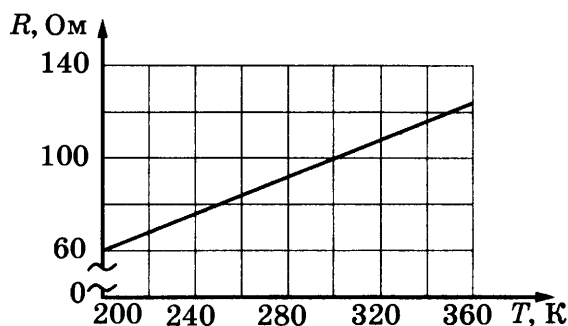
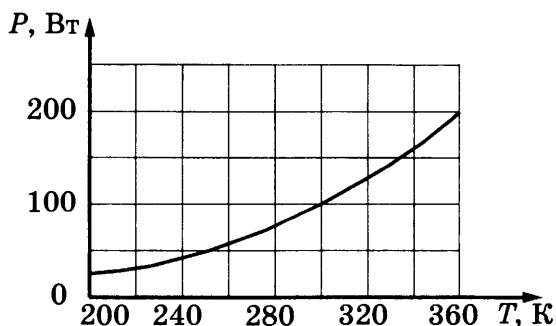
Ответ: _____ мкКл.

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



Ответ: _____ с.

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



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

Ответ:

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	ЭДС источника

18. Установите соответствие между формулами для расчета физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: W — мощность тока в резисторе; I — сила тока; U — напряжение на резисторе. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{W}{U}$
 Б) IU

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока через резистор
 2) напряжение на резисторе
 3) мощность тока в резисторе
 4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

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

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

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

Ответ:

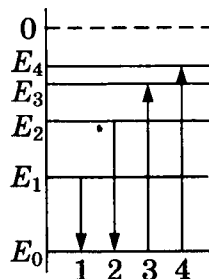
Число протонов	Число нейтронов

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

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

Ответ: _____.

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



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

ПРОЦЕССЫ

А) поглощение света наибольшей длины волны

Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

1) 1

2) 2

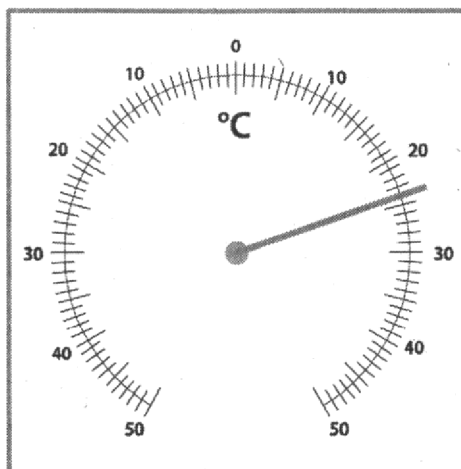
3) 3

4) 4

Ответ:

А	Б

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



Ответ: (____ ± ____) °С.

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

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

1) реостат

2) магнит

3) батарейка

4) линейка

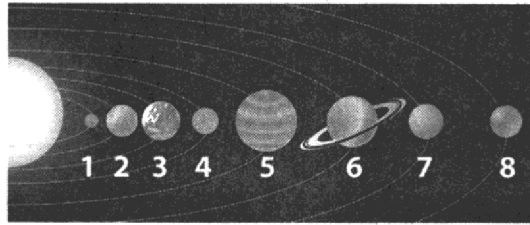
5) динамометр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

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



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

Ответ: _____.



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

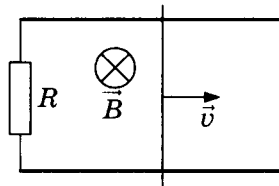
Часть 2

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

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

Ответ: _____ кПа.

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



Ответ: _____ А.



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

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

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

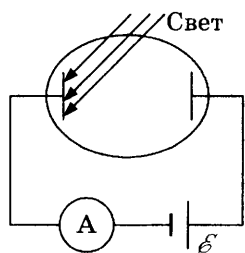


Рис. 1

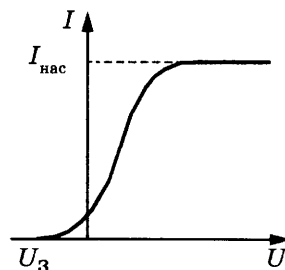
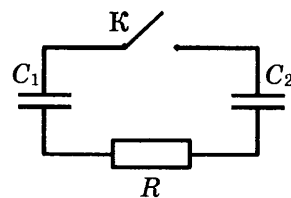


Рис. 2

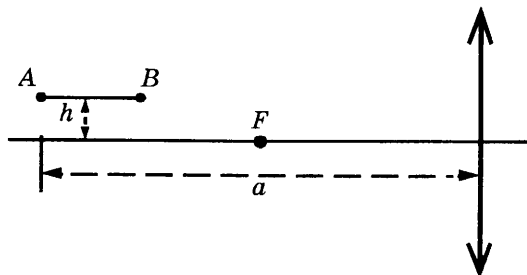
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

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

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



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



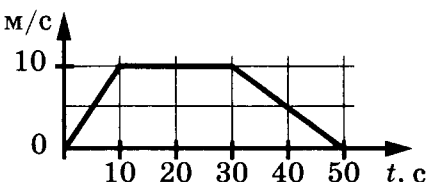
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

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

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.



Ответ: _____ м.

2. В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение $4,5 \text{ м/с}^2$. Чему равно ускорение тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{3}F$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с^2 .

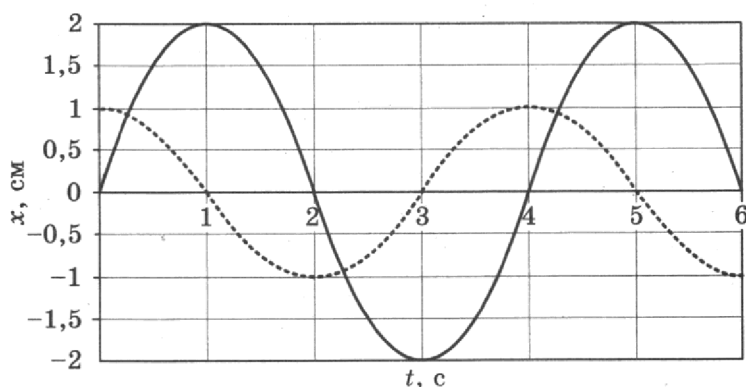
3. Самосвал массой m_0 при движении на пути к карьере имеет кинетическую энергию 250 кДж . Какова его кинетическая энергия после загрузки, если он двигался с прежней скоростью, а масса его увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

4. Человек массой 80 кг с сумкой весом 100 Н стоит неподвижно на полу. Сила давления подошв его ботинок на пол равномерно распределена по площади 600 см^2 . Какое давление человек оказывает на пол?

Ответ: _____ Па.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза меньше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуда колебаний тела 1 в два раза больше амплитуды колебаний тела 2.
- 3) Масса тела 1 в два раза больше массы тела 2 ($m_1 = 2m_2$).
- 4) Максимальная скорость груза 1 в два раза больше, чем максимальная скорость груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ:

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина все время остается растянутой. Как изменяются потенциальная энергия пружины и кинетическая энергия груза, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза

7. На гладкой горизонтальной плоскости покоится небольшое тело массой m . На него налетает тело массой $2m$, движущееся со скоростью v . Определите кинетическую энергию тела массой m и изменение модуля скорости тела массой $2m$ в результате абсолютно неупругого столкновения тел.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия тела массой m
- Б) изменение модуля скорости тела массой $2m$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{1}{3}v$
- 2) $\frac{2}{3}v$
- 3) $\frac{2}{9}mv^2$
- 4) $\frac{1}{4}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В результате охлаждения и расширения идеального одноатомного газа постоянной массы его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась температура газа?

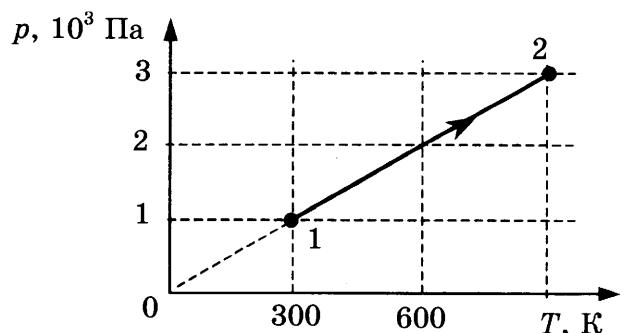
Ответ: уменьшилась в _____ раз (раза).

9. В сосуде находится воздух с относительной влажностью 40% при температуре 100 °С. Чему равно парциальное давление водяного пара в сосуде?

Ответ: _____ кПа.

10. На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько в результате этого увеличилась его внутренняя энергия?

Ответ: увеличилась на _____ кДж.



11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде увеличилось.
- 3) Концентрация гелия не изменилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ:

--	--

12. Аргон помещают в открытый сверху сосуд под легкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^5 Па. Начальный объем газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остается неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объем газа $V(T)$
- Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

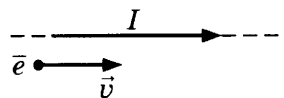
ФОРМУЛЫ

- 1) dT , $d = 3$ Дж/К
- 2) $\frac{b}{T}$, $b = 4050$ м³ · К
- 3) aT , $a = 2 \cdot 10^{-5}$ м³/К
- 4) cT , $c = 20$ Дж/К

Ответ:

А	Б

13. Электрон \bar{e} имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена (**вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя**) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

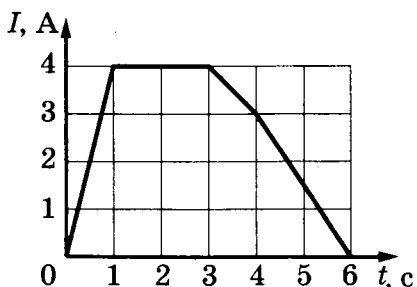
14. Два неподвижных точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 16 нН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояния между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 4 раза?

Ответ: _____ нН.

15. Предмет находится на расстоянии 60 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет приблизить к зеркалу на 25 см?

Ответ: _____ см.

16. В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.



- 1) Скорость изменения тока в катушке была максимальной в интервале времени от 4 до 6 с.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 3 до 4 с.
- 3) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с.

Ответ:

17. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и частота обращения, если в этом поле будет двигаться с той же скоростью α -частица?

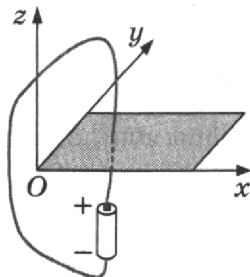
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус окружности	Частота обращения

18. При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле, а ток — магнитное поле. Проводник, подключенный к гальваническому элементу, проходит через отверстие в доске.



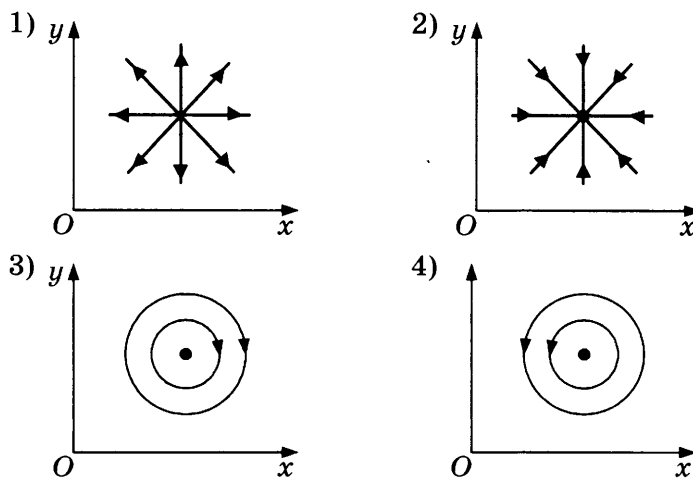
На рисунках 1–4 при помощи силовых линий (линий поля) изображены электрическое и магнитное поля, создаваемые проводником (вид сверху). Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими силовые линии.

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

ВИДЫ ПОЛЯ

- А) электрическое поле
- Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ



Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро, появившееся в результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Длина волны красного света в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в _____ раз(-а).

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. Как изменится при этом количество вылетающих из пластины фотоэлектронов и длина световой волны?

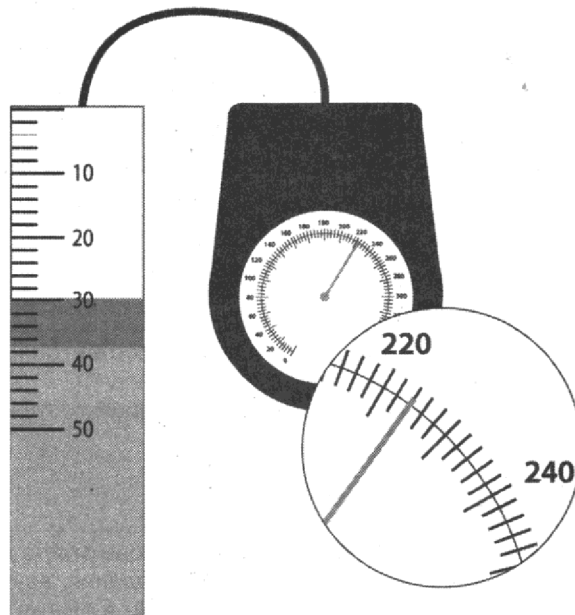
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Количество фотоэлектронов	Длина волны

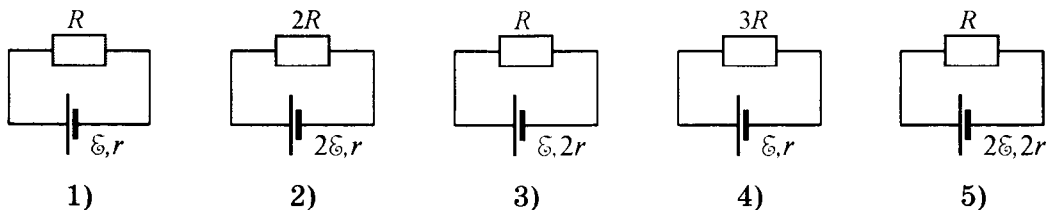
22. Чему равно давление воздуха в баллоне, если погрешность манометра $\Delta p = 3$ мм рт. ст.?



Ответ: (_____ \pm _____) мм рт. ст.

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

23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от его сопротивления. В распоряжении ученика имеются 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10 600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10 400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16 800	15	7	160

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Спика относится к звездам спектрального класса F.
- 2) «Жизненный цикл» звезды Капелла более длинный, чем звезды Кастор.
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 4) Звезды Вега и Кастор имеют примерно одинаковую температуру и массу, следовательно, будет одинаковой и их видимая звездная величина.
- 5) Температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. При изобарном нагревании газообразный гелий получил количество теплоты 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии гелия? Масса гелия в данном процессе не менялась.

Ответ: _____ Дж.

26. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нем 2,4 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

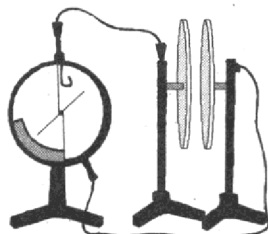
Ответ: _____ Н.



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

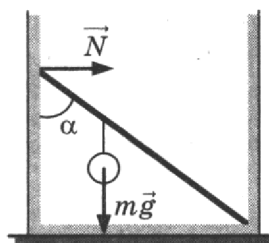
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Две плоские пластины конденсатора, закрепленные на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземленным корпусом, а другую — со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединенную со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.



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

28. Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



29. Если во время полета между двумя городами дует попутный ветер, то самолет затрачивает на перелет между ними 6 ч. Если дует такой же боковой ветер перпендикулярно линии полета, то самолет затрачивает на перелет 7,5 ч. Найдите скорость ветра, если скорость самолета относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.
30. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рисунок 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рисунок 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

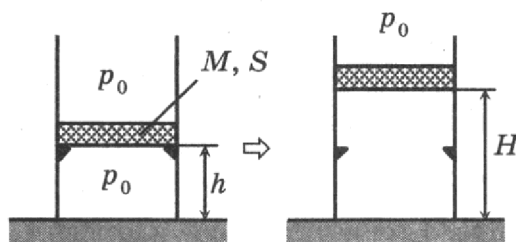
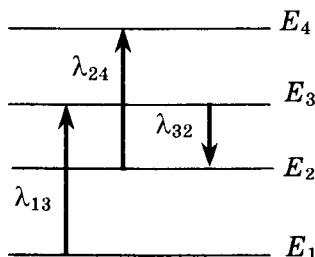


Рис. 1

Рис. 2

31. Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)
32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250 \text{ нм}$. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545 \text{ нм}$, $\lambda_{24} = 400 \text{ нм}$?



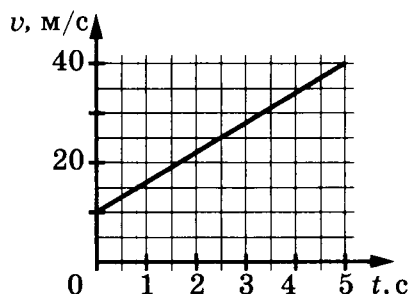
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 6

Часть 1

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

1. На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите ускорение тела.



Ответ: _____ м/с².

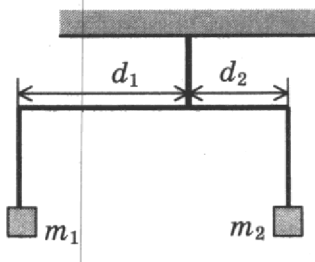
2. Деревянный брусок массой $m = 0,2$ кг, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы $F = 0,3$ Н по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Каков коэффициент трения бруска об опору, если $S_1 = 15$ см²?

Ответ: _____.

3. Тело массой 0,1 кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. Чему равна работа силы тяжести за один оборот вращения тела?

Ответ: _____ Дж.

4. Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. При этом плечи коромысла равны $d_1 = 10$ см, $d_2 = 5$ см. Массу первого тела уменьшили в 2 раза. Какой длины нужно сделать плечо d_2 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми, масса второго тела не меняется.)



Ответ: _____ см.

5. Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат x и y от времени наблюдения. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,6	0,75	0,8	0,75	0,6	0,35	0

- 1) Тело бросили со скоростью 5 м/с.
- 2) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.
- 3) В момент времени $t = 0,3$ с тело удалилось от начала системы координат на расстояние, большее 2 м.
- 4) Проекция скорости v_y в момент времени $t = 0,2$ с равна 2 м/с.
- 5) Тело бросили под углом 45° .

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период обращения вокруг Земли?

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.

Скорость движения спутника по орбите	Период обращения спутника вокруг Земли

7. Один конец легкой пружины жесткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплен неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины $E_{\text{п}}(t)$
 Б) проекция $F_x(t)$ равнодействующей силы на ось x

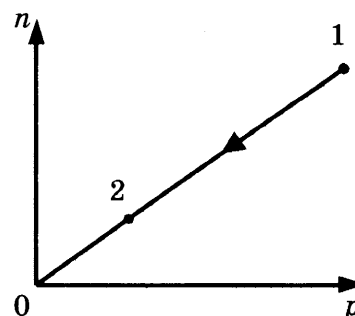
ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin \omega t$
- 2) $-kA^2 \sin^2 \omega t$
- 3) $kA^2 \sin \omega t$
- 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

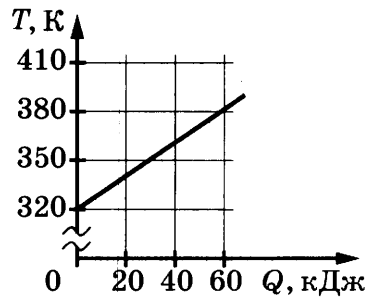
А	Б

8. При переводе постоянной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Чему равна температура газа в состоянии 2, если начальная температура равна 600 К, а $\frac{p_1}{p_2} = 3$?



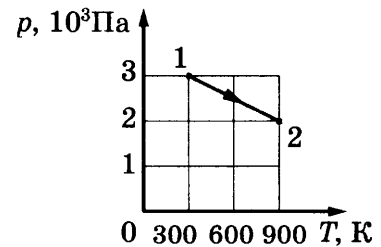
Ответ: _____ К.

9. На рисунке изображен график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Удельная теплоемкость вещества этого тела равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Чему равна масса тела?



Ответ: _____ кг.

10. На рисунке показан график зависимости давления одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. В состоянии 1 внутренняя энергия газа равна $1,5 \text{ кДж}$. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?



Ответ: _____ кДж.

11. Твердое вещество медленно нагревалось в плавильной печи с постоянной мощностью. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

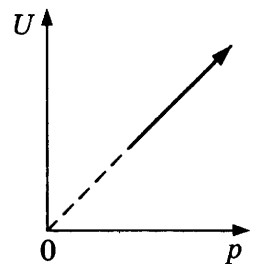
Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна 329 °C .
- 2) Через 18 мин после начала измерений вещество находилось и в жидком, и в твердом состоянии.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком и твердом состояниях одинакова.
- 4) Через 30 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 5) Процесс плавления вещества продолжался менее 25 минут.

Ответ:

12. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U — внутренняя энергия газа; p — его давление). Как изменятся в ходе этого процесса объем и теплоемкость газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

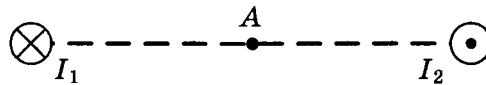


- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

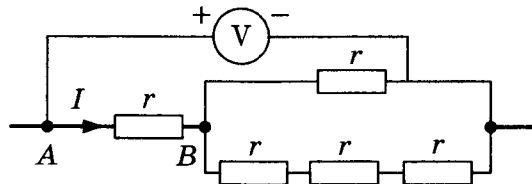
Объем газа	Теплоемкость газа

13. Магнитное поле создано в точке A двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа ($I_1 > I_2$). Как направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля \vec{B} в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 0,5$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идет ток $I = 2$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

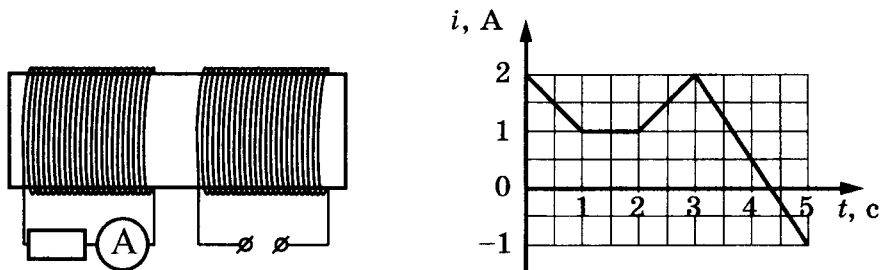


Ответ: _____ В.

15. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока в ней 3 А.

Ответ: _____ мДж.

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



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

Ответ:

17. Стеклолинзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

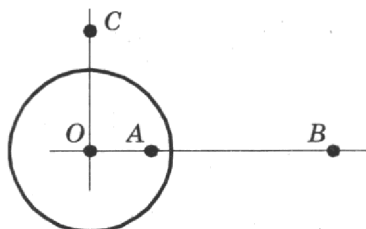
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась



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

Фокусное расстояние	Оптическая сила

18. На неподвижном проводящем уединенном шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A
 Б) модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке B

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) 0
 2) $4E_C$
 3) $\frac{E_C}{2}$
 4) $\frac{E_C}{4}$

Ответ:

А	Б

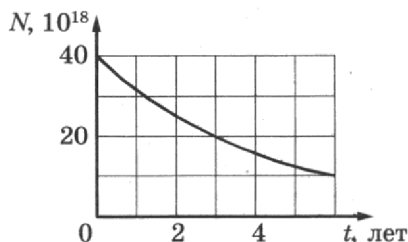
19. Какое количество нейтронов и электронов содержит нейтральный атом ${}^{60}_{27}\text{Co}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число электронов

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

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер натрия ${}^{22}_{11}\text{Na}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа натрия?



Ответ: _____ лет (года).

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, h — постоянная Планка, p — импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
Б) энергия фотона

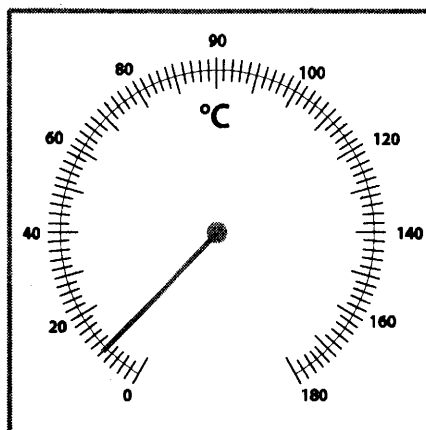
ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

22. Чему равна температура на улице, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____ ± _____) °C.

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

23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали 5 разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

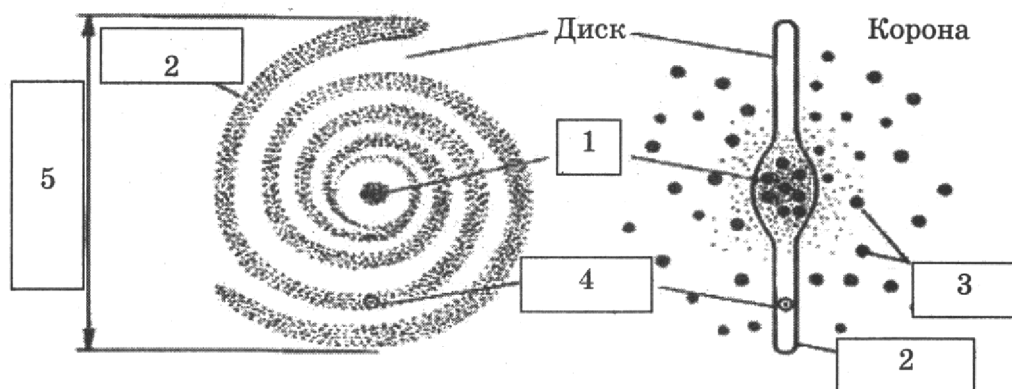
№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите схему строения спиральной Галактики (виды плашмя и с ребра).



Выберите все верные утверждения, которые соответствуют элементам, обозначенным цифрами 1–5.

- 1) Цифра 1 — ядро Галактики.
- 2) Цифра 2 — скопления белых карликов на краю Галактики.
- 3) Цифра 3 — шаровые скопления.
- 4) Цифра 4 — положение созвездия Телец в спиральном рукаве.
- 5) Цифра 5 — диаметр Галактики примерно 10 000 световых лет.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. В двух идеальных колебательных контурах с одинаковой индуктивностью происходят свободные электромагнитные колебания, причем период колебаний в первом контуре $9 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $3 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение силы тока во втором контуре больше, чем в первом, если максимальный заряд конденсаторов в обоих случаях одинаков?

Ответ: _____.

26. Когда на металлическую пластину падает электромагнитное излучение с длиной волны λ , максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 4,5 эВ. Если длина волны падающего излучения равна 2λ , то максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1 эВ. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: _____ эВ.



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

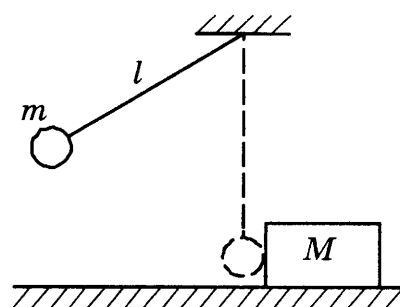
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда, при этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

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

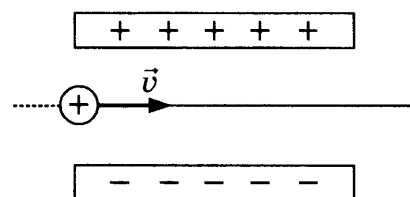
28. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия маятника достигнет половины своего максимума?

29. Маленький шарик массой $m = 0,3$ кг подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной $l = 0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведен от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M = 1,5$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость u бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно.

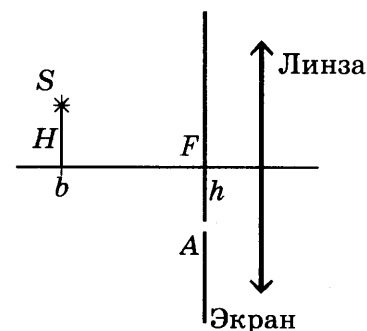


30. Сосуд объемом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?

31. Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость v , с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Каково расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



32. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от ее главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с малым отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет ее главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



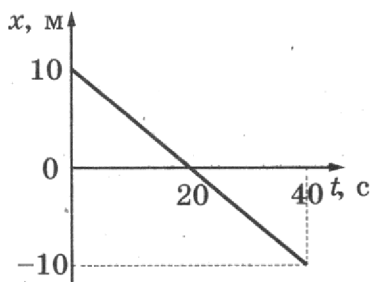
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 7

Часть 1

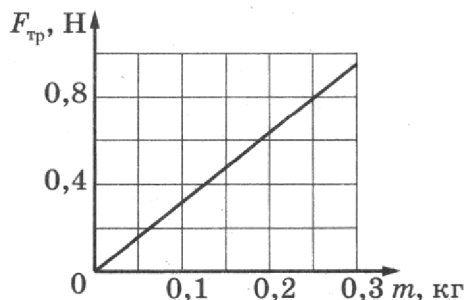
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными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

1. На рисунке приведен график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси Ox . Чему равна v_x проекция скорости тела на ось Ox ?



Ответ: _____ м/с.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения в этом исследовании?



Ответ: _____.

3. Шарик на длинной легкой нерастяжимой нити совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать ее равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 2 м/с. Какова масса шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Пружинный маятник совершает незатухающие колебания с периодом 0,5 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени 2 с?

Ответ: _____ раз(-а).

5. Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое. Выберите *два* верных утверждения о результатах этого опыта.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс налетающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

Ответ:

--	--

6. На поверхности воды плавает деревянный брусок. Как изменятся масса вытесненной воды и действующая на брусок сила Архимеда, если его заменить бруском той же плотности и той же массы, но меньшей высоты?

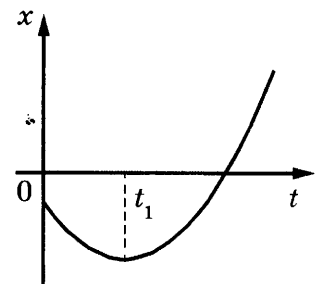
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

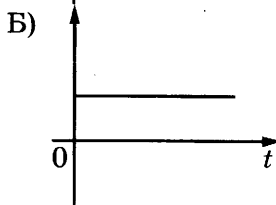
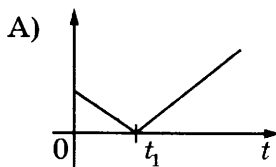
Масса вытесненной воды	Сила Архимеда

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



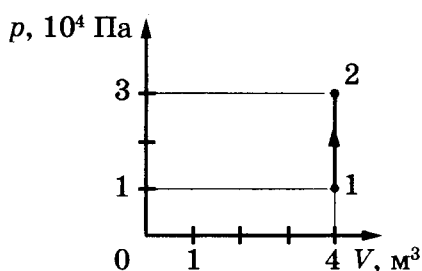
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса тела на ось Ox
- 2) модуль скорости тела
- 3) проекция ускорения тела на ось Ox
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

А	Б

8. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2?



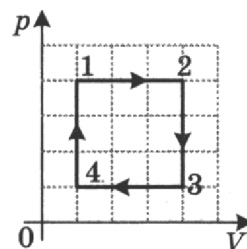
Ответ: _____ К.

9. Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30% . Какой будет относительная влажность, если перемещением поршня объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

10. Чему равна работа, совершенная 2 моль идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 80 кПа , а объем 1 л ?

Ответ: _____ Дж.



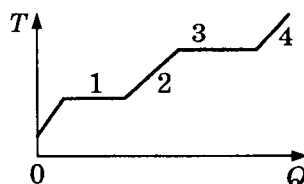
11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из утверждений, приведенных ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , $^{\circ}\text{C}$	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объем газа в состоянии 4 в 1,5 раза больше объема газа в состоянии 3.
- 2) В опытах 1 и 7 объем газа одинаковый.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте 2 равна внутренней энергии газа в опыте 1.
- 4) При переходе от состояния 6 к состоянию 7 газ отдавал тепло.
- 5) При переходе от состояния 4 к состоянию 5 внешние силы совершали работу по сжатию газа.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.

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

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

- А) нагревание вещества в газообразном состоянии
- Б) кипение жидкости

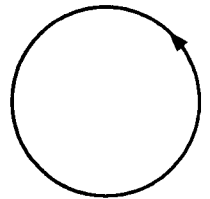
УЧАСТКИ ГРАФИКА

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

Ответ:

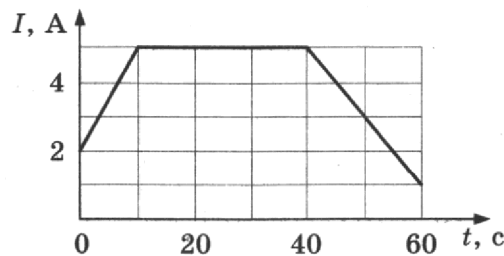
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Как направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в центре витка вектор индукции магнитного поля, созданного током, протекающим по витку? Ответ запишите словом (словами).



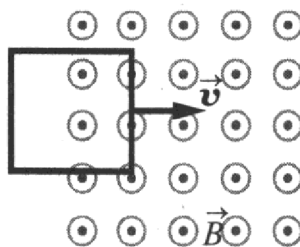
Ответ: _____.

14. На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 60$ с с момента начала отсчета времени.



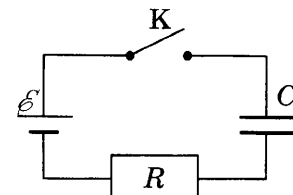
Ответ: _____ Кл.

15. В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна $\mathcal{E} = 6$ мВ. Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $\frac{\vec{v}}{4}$?



Ответ: _____ мВ.

16. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 30$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице. Внутренним сопротивлением источника тока и проводов пренебречь.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 с равно 6 В.
- 4) В момент времени $t = 4$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 4,2 В.

Ответ:

--	--

17. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Как изменится общее сопротивление этого участка и тепловая мощность, выделяемая на первом проводнике, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое, а длину первого проводника и напряжение на концах участка оставить без изменения?

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.

Общее сопротивление участка цепи	Тепловая мощность на первом проводнике

18. Медный проводник с сопротивлением R согнули так, что получился замкнутый контур, имеющий форму квадрата площадью S . Контур поместили в магнитное поле, вектор магнитной индукции которого направлен перпендикулярно плоскости контура. Магнитное поле равномерно убывает от величины B_0 до 0 за время t . Чему равны ЭДС индукции, возникающей при этом в контуре, и протекший через него заряд? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) ЭДС индукции
- Б) заряд, протекший через контур

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2B_0 S}{R}$
- 2) $\frac{B_0 S}{R}$
- 3) $\frac{B_0 S}{R} t$
- 4) $\frac{B_0 S}{t}$

Ответ:

А	Б

19. Чему равны массовое число и число протонов ядра X в реакции ${}^{241}_{95}\text{Am} + {}^4_2\text{He} \rightarrow X + 2{}^1_0n$?

Ответ:

Массовое число	Число протонов

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

20. Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа составляет 8 суток. Определите промежуток времени, в течение которого изначально большое число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз.

Ответ: за _____ сут.

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ и стали освещать ее светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной ее частоту. Как изменятся при этом максимальная скорость фотоэлектронов и их количество?

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.

Максимальная скорость фотоэлектронов	Количество фотоэлектронов

22. Чему равно напряжение, которое показывает вольтметр, если погрешность измерения напряжения равна половине цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

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

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу линзы. Для этого школьник взял линзу и небольшую лампочку. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) призма
- 2) экран
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) дифракционная решетка

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Масса Луны больше массы Ио.
- 2) Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно $0,78 \text{ м/с}^2$.
- 3) Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
- 4) Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно $0,06 \text{ км/с}$.
- 5) Период обращения Каллисто больше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная масса болта, имеющего удельную теплоемкость $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ и температуру 339 К , чтобы после опускания его в калориметр весь лед растаял? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

26. Предмет находится на расстоянии $d = 5 \text{ см}$ от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 4 \text{ см}$. Определите увеличение предмета, даваемое линзой.

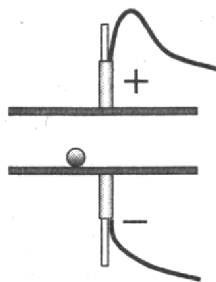
Ответ: _____.



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

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

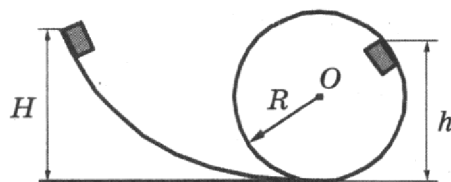
27. На одну из двух близко расположенных горизонтальных металлических пластин, укрепленных на изолирующих подставках, положили металлический шарик (см. рисунок). Когда пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков, шарик пришел в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите и объясните движение шарика.



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

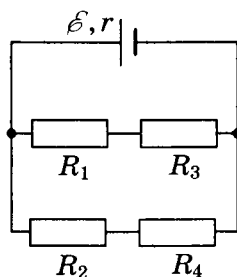
28. Мяч брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему равно перемещение мяча за 3 с, считая от момента броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

29. Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H = 3$ м по гладкой горке, переходящей в мертвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли R , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли кубик давит на ее стенку с силой $F = 2,5$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



30. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а КПД тепловой машины равен η . Определите работу, совершенную газом в изотермическом процессе.

31. В схеме, изображенной на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 9$ Ом, ЭДС батареи $\mathcal{E} = 20$ В, ее внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Определите мощность, выделяемую на резисторе R_3 .



32. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45°C , атмосферное давление равно 10^5 Па.



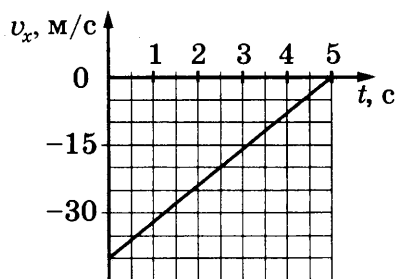
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

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

1. На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите проекцию ускорения тела на эту ось.



Ответ: _____ м/с².

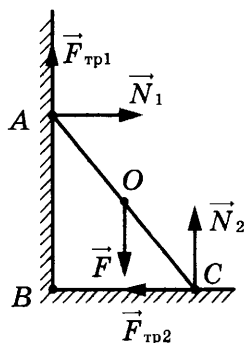
2. Во сколько раз масса Юпитера больше массы Земли, если сила притяжения Юпитера к Солнцу в 11,8 раза больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу, а расстояние между Юпитером и Солнцем в 5,2 раза больше, чем расстояние между Солнцем и Землей? Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружности. Ответ округлить до целых.

Ответ: больше в _____ раз (раза).

3. Снаряд вылетает из ствола пушки, закрепленной на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту. Каким будет отношение $\frac{v_c}{v_n}$ скоростей снаряда и платформы, с которыми они станут двигаться после выстрела, если отношение масс платформы с пушкой и снаряда равно $\frac{m_n}{m_c} = 1000$?

Ответ: _____.

4. На рисунке изображены силы, действующие на однородную доску, прислоненную к стене. Чему равен момент силы тяжести \vec{F} относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка? Масса доски 10 кг, $BC = 1,2$ м, $AC = 1,6$ м.



Ответ: _____ Н · м.

5. Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединен пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают без начальной скорости, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени 0,1 с.

$t, \text{ с}$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$x, \text{ см}$	2,0	1,4	0,0	-1,4	-2,0	-1,4	0,0

- 1) Период колебаний груза равен 2 с.
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В момент времени 1,0 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 4) В момент времени 3,0 с ускорение груза максимально.
- 5) Модуль силы, с которой пружина действует на груз в момент времени 2,0 с, меньше, чем в момент времени 0,5 с.

Ответ:

--	--

6. Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к Земле модуль ускорения шарика и модуль вертикальной составляющей его скорости.

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.

Модуль ускорения шарика	Модуль вертикальной составляющей скорости шарика

7. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СКОРОСТЬ

- А) $v_x = 3$
- Б) $v_x = -2 + t$

КООРДИНАТА

- 1) $x = 5 - 3t$
- 2) $x = 1 - 2t + 0,5t^2$
- 3) $x = 2 + 3t$
- 4) $x = 2t + t^2$

Ответ:

А	Б

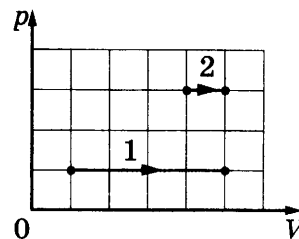
8. В результате охлаждения разреженного одноатомного газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: уменьшилась в _____ раз (раза).

9. Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, температура воздуха 18 °С. Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?

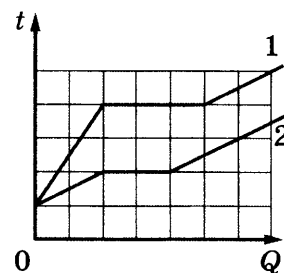
Ответ: _____ кПа.

10. На p - V -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Чему равно отношение работ $\frac{A_2}{A_1}$, совершенных газом в этих процессах?



Ответ: _____.

11. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщенного им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твердом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.



- 1) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 2) Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго.
- 3) Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в твердом агрегатном состоянии.
- 4) Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в жидком агрегатном состоянии.
- 5) Удельная теплоемкость второго тела в твердом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.

Ответ:

12. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объема, заполненный аргоном и соединенный с манометром. Объем сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру аргона в нем неизменной. Как изменятся при этом внутренняя энергия аргона в сосуде и концентрация его молекул?

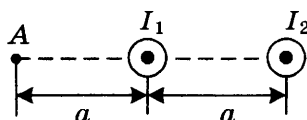
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

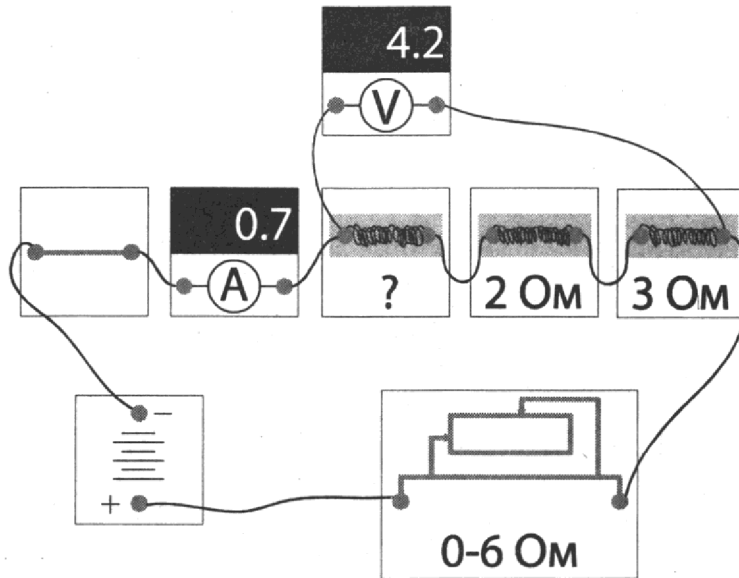
Внутренняя энергия аргона	Концентрация молекул аргона

13. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и $I_2 > I_1$ расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Как направлен (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) вектор \vec{B} индукции магнитного поля, создаваемого этими проводниками в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



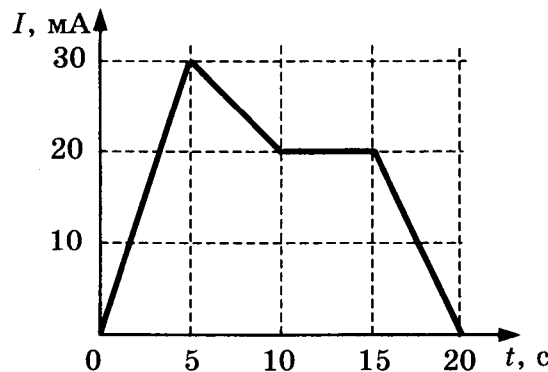
Ответ: _____.

14. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра — в амперах. Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.



Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в катушке, индуктивность которой 1 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ мВ.

16. Стекло́нную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Выберите **два** верных утверждения о характере изменений, произошедших с линзой.

- 1) Линза из рассеивающей превратилась в собирающую.
- 2) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 5) Линза осталась собирающей.

Ответ:



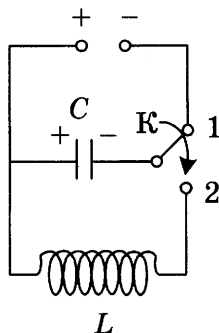
17. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

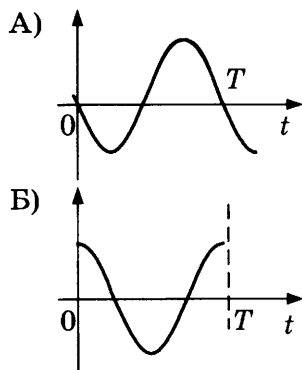
18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Приведенные ниже графики А) и Б) представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре).



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

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в катушке
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) заряд на левой обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

19. В результате реакции синтеза ${}^Y_Z X + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ образуются ядро бора и нейтрон. Сколько протонов и нейтронов содержит неизвестное ядро ${}^Y_Z X$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число моль гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $2,4 \cdot 10^{23}$ атомов радия.

Ответ: _____ моль.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменится запирающее напряжение и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

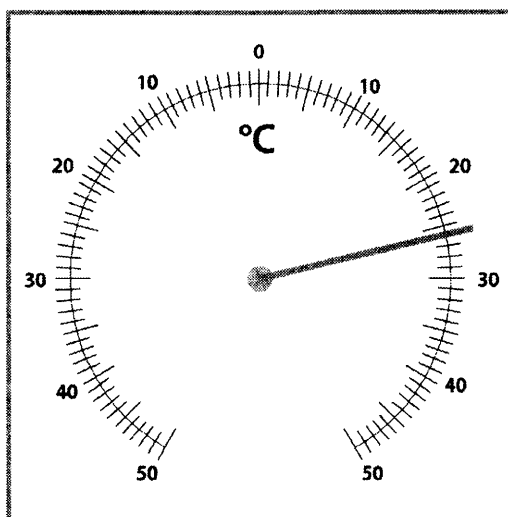
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Запирающее напряжение	Работа выхода

22. Чему равна температура в комнате согласно показаниям термометра? Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра.



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

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

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жесткости пружины?

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

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом.
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит, они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла.

Ответ: _____.



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

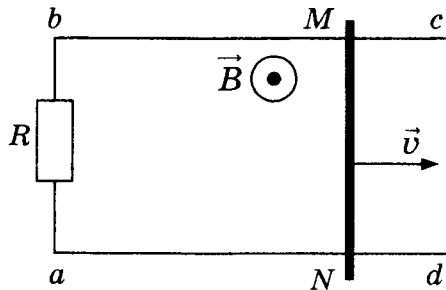
Часть 2

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

25. В цилиндре под поршнем находится гелий. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 2 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу?

Ответ: _____ кДж.

26. По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



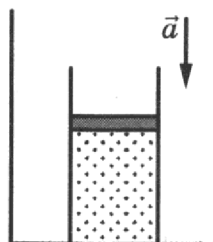
Ответ: _____ м/с.



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

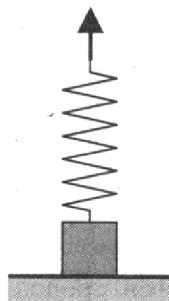
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжелым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

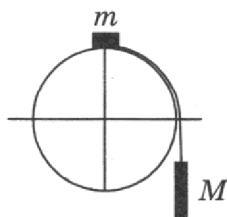


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. К бруску массой $0,4$ кг, лежащему на горизонтальной поверхности стола, прикреплена пружина. Свободный конец пружины тянут медленно в вертикальном направлении (см. рисунок). Определите величину потенциальной энергии, запасенной в пружине к моменту отрыва бруска от поверхности стола, если пружина при этом растягивается на 2 см. Массой пружины пренебречь.



29. Система из грузов m и M и связывающей их легкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закрепленной сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу M , если $m = 100$ г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



30. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объем под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.
31. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В. Максимальная мощность тока P_{max} , выделяемая на реостате, достигается при промежуточном значении его сопротивления и равна $4,5$ Вт. Чему равно внутреннее сопротивление источника?
32. Излучением лазера с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м за время $1,25 \cdot 10^4$ с был расплавлен лед массой 1 кг, взятый при температуре 0°C , и полученная вода была нагрета на 100°C . Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что 50% излучения поглощается веществом.



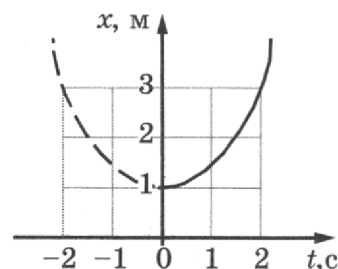
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 9

Часть 1

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

1. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением. График зависимости ее координаты от времени изображен на рисунке. Чему равна проекция ускорения a_x материальной точки на ось Ox ?



Ответ: _____ м/с².

2. Две звезды имеют одинаковые массы и взаимодействуют с силами, равными по модулю F . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звездами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5 раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Ответ: уменьшится в _____ раз.

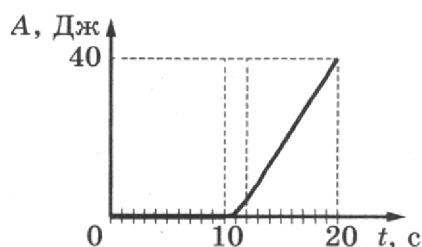
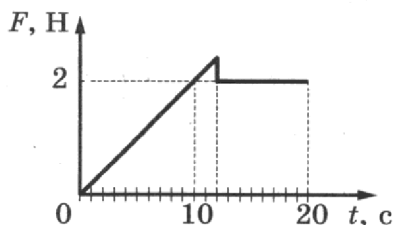
3. Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$?

Ответ: _____.

4. В сосуд высотой 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равна сила давления воды на дно сосуда, если площадь дна $0,01 \text{ м}^2$? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Н.

5. На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила \vec{F} , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных зависимостей.



- 1) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 2) Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 3) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 4) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 5) Сила трения скольжения равна 2 Н.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов брусок перемещают при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов на бруске закрепили груз, не меняя прочих условий.

Как изменятся при переходе от первой серии опытов ко второй сила натяжения нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

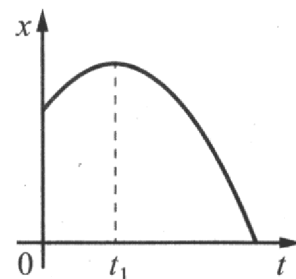
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

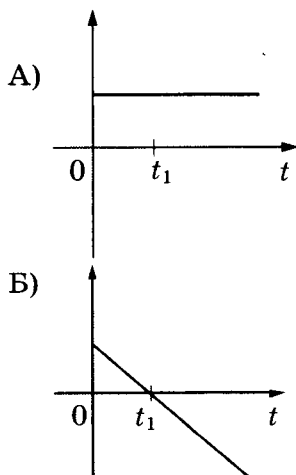
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Коэффициент трения между бруском и плоскостью

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox , от времени t . Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих данное движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



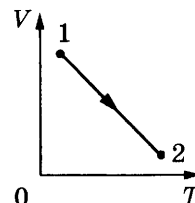
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия тела
- 2) модуль ускорения тела
- 3) модуль импульса тела
- 4) проекция скорости тела на ось x

Ответ:

А	Б

8. 2 моль идеального газа переходят из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на рисунке. Во сколько раз увеличивается давление в этом процессе, если объем газа уменьшился в 4 раза, а температура выросла в 2 раза?



Ответ: увеличивается в _____ раз (раза).

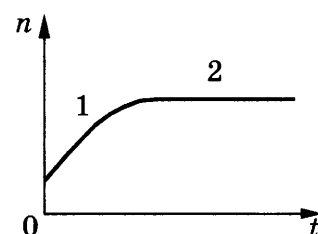
9. Идеальная тепловая машина Карно с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 10 кДж. Какое количество теплоты машина отдает холодильнику за цикл работы?

Ответ: _____ кДж.

10. Идеальный одноатомный газ получил от нагревателя 8 кДж теплоты и совершил работу 4 кДж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа в этом процессе?

Ответ: увеличивается на _____ кДж.

11. В сосуд налили жидкий аммиак и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения концентрации n молекул паров аммиака со временем t внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде еще оставался жидкий аммиак. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта?



- 1) Давление паров аммиака в течение опыта все время увеличивалось.
- 2) На участке 2 внутренняя энергия паров аммиака оставалась постоянной.
- 3) На участках 1 и 2 пар ненасыщенный.
- 4) На участке 2 пар насыщенный.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газообразного аммиака на участке 1 увеличивалась.

Ответ:

12. Гелий, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически сжимают. Начальное давление газа p_0 , а его объем V_0 . Масса газа в сосуде остается неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объема V газа.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа $p(V)$
 Б) внутренняя энергия газа $U(V)$

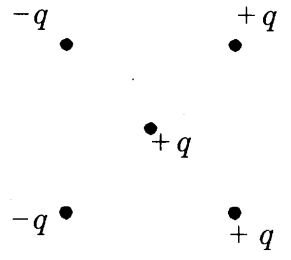
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2} p_0 V_0$
- 2) $\frac{2}{3} \frac{p_0 V_0}{V}$
- 3) $\frac{p_0 V_0}{V}$
- 4) $\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0}$

Ответ:

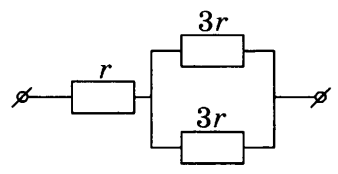
А	Б

13. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1$ Ом?



Ответ: _____ Ом.

15. За время $\Delta t = 2$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 2 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

16. Точечный источник света находится в емкости с жидкостью и равномерно опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от нее. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальный заряд пластины конденсатора
- Б) максимальная энергия электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CI^2}{2}$
- 2) $\frac{I}{\sqrt{LC}}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

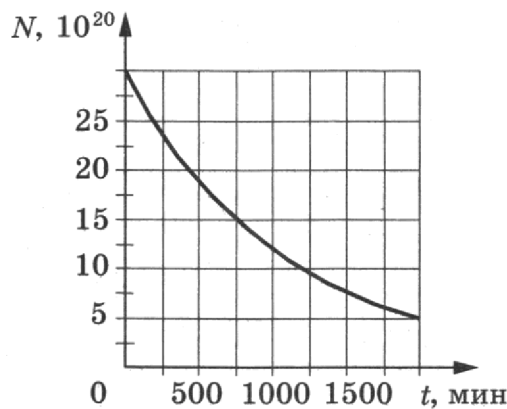
19. Сколько протонов и нейтронов содержит частица X , принимающая участие в ядерной реакции: ${}^6_3\text{Li} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута ${}^{203}_{83}\text{Bi}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа висмута?



Ответ: _____ мин.

21. Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}^0_{+1}e$). Как при этом изменяются заряд ядра и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

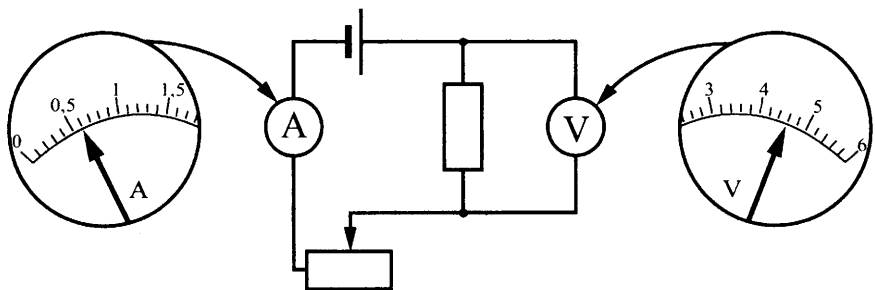
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается

3) не изменяется

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

Заряд ядра	Число протонов в ядре

22. На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нем. На рисунке показаны шкалы амперметра и вольтметра. Чему равна сила тока в цепи, если погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра?



Ответ: (____ ± ____) А.

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

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения стали по дереву. Для этого школьник взял стальной брусок с крючком. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) пластмассовая рейка
- 2) мензурка
- 3) динамометр
- 4) линейка
- 5) деревянная рейка

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Европа находится дальше от поверхности Юпитера, чем Ио.
- 2) Объем Тритона почти в 2 раза меньше объема Титана.
- 3) Масса Титана больше массы Каллисто.
- 4) Ускорение свободного падения на Ио составляет примерно $1,8 \text{ м/с}^2$.
- 5) Первая космическая скорость для Европы примерно равна $1,64 \text{ км/с}$.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

26. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение радиусов траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ частиц, если отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

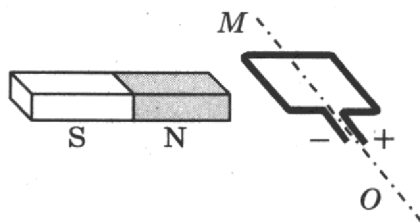
Ответ: _____.



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

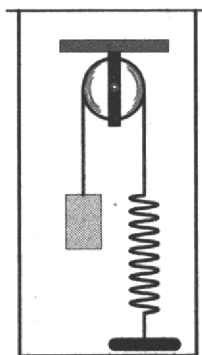
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



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

28. Шарик, подвешенный на пружине, сместили вертикально вниз на расстояние 0,1 м от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Какова частота колебаний шарика, если путь 0,2 м он пройдет за 0,25 с?
29. В сосуде (см. рисунок) находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него нитью, к концам которой привязаны тело объемом V и пружина жесткостью k . Нижний конец пружины прикреплен ко дну сосуда. Как изменится сила натяжения нити, действующая на пружину, если эту систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ? (Считать, что трение в оси блока отсутствует.)



30. С разреженным азотом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
31. На дне бассейна с водой находится небольшая лампочка. На поверхности воды плавает круглый плот — так, что центр плота находится точно над лампочкой. Определите глубину бассейна H , если минимальный радиус плота, при котором свет от лампочки не выходит из воды, $R = 2,4$ м. Сделайте рисунок, поясняющий решение. Толщиной плота пренебречь; показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.
32. Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7$ см² и создают давление $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.



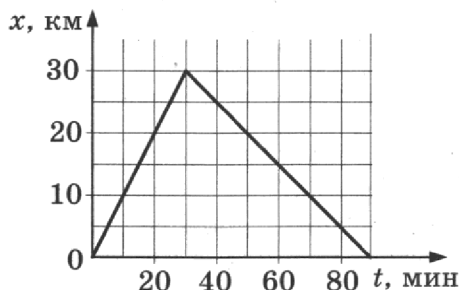
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

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

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси x . Определите проекцию скорости автобуса на ось x в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

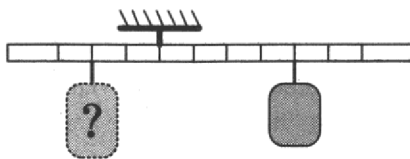
2. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 10 Н, сила трения 2,5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое меньше?

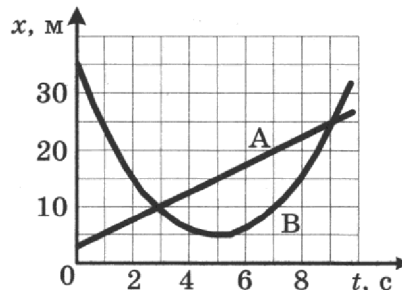
Ответ: в _____ раз(-а).

4. Тело массой 0,1 кг подвесили к четвертому делению правого плеча невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось x . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 3 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

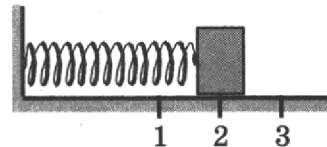
Ответ:

--	--

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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



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

Кинетическая энергия груза маятника	Модуль ускорения груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят без трения друг за другом по горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 3v$. Второй брусок догоняет первый, и между ними происходит абсолютно неупругое столкновение. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости второго бруска после столкновения
- Б) кинетическая энергия первого бруска после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{5}{2}v$
- 2) $2mv^2$
- 3) $2v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа увеличили в 4 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 500 К, а холодильника 27 °С. Определите КПД этого двигателя.

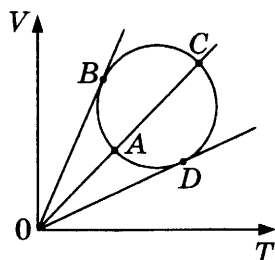
Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

Ответ: _____ Дж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем с газом.

- 1) Давление газа максимально в состоянии D .
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время положительна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A .
- 5) При переходе из состояния B в состояние C внутренняя энергия газа увеличивается.



Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа; ν — количество газа).

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

ПРОЦЕССЫ

- А) изобарное расширение при $\nu = \text{const}$
- Б) изотермическое сжатие при $\nu = \text{const}$

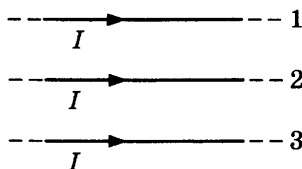
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
- 2) $\Delta U > 0, A > 0$
- 3) $\Delta U = 0, A > 0$
- 4) $\Delta U = 0, A < 0$

Ответ:

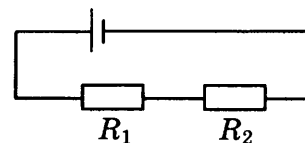
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



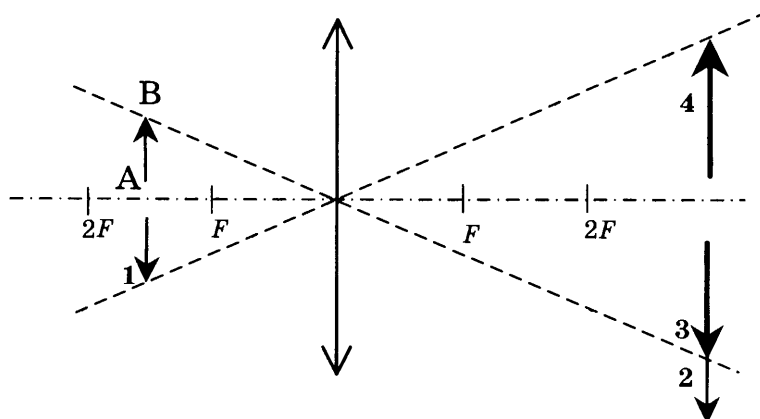
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом. Чему равно отношение выделяющихся на резисторах мощностей $\frac{P_2}{P_1}$?



Ответ: _____.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

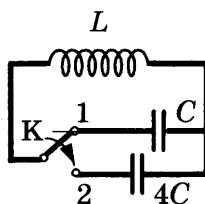
t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 1$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4$ мкс.
- 3) Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц.
- 4) В момент $t = 2$ мкс заряд конденсатора максимален.
- 5) В момент $t = 6$ мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ:

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальная сила тока в катушке колебательного контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора равен 0?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

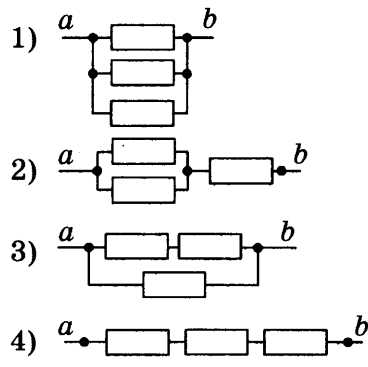
Частота собственных колебаний	Максимальная сила тока в катушке

18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

- А) $\frac{R}{3}$
- Б) $\frac{3R}{2}$

УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Ответ:

А	Б

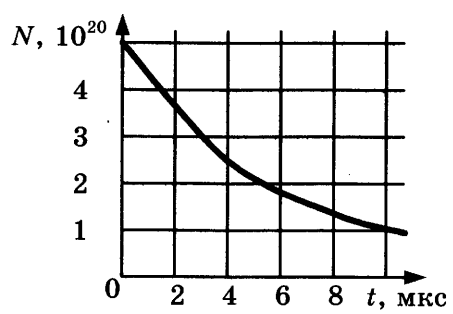
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре натрия $^{24}_{11}\text{Na}$.

Ответ:

	Число протонов	Число нейтронов

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

20. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ мкс.

21. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

22. Для определения периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

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

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

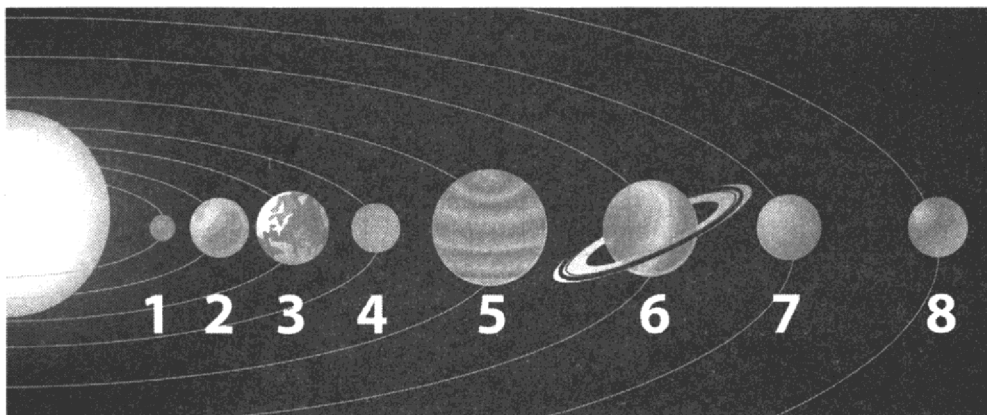
Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	1,5 м	5 см ³	Сталь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,0 м	8 см ³	Сталь
5	1,0 м	5 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

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



- 1) Уран на рисунке обозначен цифрой 7.
- 2) Атмосфера планеты 2 состоит в основном из кислорода и азота.
- 3) Периоды обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
- 4) Планета 5 не имеет спутников.
- 5) Планета 6 не имеет твердой поверхности.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. В баллоне объемом $16,62 \text{ м}^3$ находятся 14 кг азота при температуре 300 К . Каково давление этого газа?

Ответ: _____ кПа.

26. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1 \text{ м}$, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$ и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2 \text{ Н}$?

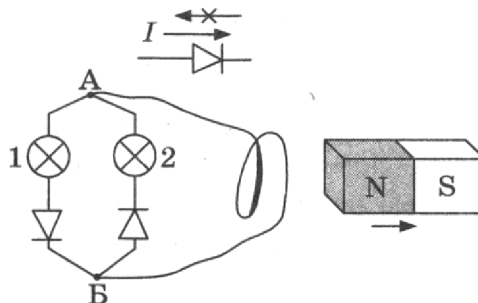
Ответ: _____ А.



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

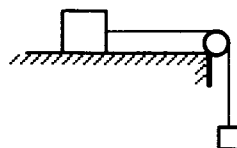
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если отодвигать от витка северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

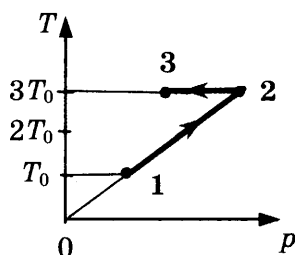


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

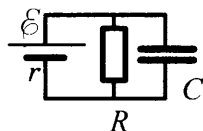
28. По горизонтальному столу движется брусок массой $0,8 \text{ кг}$, соединенный с грузом массой $0,2 \text{ кг}$ невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



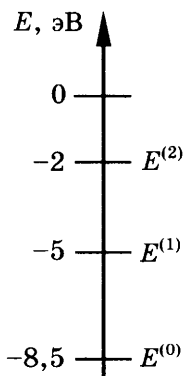
29. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно друг другу и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?
30. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят $Q_{23} = 2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



31. Какой должна быть ЭДС \mathcal{E} источника тока, чтобы напряженность электрического поля в плоском конденсаторе была равна $E = 2$ кВ/м, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ мм (см. рисунок)?



32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $p_1 = 1,2 \cdot 10^{-24}$ кг м/с. Определите кинетическую энергию E_0 электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



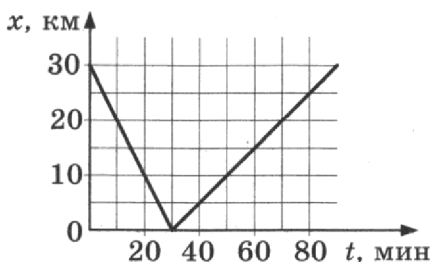
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 11

Часть 1

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

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси x . Определите проекцию скорости автобуса на ось x в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

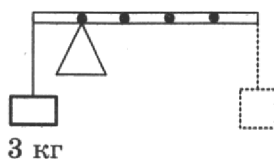
2. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2?

Ответ: _____ Н.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз увеличится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет в три раза больше?

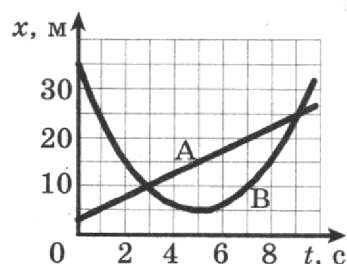
Ответ: в _____ раз.

4. К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей от груза на 0,2 длины. Груз какой массы надо подвесить к правому концу, чтобы стержень находился в равновесии?



Ответ: _____ кг.

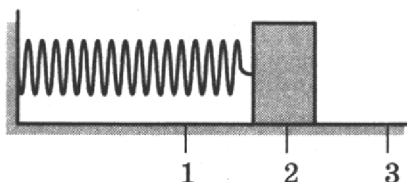
5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось x . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 4 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 2,5 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело В прошло 30 м.
- 5) Тело В движется равномерно.

Ответ:

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят навстречу друг другу по гладкой горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 2v$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение брусков после абсолютно неупругого столкновения, и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости первого бруска после столкновения
- Б) кинетическая энергия второго бруска после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{5}{4}v$
- 2) $\frac{75}{32}mv^2$
- 3) $\frac{7}{4}v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа уменьшили в 2 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

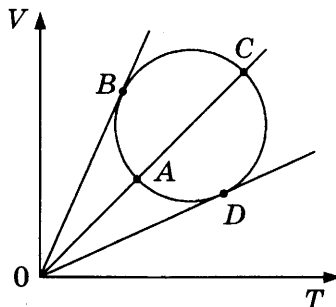
9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 580 К, а холодильника 17 °С. Определите КПД этого двигателя.

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты отдает чугунная деталь массой 10 кг при понижении ее температуры на 20 К?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем с газом.



- 1) Давление газа минимально в состоянии А.
- 2) При переходе из состояния D в состояние А внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время отрицательна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии А.
- 5) Давление газа в состоянии D больше, чем давление газа в состоянии А.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, ν — количество газа).

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

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорное нагревание при $\nu = \text{const}$
 Б) адиабатическое сжатие при $\nu = \text{const}$

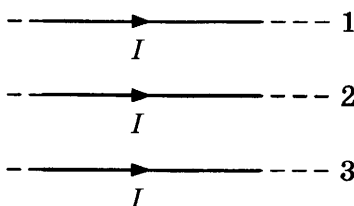
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
 2) $\Delta U > 0, A > 0$
 3) $\Delta U = 0, A > 0$
 4) $\Delta U > 0, A < 0$

Ответ:

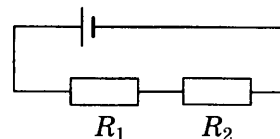
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на проводник 1 со стороны двух других? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



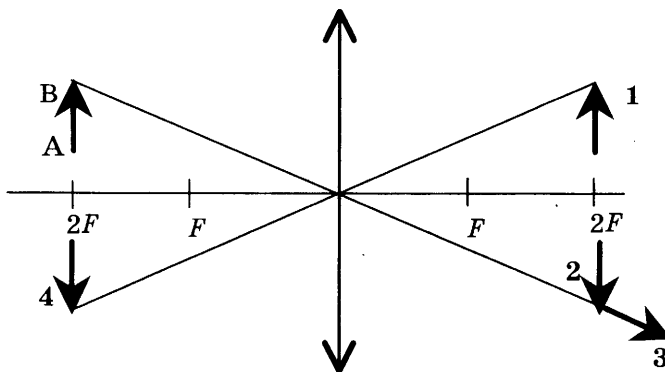
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1 = 20$ Ом, равна 2 кВт. Чему равна мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2 = 30$ Ом?



Ответ: _____ кВт.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

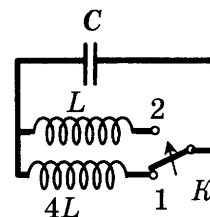
t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 2$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 8$ мкс.
- 3) Частота колебаний равна 8 кГц.
- 4) В момент $t = 3$ мкс заряд конденсатора максимален.
- 5) В момент $t = 4$ мкс энергия магнитного поля катушки минимальна.

Ответ:

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальный заряд конденсатора колебательного контура (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора максимален?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

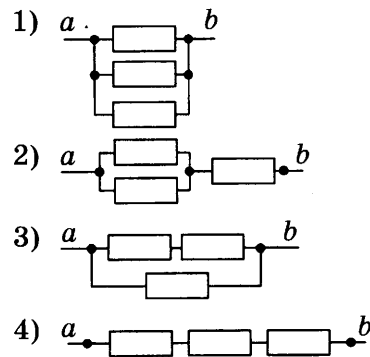
Частота собственных колебаний	Максимальный заряд конденсатора

18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

- А) $3R$
 Б) $\frac{2R}{3}$

УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Ответ:

А	Б

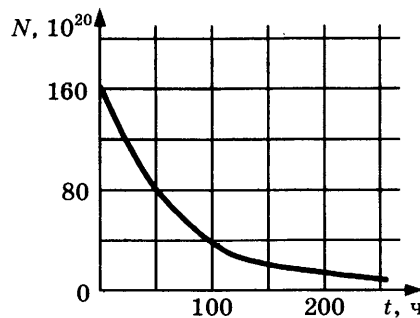
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре бора ${}^{11}_5\text{B}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: _____ ч.

21. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если увеличить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

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

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

22. При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

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

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

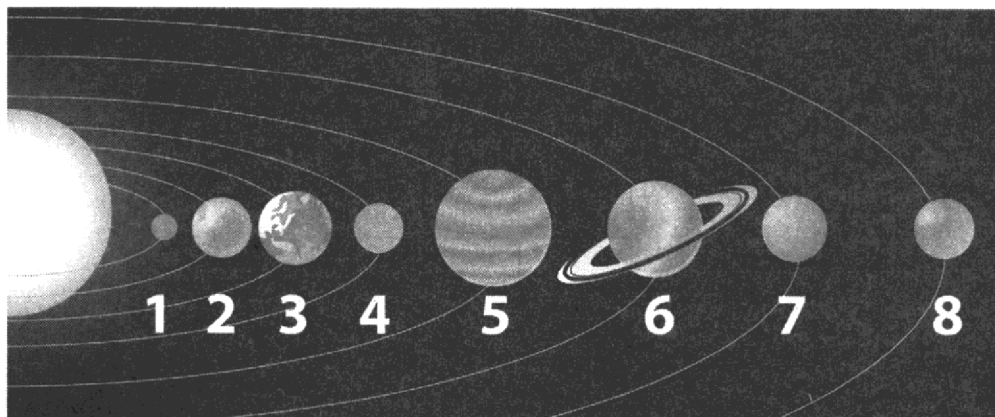
Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы шарика?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	1,2 м	5 см ³	Сталь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,5 м	8 см ³	Сталь
5	1,0 м	5 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

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



- 1) Юпитер на рисунке обозначен цифрой 5.
- 2) Атмосфера планеты 4 состоит в основном из метана.
- 3) Периоды обращения вокруг Солнца планет 2 и 3 практически одинаковы.
- 4) Планета 7 имеет кольца.
- 5) Планета 2 относится к планетам-гигантам.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. В баллоне находятся 28 кг азота при температуре 300 К и давлении 300 кПа. Определите объем баллона.

Ответ: _____ м³.

26. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

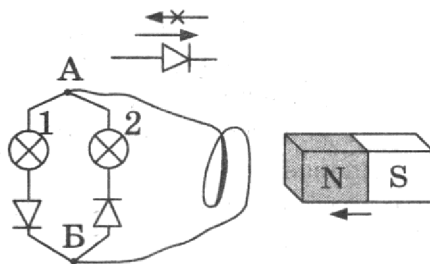
Ответ: _____ Н.



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

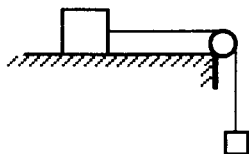
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если приближать к витку северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

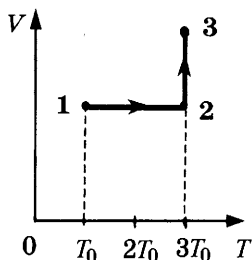


Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

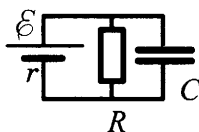
28. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,7 кг, соединенный с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Определите ускорение бруска.



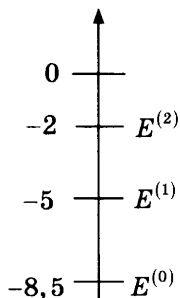
29. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{2}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние L сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?
30. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят количество теплоты $Q_{23} = 2,5$ кДж. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



31. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля E между пластинами конденсатора?



32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией $E_0 = 1,5$ эВ, в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Определите импульс p_1 электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



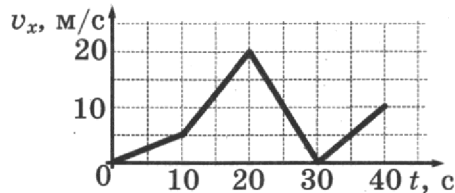
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 12

Часть 1

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

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в промежуток времени от 10 с до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

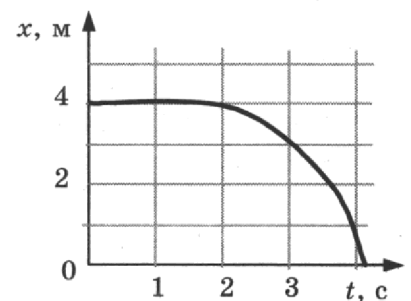
3. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,04 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна $0,2 \text{ м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см .

Ответ: _____ Н.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.
- 2) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7. Шайба съезжает из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало.

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) масса шайбы
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$
- 2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$
- 4) $\frac{E_k}{gH}$

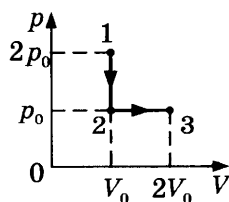
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз.

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 80$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °С.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 3) Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 5) Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.

Ответ:

--	--

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

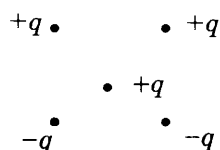
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

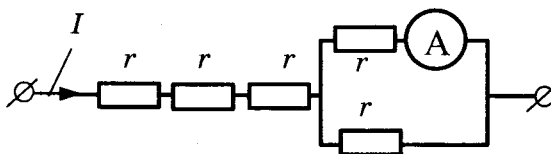
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы

13. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 6$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

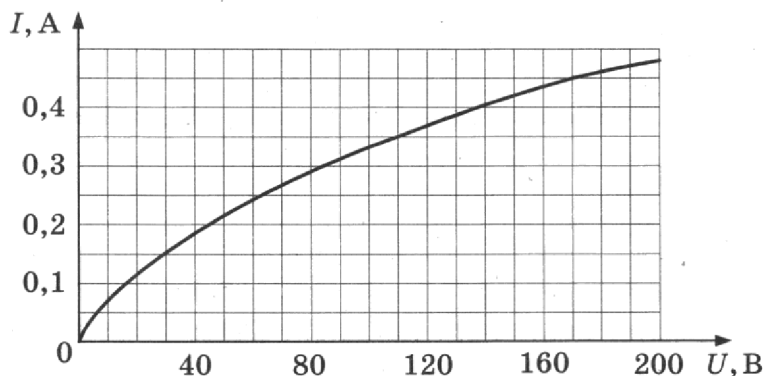


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 60° . Определите угол между отраженным лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
- 5) Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

Ответ:

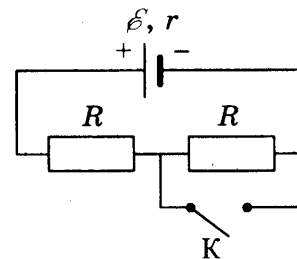
17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

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

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

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

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при замкнутом ключе К
 Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе К

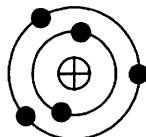
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
 2) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

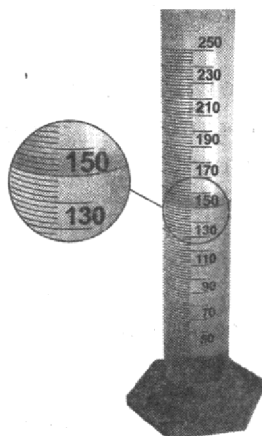
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Массовое число ядра	Заряд ядра

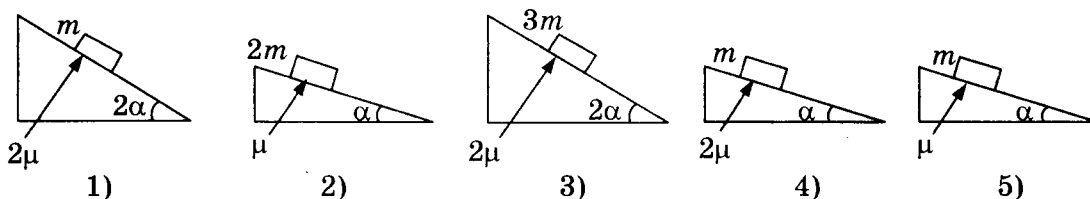
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

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

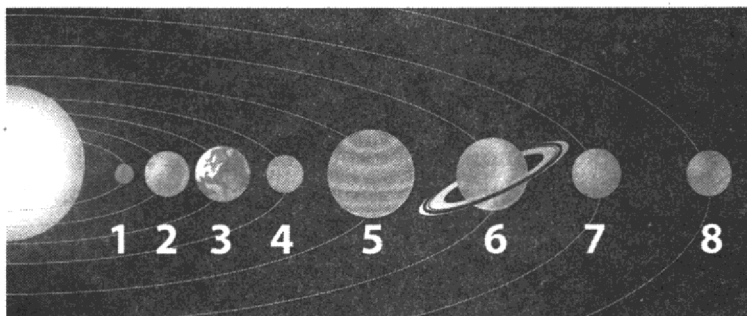
23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

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



- 1) Сатурн на рисунке обозначен цифрой 4.
- 2) Атмосфера планеты 2 состоит в основном из углекислого газа.
- 3) Периоды обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
- 4) Планета 5 имеет несколько спутников.
- 5) Планета 4 относится к планетам-гигантам.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 4 раза меньше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

26. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нем 3,6 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Н.



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

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

27. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рисунок 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рисунок 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

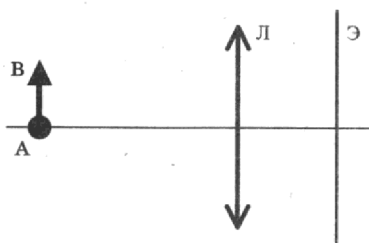


Рис. 1

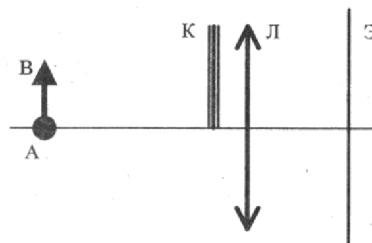
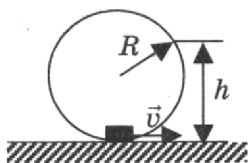


Рис. 2

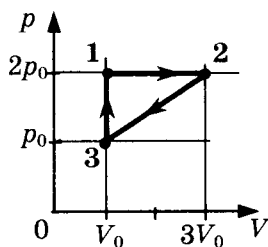
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками?

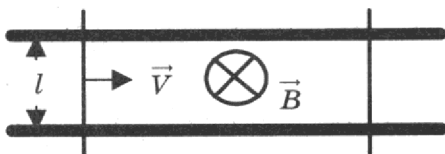
29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{ц}} = 5$ кДж. Какое количество теплоты $Q_{\text{н}}$ газ получает за цикл от нагревателя?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? Сопротивлением рельсов пренебречь.



32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?



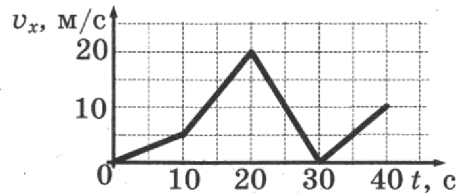
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 13

Часть 1

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

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в момент времени от 20 с до 30 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 8 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{\vec{F}}{2}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

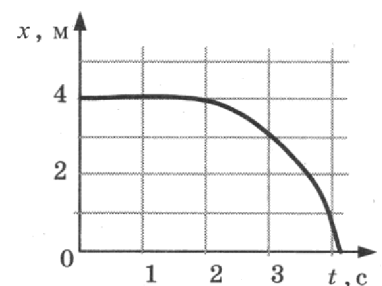
3. Охотник массой 60 кг , стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,03 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Определите скорость охотника после выстрела.

Ответ: _____ м/с.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Каково расстояние от уровня масла в сосуде до пробки, если сила, с которой действует масло на пробку площадью 10 см^2 , равна $3,6 \text{ Н}$?

Ответ: _____ см.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях жесткости пружины маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его кинетической энергии, если увеличить жесткость пружины, не изменяя массу маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Период колебаний	Период изменения кинетической энергии

7. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_K . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало. 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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_K \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_K}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_K}{gm}}$
- 4) $\frac{E_K}{gm}$

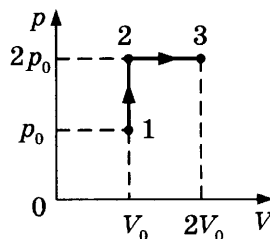
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 50$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 20%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 95 °C.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 3) Через 9 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 13 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 5) Через 10 мин после начала измерений жидкость начала конденсироваться.

Ответ:

--	--

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл?

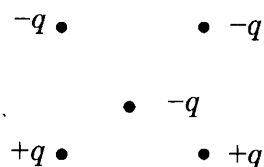
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

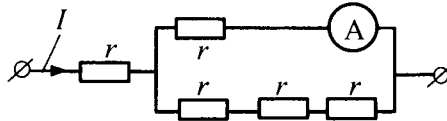
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13. Как направлена сила Кулона (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

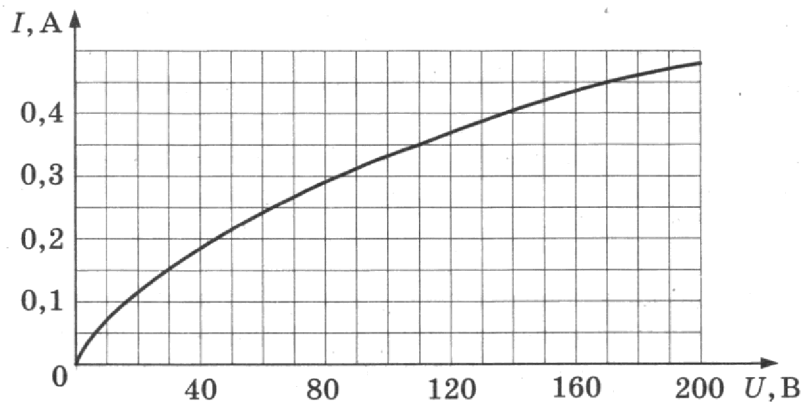


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 30° . Определите угол между падающим и отраженным лучами.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы уменьшается при увеличении силы тока, текущего через нее.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 50 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 76,5 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,35А равно 200 Ом.
- 5) Мощность, выделяемая в лампе, увеличивается при увеличении силы тока.

Ответ:

--	--

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

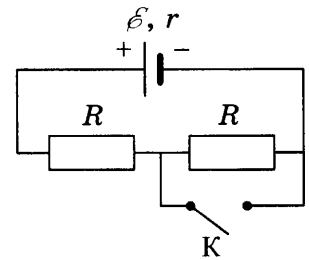
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

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

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при разомкнутом ключе К
 Б) сила тока через первый резистор при замкнутом ключе К

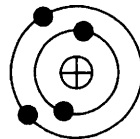
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
 2) $\frac{2\mathcal{E}R}{2R+r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

20. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 года?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

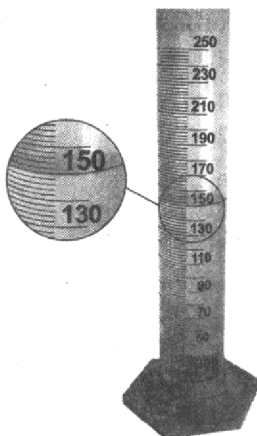
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Массовое число ядра	Заряд ядра

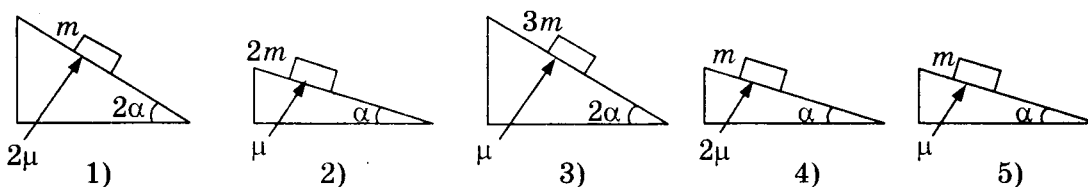
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

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

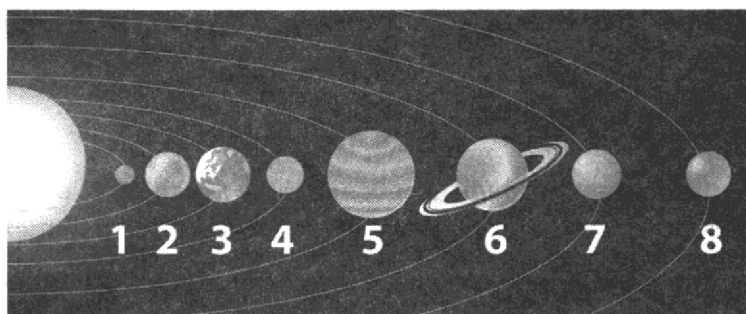
23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

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



- 1) Нептун на рисунке обозначен цифрой 5.
- 2) Планета 2 имеет твердую поверхность.
- 3) Период обращения Юпитера вокруг Солнца больше, чем Марса.
- 4) Атмосфера планеты 7 состоит в основном из азота.
- 5) Период обращения вокруг своей оси планеты 5 больше, чем у Земли.

Ответ: _____.



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

Часть 2

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

25. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — азот. И концентрация, и давление кислорода в 2 раза больше концентрации и давления азота. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул азота?

Ответ: _____.

26. При помещении в магнитное поле на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $3 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ действует сила Ампера, равная 0,6 Н. Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если напряжение на проводнике равно 2,4 В? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Тл.



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

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

27. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рисунок 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рисунок 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

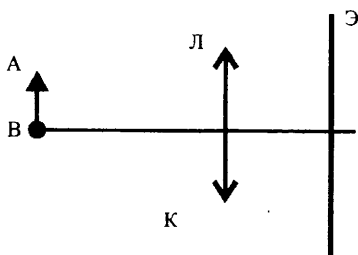


Рис. 1

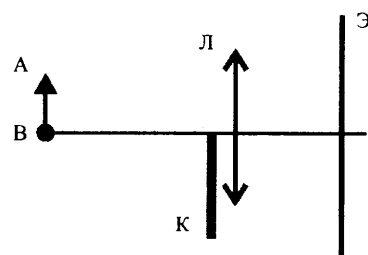
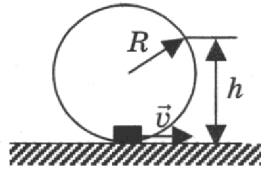


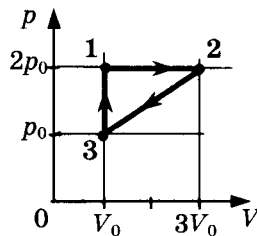
Рис. 2

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

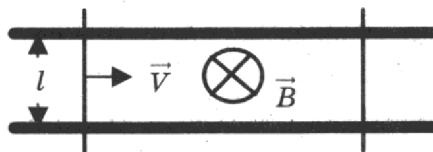
28. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки, а затем проехал до остановки по горизонтальной поверхности 30 м. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Чему равна высота горки? Масса мальчика вместе с санями равна 50 кг.
29. Небольшая шайба массой $m = 0,2$ кг после толчка приобретает скорость $v = 3$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. С какой силой F шайба давит на поверхность кольца в тот момент, когда она находится на высоте $h = 0,2$ м от нижней точки кольца?



30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_n = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_3 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?



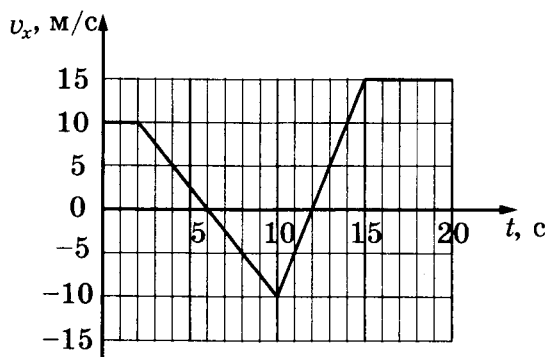
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

ВАРИАНТ 14

Часть 1

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

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



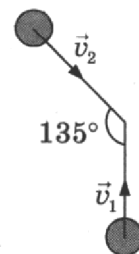
Ответ: _____ м/с².

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

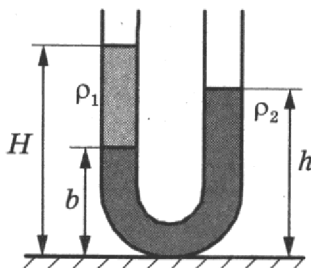
Ответ: _____ Н.

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

Ответ: _____ кг · м/с.



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



Ответ: _____.

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

t, c	0	1	2	3	4	5
x_1, m	0	4	8	18	32	50
x_2, m	2	2	2	2	2	2
x_3, m	0	2	4	6	8	10
x_4, m	0	2	0	-2	0	2

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

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

Ответ:

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

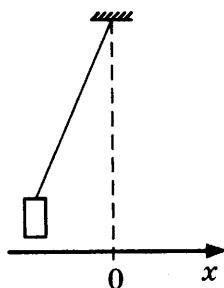
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

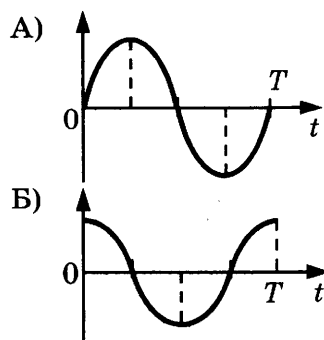
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности

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



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

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

Ответ: _____ л.

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

Ответ: _____ кг.

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

Ответ: _____ Дж.

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

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

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

Ответ:

--	--

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

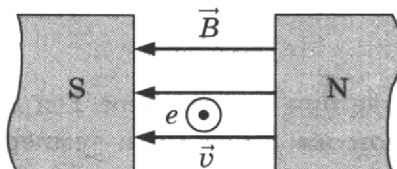
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

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



Ответ: _____.

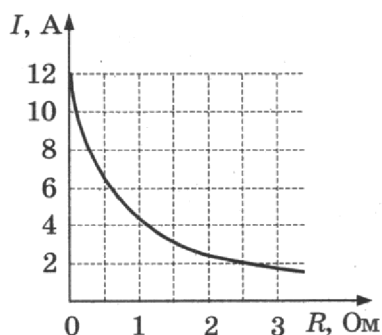
14. Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением $a = 20 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле напряженностью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $3q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

Ответ: _____ м/с².

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

Ответ: _____ А.

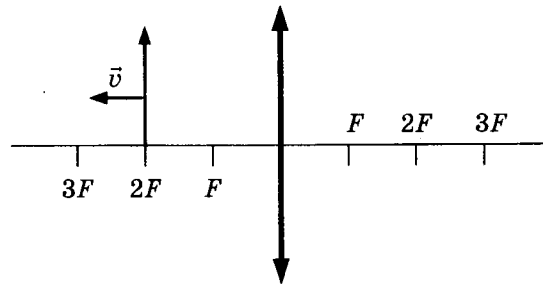
16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого опыта.



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

Ответ:

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

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

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

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

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

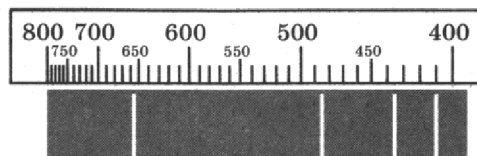
19. Ядро магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

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

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



Ответ: _____ · 10⁻¹⁹ Дж.

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

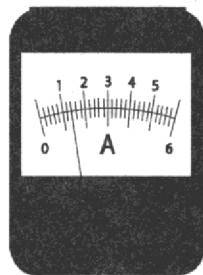
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

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



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

Ответ: (_____ ± _____) А.

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

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

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

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

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

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

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

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

Ответ: _____.

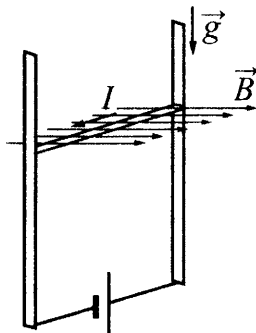


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

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

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



Ответ: _____ м.

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

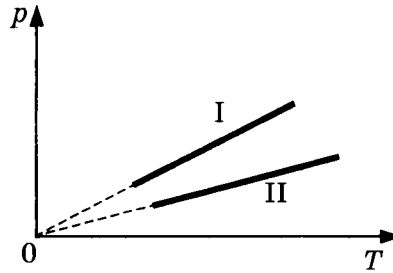
Ответ: _____ см.



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

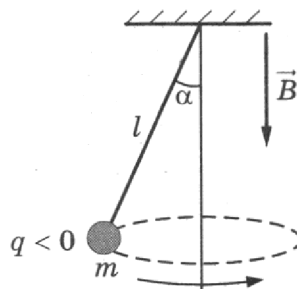
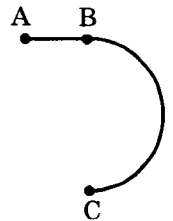
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

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



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

28. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.
29. Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.
30. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .
31. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



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



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

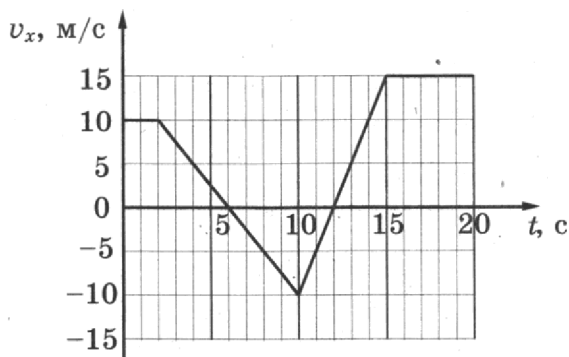
СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 14 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ)

Задания 1–26

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

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

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



Решение:

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

Ответ: 5 м/с².

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

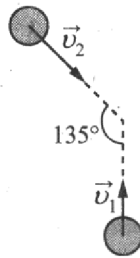
Решение:

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

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

Ответ: 100 Н.

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



Решение:

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

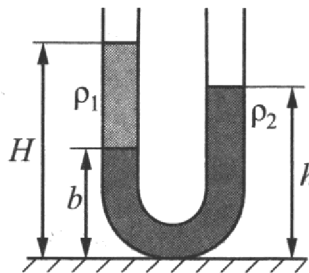
$$mv_1 - mv_2 \cos 45^\circ = p_y; \quad mv_2 \sin 45^\circ = p_x.$$

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

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

Ответ: 1,6 кг · м/с.

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



Решение:

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

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

Ответ: 0,75.

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

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

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

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

Решение:

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

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

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

Кинетическая энергия этого тела постоянна и равна $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 4}{2} = 0,2 \text{ Дж}$ — ответ 5 неверен.

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

Ответ: 23 (или 32).

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

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

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

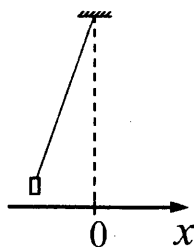
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности

Решение:

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

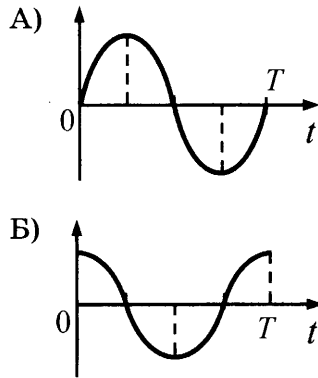
Ответ: 32.

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



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Решение:

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

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

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

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

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

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

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

Ответ: 34.

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

Решение:

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

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

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

Ответ: 18 л.

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

Решение:

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

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

Ответ: 2 кг.

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

Решение:

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

Ответ: 120 Дж.

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

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

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

Решение:

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

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

верный.

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

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

Ответ: 23 (или 32).

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Температура гелия	Давление гелия

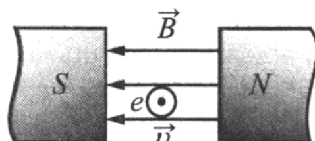
Решение:

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

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

Ответ: 11.

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



Решение:

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

Ответ: **вверх**.

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

Решение:

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

Ответ: **30 м/с²**.

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

Решение:

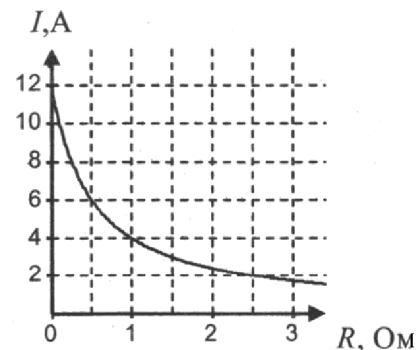
Магнитный поток через 1 виток равен $\Phi = LI$, через катушку из N витков $\Phi_0 = NLI$.

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

Ответ: **1 А**.

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

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



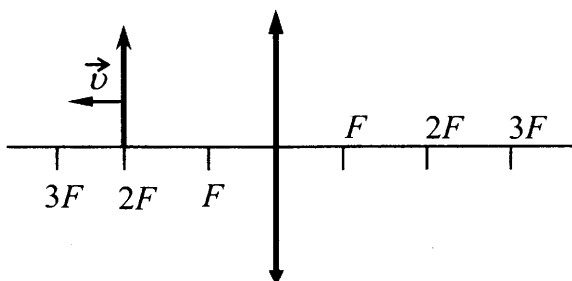
Решение:

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

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

Ответ: 14 (или 41).

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



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Решение:

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

Ответ: 22.

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

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

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

ФОРМУЛЫ

- А) IU
 Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Решение:

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

Ответ: 31.

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

Число протонов	Число нейтронов
11	13

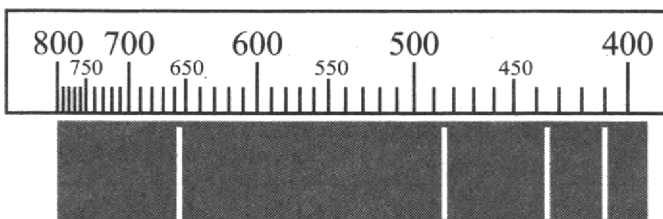
Решение:

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

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

Ответ: 1113.

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



Решение:

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

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

Ответ: $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

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

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

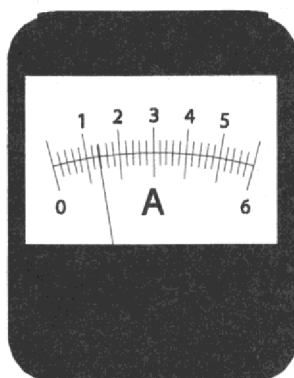
Решение:

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

Ответ: 31.

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

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



Решение:

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

Ответ: 1,40,1.

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

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

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Решение:

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

Ответ: 34 (или 43).

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

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

Выберите все утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

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

Решение:

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

Следовательно, плотность Венеры меньше. Утверждение верное.

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

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

Таким образом, ускорение Юпитера меньше. Утверждение неверное.

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

Урана, получим: $\frac{v_H}{v_Y} = \sqrt{\frac{M_H}{r_H}} \cdot \sqrt{\frac{r_Y}{M_Y}} = \sqrt{\frac{17,2 \cdot 4}{14,6 \cdot 3,9}} \approx 1,1$. Первая космическая скорость для

Нептуна чуть больше, чем для Урана. Утверждение неверное.

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

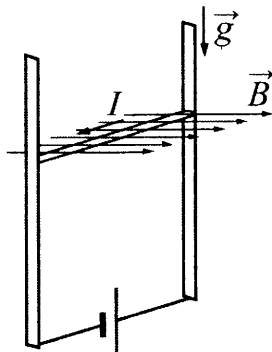
$g_M = g_Z \frac{M_M}{r_M^2} \cdot \frac{r_Z^2}{M_Z} = g_Z \frac{M_M}{d_M^2} \cdot \frac{d_Z^2}{M_Z} = 10 \cdot \frac{0,06}{0,38^2} \approx 4,16 \text{ м/с}^2 \approx 4 \text{ м/с}^2$. Утверждение верное.

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

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

Ответ: 14.

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



Решение:

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

Уравнение движения проводника имеет следующий вид:

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

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

Ответ: 0,4 м.

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

Решение:

Увеличение, даваемое тонкой собирающей линзой, равно:

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

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

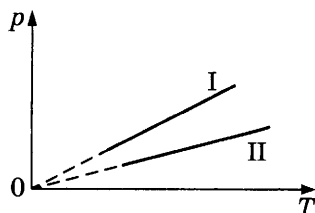
Отсюда получим: $b = \frac{k+1}{D} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см}$.

Ответ: 60 см.

Критерии оценивания выполнения заданий с развернутым ответом

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

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



Возможное решение

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

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

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

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

Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

Ответ: Изохора I лежит выше изохоры II, так как количество вещества I больше количества вещества II.

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

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

Решение:

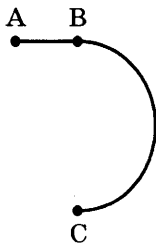
Согласно закону сохранения импульса, импульс двух осколков в проекции на первоначальное направление снаряда должен сохраниться. Следовательно $mv_0 = m_2v_2 \cos \alpha$, где $v_0 = 100$ м/с, $v_2 = 400$ м/с, $m_2 = 1$ кг.

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

Ответ: 2 кг.

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

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



Возможное решение

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

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

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

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

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

Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

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

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

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

Возможное решение

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

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

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

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

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

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

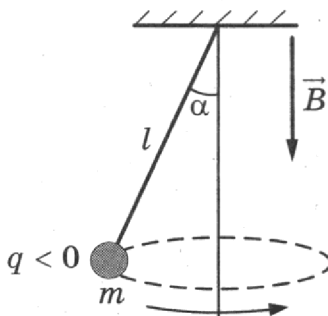
$$T_2 = \frac{2Vp}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1}{\nu_2} T_1 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 5,4 \cdot 10^3}{3 \cdot 8,31} - \frac{1}{3} \cdot 400 \approx 300 \text{ К}.$$

Ответ: $T_2 \approx 300 \text{ К}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	2

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

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



Возможное решение

На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси координат инерциальной системы отсчета, связанной с Землей:

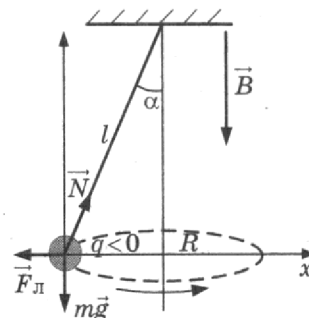
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R}; \\ N \cos \alpha - mg = 0. \end{cases}$$

Выражая N , получим: $mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB$.

Так как $R = l \sin \alpha$, получим ответ:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$$

Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$



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

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

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

Возможное решение

Электрон в магнитном поле движется по окружности радиусом R со скоростью v и центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{R}$.

Ускорение вызывается силой Лоренца ($F = evB$) в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m \frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow v = \frac{eBR}{m}$.

Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$.

Подставляя в это уравнение скорость электрона, получим выражение для частоты света:

$$\nu = \frac{A}{h} + \frac{(eBR)^2}{2mh} = \frac{4,42 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} + \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}} \approx 10^{15} \text{ Гц.}$$

Ответ: $\nu \approx 1 \cdot 10^{15}$ Гц.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<u>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</u>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ)	2

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

ОТВЕТЫ

Часть 1

Задания	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
1	35	7,5	-5	-4	250	6	-0,5
2	2	0,2	10	450	0,75	0,15	0,32
3	9	15	30	20	500	0	0,4
4	4	1,4	1000	0,08	15000	2,5	8
5	14 или 41	34 или 43	25 или 52	13 или 31	24 или 42	14 или 41	14 или 41
6	31	21	33	22	12	21	33
7	23	12	23	31	31	41	23
8	80	10	4	50	2	600	900
9	20	498,6	90	16	40	2	90
10	100	250	500	16	3	4,5	180
11	25 или 52	15 или 51	25 или 52	35 или 53	24 или 42	25 или 52	13 или 31
12	23	23	32	33	31	33	43
13	вправо	вверх	от наблюдателя	вниз	вниз	вниз	к наблюдателю
14	3	3,6	3	160	256	1,75	245
15	12	1	4	0,001	70	0,9	1,5
16	23 или 32	23 или 32	24 или 42	35 или 53	45 или 54	15 или 51	23 или 32
17	32	22	23	13	12	12	33
18	41	41	12	13	14	14	42
19	21	92234	01	2934	1516	3327	24397
20	1,5	5	78	1,6	2	3	32
21	12	23	12	32	32	23	31
22	4,60,1	4,50,1	7483	241	2243	102	1905
23	25 или 52	15 или 51	25 или 52	45 или 54	14 или 41	24 или 42	24 или 42
24	235	245	15	13	235	13	235

Задания	Варианты						
	8	9	10	11	12	13	14
1	8	1	60	-60	1,5	2	5
2	319	9	0,25	45	8	2	100
3	2000	6	4	9	60	0,15	1,6
4	60	18	0,2	0,75	0,9	40	0,75
5	23 или 32	45 или 54	15 или 51	24 или 42	14 или 41	34 или 43	23 или 32
6	31	13	21	21	11	22	32
7	32	24	14	12	41	42	34
8	4	8	25	200	6	1,5	18
9	1,2	6	40	50	160	200	2
10	0,75	4	260	100	100	80	120
11	45 или 54	24 или 42	15 или 51	25 или 52	15 или 51	34 или 43	23 или 32
12	31	31	24	14	21	22	11
13	вниз	влево	вверх	вниз	вниз	вниз	вверх
14	1	2,5	1,5	3	3	7,5	30
15	4	4	3	2	60	120	1
16	45 или 54	13 или 31	25 или 52	15 или 51	24 или 42	35 или 53	14 или 41
17	22	13	23	13	32	22	22
18	14	43	12	43	13	24	31
19	11	10	1113	56	56	47	1113
20	0,3	750	4	50	52	26	3
21	23	22	13	23	32	31	31
22	261	0,600,05	0,900,01	0,500,01	1502	1501	1,40,1
23	14 или 41	35 или 53	12 или 21	15 или 51	45 или 54	25 или 52	34 или 43
24	35	134	15	14	24	23	14

Решение заданий части 2

Возможные решения

Вариант 1

25. $Q_1 = I^2 R_1 t_1$ — количество теплоты, выделившееся на первом резисторе.

Откуда $I^2 = \frac{Q_1}{R_1 t_1}$.

Так как резисторы соединены последовательно, то через R_2 течет ток той же силы, значит, $Q_2 = I^2 R_2 t_2$.

$$t_2 = \frac{Q_2}{I^2 R_2} = \frac{Q_2 R_1}{Q_1 R_2} t_1 = \frac{60 \cdot 1}{24 \cdot 3} \cdot 60 = 50 \text{ с.}$$

Ответ: 50 с.

26. $d \sin \varphi = m \lambda$, где d — период решетки, φ — угол дифракции, m — порядок максимума, λ — длина волны света.

Максимальный угол дифракции $\approx 90^\circ$, тогда

$$m_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{1 \text{ мм}}{N \lambda} = \frac{10^{-3}}{100 \cdot 650 \cdot 10^{-9}} \approx 15,38.$$

Так как m — целое число, то $m_{\max} = 15$.

Ответ: 15.

27. Согласно первому закону термодинамики количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A : $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объем. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

Поскольку на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объем постоянен (изохорный процесс), следовательно, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растет. Согласно закону Шарля температура газа также растет, а значит, его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Следовательно, $Q > 0$ и газ получает тепло.

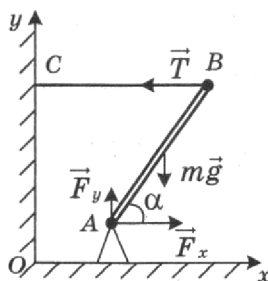
На участке 2–3 концентрация газа уменьшается, значит, его объем увеличивается и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

28. Скорость камня, брошенного под углом к горизонту, направлена горизонтально в верхней точке, которая является серединой траектории, поэтому

$$t = \frac{l}{v_x} = \frac{10}{10} = 1 \text{ с.}$$

Ответ: 1 с.

29. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy .



Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T \cdot l \sin \alpha = 0, \quad (1)$$

где l — длина стержня.

$$F_x - T = 0, \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0. \quad (3)$$

Модуль силы реакции шарнира $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$.

Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha$. Окончательно получим

$$F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} = 1 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} \approx 11,2 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} \approx 11,2 \text{ Н.}$

30. Так как сосуд теплоизолирован и начальные температуры газов одинаковы, то после установления равновесия температура в сосуде будет равна первоначальной, а гелий равномерно распределится по всему сосуду. После установления равновесия в системе в каждой части сосуда окажется по 1 моль гелия: $\nu_1 = 1$. В результате в сосуде с аргоном окажется 3 моль смеси: $\nu_2 = \nu_1 + \nu = 3$. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре и количеству молей:

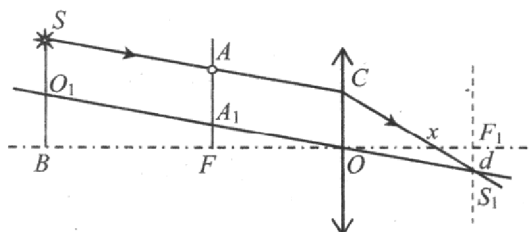
$$U = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 RT_1, \quad U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT_2.$$

Запишем условие термодинамического равновесия: $T_1 = T_2$.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}, \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}.$$

Ответ: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}$.

31. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в ее фокальной плоскости; луч O_1OS_1 , прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.



Луч SAC , принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1 , после преломления пересечет луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO .

Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

Луч CS_1 пересечет главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников $\triangle OCx$ и $\triangle xF_1S_1$.

Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F \left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников $\triangle O_1BO$ и $\triangle A_1FO$ и составим пропорцию $\frac{H - (h - d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H - h}{b - F} F$.

После подстановки получаем:

$$H = \frac{h}{F^2} [Fb - x(b - F)] = \frac{4}{400} \cdot [20 \cdot 60 - 16 \cdot 40] = 5,6 \text{ см.}$$

Ответ: $H = 5,6 \text{ см.}$

32. Для того чтобы электроны отклонялись на восток, должно выполняться следующее неравенство:

$$F_{\text{Э}} > F_{\text{Л}}. \quad (1)$$

Модуль силы, действующей со стороны электрического поля,

$$F_{\text{Э}} = e \cdot E. \quad (2)$$

Модуль силы Лоренца равен

$$F_{\text{Л}} = evB. \quad (3)$$

Скорость самых быстрых электронов определяется из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}. \quad (4)$$

Из соотношений (1)–(4) получим:

$$A > h\nu - \frac{mE^2}{2B^2} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,2 \cdot 10^{14} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^{-6}} \approx 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 2,3 \text{ эВ}.$$

Ответ: $A > A_0 \approx 2,3 \text{ эВ}$.

Вариант 2

25. $Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V,$

$$A = p \Delta V.$$

Тогда $Q = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \cdot 400 = 1000 \text{ Дж}.$

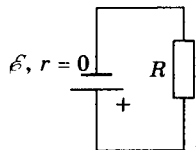
Ответ: 1000 Дж.

26. По закону Ампера

$$F = IB \sin \alpha = 3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot \sin 30^\circ = 0,6 \text{ Н}.$$

Ответ: 0,6 Н.

27. Показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим. (Иными словами, идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.) Поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю; и, следовательно, напряжение на выводах реостата $U_{\text{реостат}} = I_{\text{реостат}} \cdot R_{\text{реостат}} = 0$. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R . Эквивалентная схема для расчета напряжения на резисторе R представлена ниже. Здесь учтено, что идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.



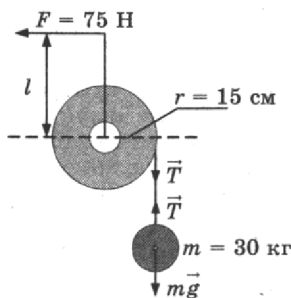
Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$, а напряжение на резисторе —

законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

28. Силы, действующие на груз и ворот, показаны на рисунке.

$$\begin{cases} mg - T = 0; \\ F \cdot l = T \cdot r. \end{cases}$$



Тогда $l = \frac{mgr}{F} = \frac{30 \cdot 10 \cdot 0,15}{75} = 0,6 \text{ м}.$

Ответ: 0,6 м.

29. Систему отсчета, связанную с Землей, считаем инерциальной. Тогда при равномерном движении тележки сила сопротивления равна по модулю силе тяжести груза: $F_{\text{сопр}} = mg$. Согласно второму закону Ньютона ус-

корение груза и тележки после толчка влево соответственно: $a_{\Gamma} = \frac{mg - T}{m}$, $a_{\tau} = \frac{T + F_{\text{сопр}}}{M}$, где T — сила натяжения нити.

Нить нерастяжима, следовательно, $a_{\Gamma} = a_{\tau}$ и $\frac{T + F_{\text{сопр}}}{M} = \frac{mg - T}{m}$, откуда: $T = \frac{mMg - mF_{\text{сопр}}}{m + M}$.

Учитывая, что $F_{\text{сопр}} = mg$, получаем: $T = \frac{M-m}{m+M} \cdot mg = 0,8mg$.

Тогда $a_T = \frac{2mg}{m+M} = \frac{2mg}{10m} = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $a_T = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

30. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{\text{нагр}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдает холодильнику количество теплоты $|Q_{\text{хол}}| = U_2 - U_3$.

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = U_1 - U_3$.

Поэтому работу внешних сил на адиабате $|A_{31}|$ можно представить в виде:

$$|A_{31}| = U_1 - U_3 = (U_2 - U_3) - (U_2 - U_1) = |Q_{\text{хол}}| - (U_2 - U_1).$$

Модель одноатомного идеального газа:

$$\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Судя по рисунку в условии задачи, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = 2p_0$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0,$$

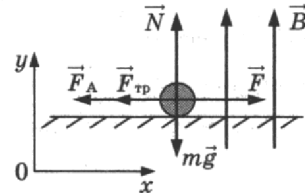
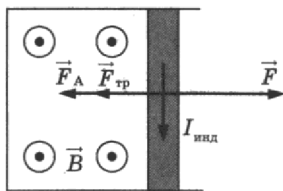
$$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

В результате $|A_{31}| = |Q_{\text{хол}}| - (U_2 - U_1) = |Q_{\text{хол}}| - 3A_{12} = 370 \text{ Дж}$.

Ответ: $|A_{31}| = |Q_{\text{хол}}| - 3A_{12} = 370 \text{ Дж}$.

31. При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = BVl$, где B — индукция магнитного поля; V и l — соответственно скорость и длина перемычки.



Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BVl}{R}$,

где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовал увеличению магнитного потока при движении перемычки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}} l = \frac{B^2 l^2 V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Второй закон Ньютона в проекциях на оси декартовой системы координат имеет вид:

$Ox: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A$; $Oy: 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения равна $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$.

В итоге получаем:

$$V = \frac{(F - \mu mg) R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,1 \cdot 1,5)^2} = 4 \text{ м/с}.$$

Ответ: $V = \frac{(F - \mu mg) R}{(Bl)^2} = 4 \text{ м/с}$.

32. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}. \quad (1)$$

Фотоэлектроны, влетевшие в электрическое поле \vec{E} , будут тормозиться им и, пройдя тормозной путь d , остановятся, затем начнут двигаться обратно.

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU = eEd, \quad (2)$$

где e — модуль заряда электрона.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,7 \cdot 10^{14} - 1,89 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100} \approx 8,7 \text{ мм.}$$

Ответ: $d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} \approx 8,7 \text{ мм.}$

Вариант 3

25. $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{5}{3+2} = 1 \text{ А.}$

Ответ: 1 А.

26. По формуле тонкой линзы:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

$$b = \frac{a}{aD - 1} = \frac{0,3}{0,3 \cdot 10 - 1} = 0,15 \text{ м.}$$

Ответ: 0,15 м.

27. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ ,

т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

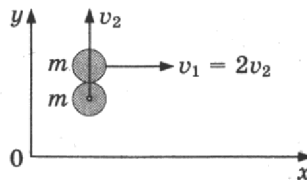
Сила тока I , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции \mathcal{E} : $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

28. По закону сохранения импульса

$$0x: mv_1 = 2mv_x$$

$$0y: mv_2 = 2mv_y$$



откуда $v_x = \frac{v_1}{2} = v_2$,

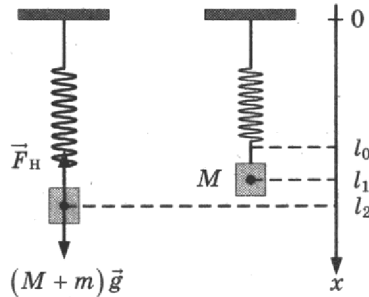
$$v_y = \frac{v_2}{2}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_2^2 + \frac{v_2^2}{4} = \frac{5}{4} v_2^2,$$

$$v_1 = 2v_2 = 2 \cdot v \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{4v}{\sqrt{5}} = \frac{4 \cdot 1,5}{\sqrt{5}} \approx 2,7 \text{ м/с.}$$

Ответ: 2,7 м/с.

29. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.



В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии $\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1)$, где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъема оставшейся части груза.

В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

С учетом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим

$$m = \frac{hk}{2g} = \frac{0,03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{hk}{2g} = 0,6 \text{ кг.}$

30. Определим конечное состояние смеси лед — вода, для чего сравним количество теплоты Q_1 , необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2 , которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42\,000 \text{ Дж;}$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж.}$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0°C и начнет кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лед, воде при 0°C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0,2 = 66\,000 \text{ Дж.}$

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 \text{ Дж} < 8400 \text{ Дж} + 66\,000 \text{ Дж} = 74\,400 \text{ Дж}$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лед и в сосуде установится конечная температура $t_k = 0^\circ\text{C}$.

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0.$$

Таким образом, масса кристаллизовавшейся воды:

$$m_3 = -\frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = -\frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0,2 \cdot 10}{330\,000} \approx 0,1 \text{ кг.}$$

В итоге получаем, что после установления теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_3 \approx 1 + 0,1 = 1,1 \text{ кг}$ льда.

Ответ: $M = m_1 + m_3 \approx 1,1 \text{ кг.}$

31. Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи равно $R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому показание амперметра

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Показание вольтметра:

$$U_1 = I_1 \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}.$$

В схеме 2 напряжение на вольтметре равно \mathcal{E} , так как внутреннее сопротивление источника равно нулю.

Поэтому $U_2 = \mathcal{E}$ и $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$

Отсюда:

$$U_1 = U_2 \cdot \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = U_2 \cdot \frac{\frac{9}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{9}{10}} = \frac{9}{10} U_2.$$

Ответ: $U_1 = 0,9 \cdot U_2.$

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu = h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, $E_{\text{кин}}$ — максимальная кинетическая энергия электронов.

$$E_{\text{кин}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}, \text{ где } m_e \text{ — масса электрона, } v_{\text{max}} \text{ — его максимальная скорость.}$$

Объединяя оба уравнения, получим:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Ответ: $p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Вариант 4

25. $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \Delta p V$

Откуда $\Delta p = \frac{2\Delta U}{3V} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 10^3}{3 \cdot 0,6} = 20 \cdot 10^3 \text{ Па.}$

Ответ: 20 кПа.

26. $\left. \begin{aligned} I &= \frac{\mathcal{E}_i}{R} \\ \mathcal{E}_i &= Bvl \end{aligned} \right\} I = \frac{Bvl}{R} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 0,1}{2} = 0,01 \text{ А.}$

Ответ: 0,01 А.

27. При изменении света с желтого на зеленый его длина волны уменьшится, частота увеличится ($\nu_3 > \nu_{\text{ж}}$). Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$ — увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов $E_{\text{кин}}$. Так как $E_{\text{кин}} = e|U_3|$, то увеличится и модуль запирающего напряжения U_3 .

Мощность поглощенного света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_{\phi} E_{\phi} = N_{\phi} h\nu$, где N_{ϕ} — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_{\phi} = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов E_{ϕ} увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.

Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов N_e , которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.

28. $S = v_0 t - \frac{at^2}{2},$

$$v = \frac{v_0}{3} = v_0 - at, \text{ где } a \text{ — модуль ускорения тела, } v_0 \text{ — его начальная скорость.}$$

Откуда $v_0 = \frac{3S}{2t} = \frac{3 \cdot 20}{2 \cdot 2} = 15 \text{ м/с.}$

Ответ: 15 м/с.

29. Период обращения спутника по низкой круговой орбите равен $T = \frac{2\pi R}{v}$, где R — радиус планеты, v — скорость движения спутника (первая космическая скорость).

$$\text{Тогда: } \frac{T_{\text{П}}}{T_3} = \frac{\frac{2\pi R_{\text{П}}}{v_{\text{П}}}}{\frac{2\pi R_3}{v_3}} = \frac{R_{\text{П}} v_3}{R_3 v_{\text{П}}}.$$

Спутники движутся по окружностям под действием силы тяготения:

$$G \frac{M_{\text{П}} \cdot m}{R_{\text{П}}^2} = m \frac{v_{\text{П}}^2}{R_{\text{П}}} \text{ и } G \frac{M_3 \cdot m}{R_3^2} = m \frac{v_3^2}{R_3}, \text{ где } M_{\text{П}}, M_3 \text{ и } m \text{ — соответственно массы Плутона, Земли и спутника.}$$

$$\text{Отсюда } R_{\text{П}} = \frac{GM_{\text{П}}}{v_{\text{П}}^2} \text{ и } R_3 = \frac{GM_3}{v_3^2}.$$

Массы планет $M_{\text{П}} = \rho \cdot V_{\text{П}}$ и $M_3 = \rho \cdot V_3$. При этом $V \sim R^3$.

$$\text{Следовательно, } \frac{v_{\text{П}}}{v_3} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{П}} R_{\text{П}}^2}{\rho_3 R_3^2}}.$$

$$\text{Поскольку плотности равны, } \frac{v_{\text{П}}}{v_3} = \frac{R_{\text{П}}}{R_3} = 2 \Rightarrow \frac{T_{\text{П}}}{T_3} = 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{T_{\text{П}}}{T_3} = 1.$$

30. Шар поднимет груз при условии равенства силы тяжести и силы Архимеда: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho Vg$, где M и m — соответственно масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ — масса нагретого воздуха в шаре, ρ — плотность окружающего воздуха.

Откуда получим:

$$M + m = m_0 - m_{\text{ш}}. \quad (1)$$

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева;

$$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_0}{\mu} RT_0, \text{ где } \mu \text{ — молярная масса воздуха, } T_{\text{ш}} \text{ и } T_0 \text{ — температуры воздуха соответственно}$$

внутри и вне шара, $m_0 = \rho V$ — начальная масса воздуха в шаре. Отсюда: $m_{\text{ш}} = \rho V \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}$.

$$\text{Подставляем полученные выражения в (1): } M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right).$$

$$\text{Следовательно, } \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right) = \frac{M + m}{\rho V}.$$

$$\text{Окончательно получим: } T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 350 \cdot 0,8 = 280 \text{ К} = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\text{Ответ: } T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

31. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.

В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединенными параллельно.

Тогда их общая емкость $C_0 = C_1 + C_2$.

По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 U$.

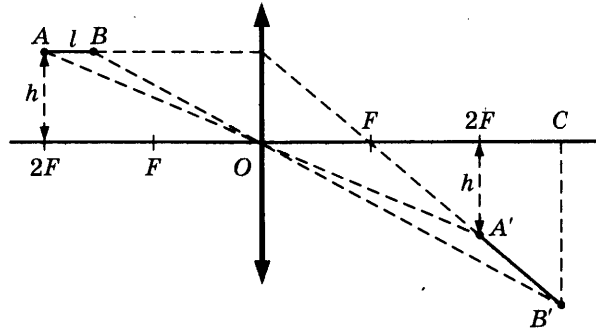
По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}.$$

$$\text{Откуда получим: } Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = 30 \text{ мДж.}$$

32. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.



Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то ее изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы, и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h .

Длина изображения $A'B'$ $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}$.

Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60$ см.

$\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30$ см.

Окончательно получим: $L = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25$ см.

Ответ: $L = 25$ см.

Вариант 5

25. $Q = \Delta U + A;$

$A = p\Delta V;$

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} A;$

$Q = \Delta U + \frac{2}{3} \Delta U = \frac{5}{3} \Delta U;$

$\Delta U = \frac{3}{5} Q = \frac{3}{5} \cdot 100 = 60$ Дж.

Ответ: 60 Дж.

26. $F_A = B \cdot I l \sin \alpha;$

$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}.$

Тогда $F_A = \frac{BUS}{\rho} \sin 90^\circ = \frac{1 \cdot 2,4 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{0,12} = 0,4$ Н.

Ответ: 0,4 Н.

27. Заряд Q , сообщенный пластине, соединенной со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине. На заземленном корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.

Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{Q}{C}$.

Внесение пластины из диэлектрика увеличивает емкость конденсатора, так как $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$.

Суммарный заряд стержня электрометра и соединенной с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. При этом заряд пластины остается практически равным Q . Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается: $U = \frac{Q}{C'}$, что приведет к уменьшению угла отклонения стрелки.

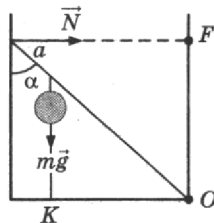
Ответ: угол отклонения стрелки уменьшится.

28. Запишем правило моментов относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка:

$mg \cdot OK = N \cdot OF,$

$$OK = (l - a) \sin \alpha,$$

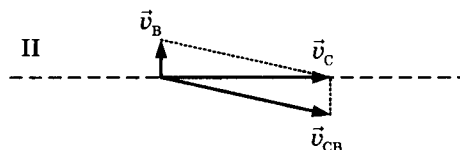
$$OF = l \cos \alpha.$$



Тогда $N = mg \left(\frac{l-a}{l} \right) \operatorname{tg} \alpha = 2 \cdot 10 \frac{1-0,25}{0,25} \cdot 1 = 15 \text{ Н}.$

Ответ: 15 Н.

29. Расстояние между городами, исходя из данных для перелета в первом случае (см. рисунок I): $s = (v_{\text{св}} + v_{\text{в}}) t_1$, где $v_{\text{св}}$ — скорость самолета относительно воздуха.



Закон сложения скоростей в векторном виде для перелета во время бокового ветра: $\vec{v}_c = \vec{v}_{\text{св}} + \vec{v}_в$, где \vec{v}_c и $\vec{v}_в$ — соответственно скорость самолета относительно Земли и скорость ветра. Выражение для скорости самолета относительно Земли во втором случае имеет вид: $v_c = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2}$ (см. рисунок II).

Расстояние между городами во втором случае $s = v_c t_2 = \sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2} \cdot t_2$.

Следовательно, $\sqrt{v_{\text{св}}^2 - v_{\text{в}}^2} \cdot t_2 = (v_{\text{св}} + v_{\text{в}}) t_1$.

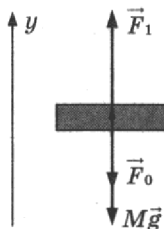
Возводя это уравнение в квадрат, получим квадратное уравнение относительно $v_{\text{в}}$:

$$v_{\text{св}}^2 (t_2^2 - t_1^2) - 2v_{\text{св}} \cdot v_{\text{в}} t_1^2 - v_{\text{в}}^2 (t_2^2 + t_1^2) = 0.$$

Выбираем его положительный корень: $v_{\text{в}} = v_{\text{св}} \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 + t_1^2} = 72 \text{ км/ч}.$

Ответ: $v_{\text{в}} = v_{\text{св}} \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 + t_1^2} = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}.$

30. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъема поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем: $F_1 - F_0 - Mg = 0$, или $p_1 S - p_0 S - Mg = 0$.



Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.

Используем модель одноатомного идеального газа: $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h$, а в конечном состоянии

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 S H = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H.$$

Процесс движения поршня идет при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S(H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$Q = \frac{3}{2}(p_0 S + Mg)H - \frac{3}{2}p_0 S h + (p_0 S + Mg)(H - h) = \frac{3}{2}Mgh + \frac{5}{2}(Mg + p_0 S) \cdot (H - h).$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2}Mgh + \frac{5}{2}(Mg + p_0 S) \cdot (H - h).$

31. Количество теплоты согласно закону Джоуля–Ленца:

$$Q = I^2 R t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затрачивается на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

c — удельная теплоемкость алюминия; S — площадь поперечного сечения; l — длина проводника, m — масса проводника, равная

$$m = \rho l S. \quad (3)$$

Сопrotивление проводника $R = \frac{\rho_{уд} l}{S}$. (4)

Из (1)–(4) получаем: $I = \sqrt{\frac{\Delta T c \rho S^2}{\rho_{уд} t}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 900 \cdot 2700 \cdot 4 \cdot 10^{-12}}{2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 15}} \approx 16 \text{ А}.$

Ответ: $I = \sqrt{\frac{\Delta T c \rho S^2}{\rho_{уд} t}} \approx 16 \text{ А}.$

32. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

Т. е. $\lambda_0 = \lambda_{41}$, и $\nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 10^{-7}} = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$

Имеем: $\nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{42}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)};$

$$\nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,45 \cdot 10^{-7}} \approx 0,55 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = 1 \cdot 10^{15} \text{ Гц}, \quad \lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{15}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$

Вариант 6

25. По формуле Томпсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$, где T — период колебаний, L — индуктивность контура, C — емкость конденсатора.

Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{q_{\max}^2}{2C}, \text{ откуда } I_{\max} = \frac{q_{\max}}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi q_{\max}}{T}.$$

Тогда $\frac{I_{\max 2}}{I_{\max 1}} = \frac{2\pi q_{\max 2} \cdot T_1}{T_2 \cdot 2\pi q_{\max 1}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{9 \cdot 10^{-8}}{3 \cdot 10^{-8}} = 3.$

Ответ: 3.

26.
$$\left. \begin{aligned} h\nu_1 &= h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{K \max 1} \\ h\nu_2 &= h \frac{c}{2\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{K \max 2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = E_{K \max 1} - E_{K \max 2};$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 2\Delta E_k = 7 \text{ эВ}.$$

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda} - E_{K \max 1} = 7 \text{ эВ} - 4,5 \text{ эВ} = 2,5 \text{ эВ}.$$

Ответ: 2,5 эВ.

27. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

28. $E_{\Pi} = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где k — жесткость пружины маятника.

$$E_{\Pi \max} = \frac{kA^2}{2}.$$

Согласно условию $\frac{kA^2}{4} = \frac{kA^2}{2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t_1\right)$.

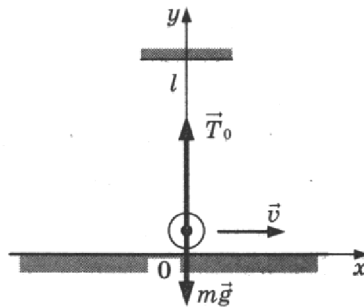
Откуда $\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t_1\right) = \frac{1}{2}$.

$$\frac{2\pi}{T}t_1 = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t_1 = \frac{T}{8} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ с.}$$

Ответ: 0,125 с.

29. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью \vec{v} . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчета Oxy , связанной

с Землей: $\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg$, откуда $v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}$.



При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью \vec{v} , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем: $mv = (M + m)u$, где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось.

Отсюда: $u = \frac{m}{M + m}v = \frac{m}{M + m} \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l} = \frac{0,3}{1,5 + 0,3} \sqrt{\left(\frac{6}{0,3} - 10\right) \cdot 0,9} = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ м/с.}$

Ответ: $u = 0,5$ м/с.

30. Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для водорода и гелия в смеси:

$$p_{\text{H}_2} V = \frac{m_{\text{H}_2}}{\mu_{\text{H}_2}} RT; \tag{1}$$

$$p_{\text{He}} V = \frac{m_{\text{He}}}{\mu_{\text{He}}} RT. \tag{2}$$

Согласно закону Дальтона давление смеси:

$$p = p_{\text{H}_2} + p_{\text{He}}. \tag{3}$$

Кроме того, масса смеси

$$m = m_{\text{H}_2} + m_{\text{He}}. \tag{4}$$

Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

$$\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{He}}} = \frac{\frac{pV}{RT} - \frac{m}{\mu_{\text{He}}}}{\frac{m}{\mu_{\text{H}_2}} - \frac{pV}{RT}} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3} - \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300}} \approx 1,5.$$

Ответ: $\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{He}}} \approx 1,5$.

31. Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля: $F_{эл} = Eq$.
Второй закон Ньютона: $F_{эл} = ma$, или $Eq = ma$.

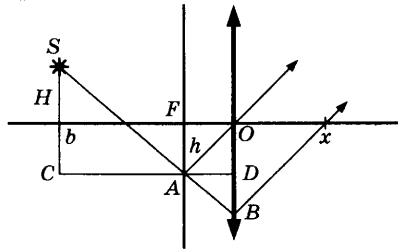
Проекция ускорения тела на вертикальную ось Oy : $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{d}{t^2}$, где d — расстояние между пластинами, t — время пролета частицы через конденсатор.

Проекция скорости частицы на горизонтальную ось Ox : $v = \frac{l}{t}$, где l — длина пластин конденсатора.

$$\text{Отсюда } d = \frac{Eq l^2}{mv^2} = \frac{5200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3,5^2 \cdot 10^{10}} \approx 0,01 \text{ м.}$$

Ответ: $d \approx 0,01$ м.

32. Проведем луч SA до пересечения с плоскостью линзы (точка B на расстоянии $y = OB$ от центра линзы O). Проведем через точку A отрезок $CD \parallel OF$.



Из подобия $\triangle ACS$ и $\triangle ABD$ следует: $\frac{H+h}{b-F} = \frac{y-h}{F}$,

$$\text{откуда: } y = h + F \frac{H+h}{b-F} = \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{50} = 7,6 \text{ см.}$$

Из точки A проведем луч AO , который проходит линзу, не преломляясь. Точка A является побочным фокусом линзы, поэтому лучи AO и AB , пройдя линзу, идут параллельно друг другу.

Из подобия $\triangle AFO$ и $\triangle BOx$ следует: $\frac{h}{F} = \frac{y}{x}$,

$$\text{откуда: } x = y \frac{F}{h} = \frac{F}{h} \cdot \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{20}{4} \cdot \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{70 - 20} = 38 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 38$ см.

Вариант 7

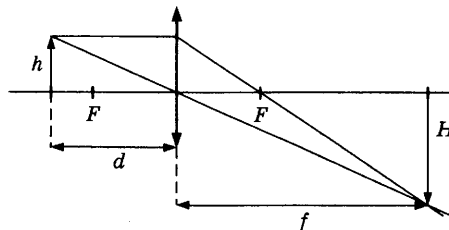
25. Так как лед и вода находятся в равновесии, значит, $t_0 = 0$ °С.
Уравнение теплового баланса:

$\lambda \cdot m_{л} = c \cdot m_6 (t - t_0)$, где λ — удельная теплота плавления льда;

$$m_6 = \frac{\lambda \cdot m_{л}}{c(t - t_0)} = \frac{3,3 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{500 \cdot (339 - 273)} = 0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г.}$$

Ответ: 50 г.

- 26.



$\frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \Gamma$ — увеличение предмета.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f},$$

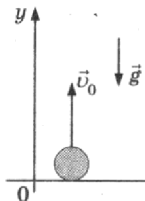
$$f = \frac{Fd}{d-F},$$

$$\text{тогда } \Gamma = \frac{F}{d-f} = \frac{4}{5-4} = 4$$

Ответ: 4.

27. Вследствие электризации шарик приобретет тот же заряд, что и пластина, на которой он лежит, — отрицательный. Отрицательно заряженный шарик будет отталкиваться от нижней и притягиваться к верхней пластине. Согласно второму закону Ньютона шарик приобретет ускорение, направленное вверх. Он поднимется к положительно заряженной пластине и, коснувшись ее, поменяет знак заряда. В результате он начнет отталкиваться от верхней пластины и притягиваться к нижней: шарик вернется к первой пластине и вновь поменяет знак своего заряда на отрицательный. Такое движение вверх-вниз будет повторяться. *Ответ:* шарик начнет двигаться вверх, а затем он будет колебаться между верхней и нижней пластинами.

28.



$$y = y_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2},$$

$$s = y - y_0,$$

$$y_0 = 0, \text{ тогда } s = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 20 \cdot 3 - \frac{10 \cdot 9}{2} = 15 \text{ м.}$$

Ответ: 15 м.

29. Пусть скорость кубика на высоте h равна v , а в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равна нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии $mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh$, откуда $v^2 = 2g(H - h)$. (1)

Когда кубик находится на высоте h , на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры \vec{N} . Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление (Ox на рисунке):

$$mg \cos \alpha + N = \frac{mv^2}{R}, \quad (2)$$

где $\frac{v^2}{R} = a_n$ — центростремительное ускорение кубика в этой точке.

По третьему закону Ньютона $N = F$.

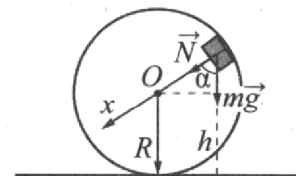
Из рисунка видно, что $\cos \alpha = \frac{h - R}{R}$.

$$\text{Из выражений (2) получим: } R = \frac{m(gh - v^2)}{mg - F}.$$

Подставив полученное значение v^2 из (1), найдем:

$$R = \frac{mg(3h - 2H)}{mg - F} = \frac{1 \cdot 10 \cdot (3 \cdot 2,5 - 2 \cdot 3)}{1 \cdot 10 - 2,5} = 2,0 \text{ м.}$$

Ответ: $R = 2,0$ м.



30. Коэффициент полезного действия тепловой машины $\eta = \frac{A_{ц}}{Q^+} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+}$, где $A_{ц}$ — работа, совершенная за цикл; Q^+ — количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; $|Q^-|$ — количество теплоты, отданное за цикл холодильнику.

В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдает в изохорном. В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа: $Q^+ = A$. Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом, равно изменению его внутренней энергии: $|Q^-| = \frac{3}{2} \nu R |\Delta T|$.

Подставляя второе и третье соотношения в первое, получаем искомую работу, совершенную газом в изотермическом процессе.

$$\text{Ответ: } A = \frac{3\nu R |\Delta T|}{2(1 - \eta)}.$$

31. Резисторы R_1 и R_3 , R_2 и R_4 соединены друг с другом последовательно, а пары соединены между собой параллельно. В связи с этим общее сопротивление внешней цепи

$$R_0 = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(4 + 6)(6 + 9)}{4 + 6 + 6 + 9} = 6 \text{ Ом.}$$

Согласно закону Ома для полной цепи общий ток, протекающий во внешней цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{20}{6 + 2} = 2,5 \text{ А.}$$

Напряжение на внешней цепи $U = IR_0 = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ В}$.

Токи в ветвях рассчитываются по закону Ома для участка цепи, в частности:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{15}{4 + 6} = 1,5 \text{ А.}$$

Мощность, выделяемая на резисторе R_3 , $N_3 = I_1^2 R_3 = 1,5^2 \cdot 6 = 13,5 \text{ Вт}$.

Ответ: $N_3 = 13,5 \text{ Вт}$.

32. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т. е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0, \text{ где } V \text{ — объем контейнера; } T_0 \text{ — абсолютная температура в нем; } m_1 \text{ и } \mu_1 \text{ — соответственно}$$

масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада: $N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где

$N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ — соответственно начальная масса полония и его мо-

лярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония:

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}; \text{ следовательно, } \frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right).$$

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2 \text{ г}$.

Вариант 8

25. $Q = \Delta U + A$,

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} p \Delta V = \frac{3}{2} A,$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} A = \frac{5}{2} \cdot 2 = 5 \text{ кДж.}$$

Ответ: 5 кДж.

26. $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$,

$$\mathcal{E}_i = \nu Bl.$$

$$\text{Тогда } \nu = \frac{IR}{Bl} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{0,4 \cdot 0,2} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1 м/с.

27. Поршень сдвинется вверх. Температура газа в сосуде понизится.

Пусть масса поршня M , а площадь его основания S . Атмосферное давление над поршнем равно $p_{\text{атм}}$, первоначальное давление газа в сосуде равно p_1 . Поскольку поршень первоначально находится в равновесии,

$$p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}.$$

При движении лифта с ускорением \vec{a} , направленным вниз, поршень сдвинется и займет относительно сосу-

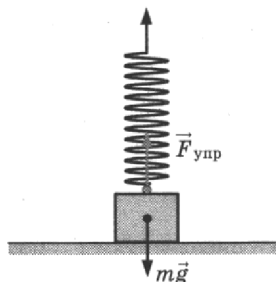
да новое положение равновесия, в котором давление газа в сосуде станет равным $p_2 = p_{\text{атм}} + \frac{M(g - a)}{S} < p_1$.

Поскольку сосуд теплоизолирован и изменения числа частиц нет, уменьшение давления возможно только за счет расширения газа. При этом газ совершает работу $A > 0$.

Поскольку сосуд теплоизолированный, газ, находящийся под поршнем, участвует в адиабатическом процессе. В этом случае, по первому закону термодинамики, газ совершает работу за счет уменьшения внутренней энергии.

Уменьшение внутренней энергии газа повлечет за собой понижение его температуры $\left(\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T\right)$.

28.



В момент отрыва $N = 0$, тогда $F_{\text{упр}} - mg = 0$,

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x.$$

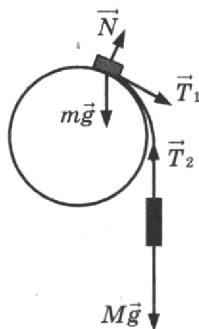
Откуда $k = \frac{mg}{\Delta x}$.

Тогда $E_{\text{п}} = \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mg \cdot \Delta x}{2} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 0,02}{2} = 0,04$ Дж.

Ответ: 0,04 Дж.

29. Будем считать систему отсчета, связанную с Землей, инерциальной.

На рисунке показан момент, когда груз m еще скользит по сфере. Из числа сил, действующих на грузы, силы тяжести $m\vec{g}$ и $M\vec{g}$ потенциальны, а силы натяжения нити \vec{T}_1 и \vec{T}_2 , а также сила реакции опоры \vec{N} — непотенциальны. Поскольку нить легкая и трения нет, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. Сила \vec{T}_1 направлена по скорости \vec{v}_1 груза m , а сила \vec{T}_2 — противоположно скорости \vec{v}_2 груза M . Модули скоростей грузов в один и тот же момент времени одинаковы, поскольку нить нерастяжима. По этим причинам суммарная работа сил \vec{T}_1 и \vec{T}_2 при переходе в данное состояние из начального равна нулю. Работа силы \vec{N} также равна нулю, так как из-за отсутствия трения $\vec{N} \perp \vec{v}_1$.

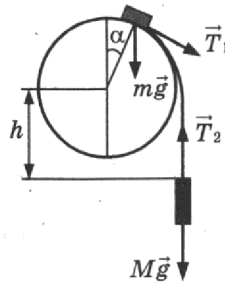


Таким образом, сумма работ всех непотенциальных сил, действующих на грузы m и M , равна нулю. Поэтому в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, механическая энергия системы этих грузов сохраняется.

Найдем модуль скорости груза m в точке его отрыва от поверхности сферы. Для этого приравняем друг к другу значения механической энергии системы грузов в начальном состоянии и в состоянии, когда груз m находится в точке отрыва (потенциальную энергию грузов в поле тяжести отсчитываем от уровня центра сферы, в начальном состоянии груз M находится ниже центра сферы на величину h_0):

$$mgR - Mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha + \frac{Mv^2}{2} + Mg(-h), \text{ где } R - \text{ радиус трубы, } h - h_0 = R \frac{\pi}{6}.$$

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{\frac{2gR \left[m(1 - \cos \alpha) + M \frac{\pi}{6} \right]}{m + M}}.$$



Груз m в точке отрыва еще движется по окружности радиусом R , но уже не давит на сферу. Поэтому его центростремительное ускорение вызвано только силой тяжести, так как сила \vec{T}_1 направлена по касательной к сфере (см. рисунок): $m \frac{v^2}{R} = mg \cos \alpha$.

Подставляя сюда значение v , получим $\frac{2}{m+M} \left[m(1 - \cos \alpha) + M \frac{\pi}{6} \right] = \cos \alpha$.

$$\text{Отсюда } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} = 100 \text{ г} \cdot \frac{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 2}{\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 330 \text{ г}.$$

$$\text{Ответ: } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} \approx 330 \text{ г}.$$

30. При $t = 100^\circ \text{C}$ давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па. При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счет конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1 \text{ сух}}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.

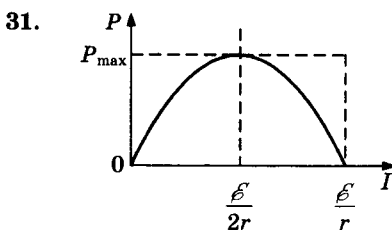
Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_1 = p_{1 \text{ сух}} + \varphi p_0, \\ p_2 = n p_1 = k p_{1 \text{ сух}} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1 \text{ сух}}$, получим уравнение $n p_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0$,

$$\text{откуда: } \varphi = \frac{(k-n)p_1 + p_0}{k p_0} = \frac{(4-3) \cdot 1,8 \cdot 10^5 + 10^5}{4 \cdot 10^5} = \frac{2,8}{4} = 0,7.$$

Ответ: $\varphi = 70\%$.



Мощность, выделяемая на реостате, $P = IU = I(\mathcal{E} - Ir)$.

График $P(I)$ — парабола ветвями вниз. Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$:

$$I_1 = 0; I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ и равен

$$P_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5 \text{ Вт. Отсюда: } r = \frac{\mathcal{E}^2}{4P_{\text{max}}} = 2 \text{ Ом}.$$

Ответ: $r = 2 \text{ Ом}$.

32. Запишем выражение для энергии фотона: $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$.

Найдем энергию всех фотонов, излучаемых за время t :

$$E = \frac{hc}{\lambda} \cdot N \cdot \frac{t}{\tau}, \text{ где } N \text{ — число фотонов, излучаемых за } \tau = 1 \text{ с.}$$

Найдем количество теплоты, которое требуется для плавления льда и нагревания воды:

$$Q = mL + cm\Delta t, \text{ где } L \text{ — удельная теплота плавления льда, } c \text{ — удельная теплоемкость воды.}$$

Используем закон сохранения энергии с учетом коэффициента поглощения η :

$$\eta \cdot \frac{hc}{\lambda} \cdot N \cdot \frac{t}{\tau} = mL + cm\Delta t.$$

Отсюда получим ответ:

$$N = \frac{m(L + c\Delta t)\lambda\tau}{\eta hc} = \frac{1 \cdot (3,3 \cdot 10^5 + 4200 \cdot 100) \cdot 3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 1}{0,5 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 1,25 \cdot 10^4} = 2 \cdot 10^{20}.$$

Ответ: $N = 2 \cdot 10^{20}$.

Вариант 9

25.

n	p	n	$2p$
H_2		O_2	

$$\text{H}_2: p = nkT_1,$$

$$\text{O}_2: 2p = nkT_2,$$

$$\text{т. к. } \bar{E} = \frac{3}{2} kT, \text{ то } \frac{\bar{E}_{\text{O}_2}}{\bar{E}_{\text{H}_2}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{2p}{p} = 2.$$

Ответ: 2.

26.

$$m \frac{v^2}{R} = qvB, \text{ тогда } R = \frac{mv}{qB},$$

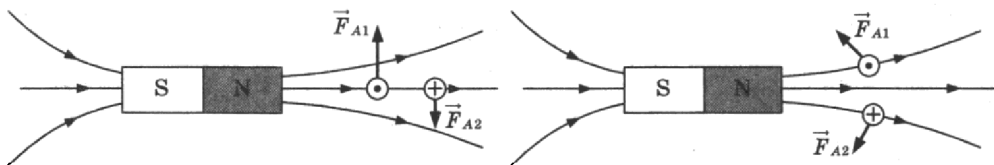
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v_1}{q_1 B} \cdot \frac{q_2 B}{m_2 v_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{v_1}{v_2} \cdot \frac{q_2}{q_1} = 2 \cdot 2 \cdot 4 = 16.$$

Ответ: 16.

27.

Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом — от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направленная вверх, а на правое звено — сила Ампера \vec{F}_{A2} , направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок).

Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера \vec{F}_{A1} и \vec{F}_{A2} обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).



Ответ: Рамка повернется по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.

28.

Так как 0,1 м — амплитуда колебаний шарика, то путь, равный 0,2 м, он пройдет за время, равное половине периода колебаний:

$$t = \frac{T}{2}, \text{ где } T = \frac{1}{\nu}.$$

$$\text{Откуда } \nu = \frac{1}{2t} = \frac{1}{2 \cdot 0,25} = 2 \text{ Гц.}$$

Ответ: 2 Гц.

29.

С помощью второго закона Ньютона выразим силу натяжения нити T_1 до погружения системы в жидкость: $mg - T_1 = 0$. (1)

То же — для случая, когда система погружена в жидкость, с учетом силы Архимеда:

$$mg - T_2 - \rho Vg = 0. \quad (2)$$

С помощью уравнений (1)–(2) можно найти изменение силы натяжения нити:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho Vg.$$

Ответ: $\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho Vg$.

30. Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа, совершенная газом в ходе изобарного расширения, равна

$$A = p\Delta V, \quad (3)$$

где ΔV — изменение объема газа.

Выразив эту работу с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева через приращение температуры газа, получим:

$$p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T. \quad (4)$$

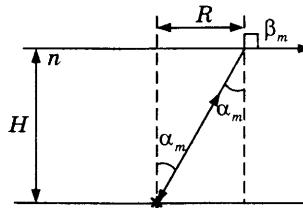
Решая систему уравнений (1)–(4), определим искомое изменение температуры: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} \approx 1 \text{ К}$.

Ответ: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} \approx 1 \text{ К}$.

31. Свет переходит из воды в воздух, поэтому угол преломления β больше угла падения света на поверхность воды α . Радиус светлого пятна на поверхности бассейна определяется по максимально возможному углу падения α_m : ему соответствует угол преломления $\beta_m = \frac{\pi}{2}$ (при больших углах падения не существует преломленного луча — наблюдается полное внутреннее отражение, α_m — предельный угол полного внутреннего отражения). Радиус светлого пятна связан с глубиной бассейна (см. рисунок):

$$R = H \operatorname{tg} \alpha_m = H \frac{\sin \alpha_m}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_m}}.$$

Чтобы светлого пятна не было видно, минимальный радиус плота должен быть равен радиусу светлого пятна.



По закону преломления $\sin \alpha_m = \frac{1}{n}$.

Окончательно получим:

$$H = R\sqrt{n^2 - 1} = 2,4\sqrt{\frac{16}{9} - 1} = 0,8 \cdot \sqrt{7} \approx 2,1 \text{ м}.$$

Ответ: $H \approx 2,1 \text{ м}$.

32. Выражение для давления света имеет следующий вид:

$$P = P_{\text{отр}} + P_{\text{погл}} = \frac{N_{\text{отр}} \Delta p_{\text{отр}} + N_{\text{погл}} \Delta p_{\text{погл}}}{S\Delta t}. \quad (1)$$

Это соотношение следует из закона изменения импульса $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$, определения давления $P = \frac{F_n}{S}$ (F_n — нормальная компонента силы, действующей на площадь S).

Формулы для изменения импульса фотона при отражении и поглощении лучей $\Delta p_{\text{отр}} = 2p$, $\Delta p_{\text{погл}} = p$; число отраженных $N_{\text{отр}} = 0,4N$ и поглощенных $N_{\text{погл}} = 0,6N$ фотонов.

Тогда выражение (1) принимает вид $P = \frac{1,4Np}{S\Delta t}$.

Для импульса фотона $p = \frac{h}{\lambda}$.

Выражение для длины волны излучения $\lambda = \frac{1,4Nh}{PS\Delta t}$.

Ответ: $\lambda = \frac{1,4 \cdot 5 \cdot 10^{14} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

Вариант 10

25. $pV = \frac{m}{\mu} RT$
 $p = \frac{mRT}{V \cdot \mu} = \frac{14 \cdot 8,31 \cdot 300}{16,62 \cdot 28 \cdot 10^{-3}} = 75 \cdot 10^3 \text{ Па} = 75 \text{ кПа.}$

Ответ: 75 кПа.

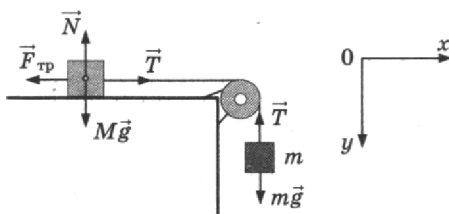
26. $F_A = IBl \sin \alpha, \alpha = 90^\circ$

$$I = \frac{F_A}{Bl} = \frac{0,2}{0,4 \cdot 0,1} = 5 \text{ А}$$

Ответ: 5 А.

27. При отодвигании магнита от витка будет уменьшаться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут сонаправлены с линиями индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен против часовой стрелки, а в цепи ламп — от А к Б. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 1, она и будет гореть.

28.



Силы, действующие на брусок и груз, показаны на рисунке.

$$Ox: T - F_{\text{тр}} = Ma,$$

$$Oy: mg - T = ma,$$

$$N = Mg,$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Объединяя уравнения получаем:

$$(M + m)a = mg - \mu Mg;$$

$$\text{откуда } \mu = \frac{mg - (M + m)a}{Mg} = \frac{0,2 \cdot 10 - (0,8 + 0,2) \cdot 1,2}{0,8 \cdot 10} = 0,1.$$

Ответ: 0,1.

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью бруска. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$4m v_{\text{бр}} - m v_{\text{пл}} = 5m u, \tag{1}$$

где m — масса пластины, u — скорость слипшихся тел после соударения.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{5m u^2}{2} - \frac{5m(0,7u)^2}{2} = \mu \cdot 5mgL. \tag{2}$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,51u^2}{2\mu g} = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4v_{\text{бр}} - v_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4v_{\text{бр}} - v_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

30. Так как процесс 1-2 — изохорный $\left(\frac{T}{p} = \text{const} \right)$, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0.$$

Так как процесс 2-3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}.$ (2)

Напряженность поля в плоском конденсаторе равна $E = \frac{U_C}{d}.$ (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R + r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R + r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$

32. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1},$ (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.

Согласно постулатам Бора $\Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}.$ (2)

Объединяя (1) и (2), получим: $E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Ответ: $E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$

Вариант 11

25. $pV = \frac{m}{\mu} RT,$ откуда

$$V = \frac{mRT}{p\mu} = \frac{28 \cdot 8,31 \cdot 300}{300 \cdot 10^3 \cdot 28 \cdot 10^{-3}} = 8,31 \text{ м}^3.$$

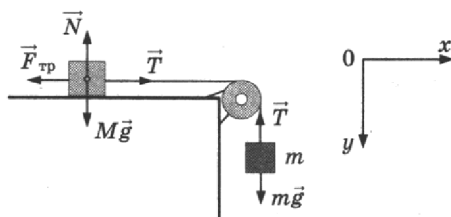
Ответ: $8,31 \text{ м}^3.$

26. $F_A = IBl \sin \alpha = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot \sin 0^\circ = 0.$

Ответ: $0.$

27. При приближении магнита к витку будет увеличиваться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут направлены противоположно линиям индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп — от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть.

- 28.



Силы, действующие на брусок и груз, показаны на рисунке.

$0x: T - F_{\text{тр}} = Ma;$

$0y: mg - T = ma;$

$$N = Mg;$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Объединяя уравнения, получаем:

$$(M + m)a = mg - \mu Mg;$$

$$\text{откуда } a = \frac{mg - \mu Mg}{M + m} = \frac{(0,3 - 0,2 \cdot 0,7) \cdot 10}{0,3 + 0,7} = 1,6 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 1,6 м/с².

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью пули. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$mv_0 = m \frac{v_0}{2} + 10mu, \quad (1)$$

где m — масса пули, u — скорость бруска после соударения с пулей.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{10mu^2}{2} - \frac{10m(0,8u)^2}{2} = \mu \cdot 10mgL. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20} \right)^2 = 4,5 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20} \right)^2 = 4,5 \text{ м.}$$

30. Так как процесс 1–2 — изохорный, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0.$$

Так как процесс 2–3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

$$\text{Окончательно получим: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

$$\text{По закону Ома для полной цепи } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (2)$$

$$\text{Напряженность поля в плоском конденсаторе равна } E = \frac{U_C}{d}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R+r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

$$\text{Ответ: } E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R+r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

32. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.

$$\text{Согласно постулатам Бора } \Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$p_1 = \sqrt{2m_e (E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\text{Ответ: } p_1 = \sqrt{2m_e (E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Вариант 12

25.

O_2	H_2
n, p_1	n, p_2

$p_1 = nkT_1$; $p_2 = nkT_2$, где T_1 и T_2 — абсолютные температуры газов.

Так как средняя кинетическая энергия молекул $\bar{E} = \alpha T$, где α — константа,

$$\text{то } \frac{\bar{E}_{k_1}}{\bar{E}_{k_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{4} = 0,25$$

Ответ: 0,25.

26. $F_A = BIl \sin \alpha$, где B — индукция магнитного поля, I — сила тока в проводнике, l — длина проводника, α — угол между проводником и вектором \vec{B} .

По закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}, \text{ где } R = \rho \frac{l}{S} \text{ — сопротивление проводника.}$$

$$F_A = \frac{US}{\rho l} \cdot Bl \sin 90^\circ = \frac{USB}{\rho} = \frac{3,6 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1}{0,12} = 0,6 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,6 Н.

27. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

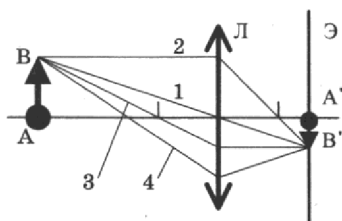


Рис. 1

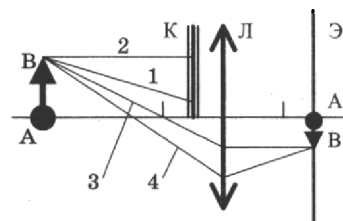
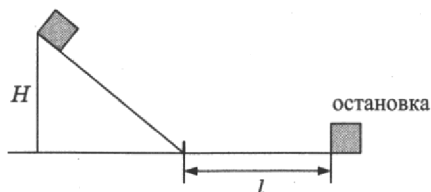


Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

28.



Согласно закону изменения механической энергии

$$E_2 - E_1 = A_{\text{тр}},$$

где E_1 и E_2 — начальная и конечная механическая энергия мальчика с санями.

$A_{\text{тр}}$ — работа силы трения на горизонтальном участке.

$$E_1 = mgH, E_2 = 0;$$

$$A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}l.$$

$$\text{Тогда } mgH = F_{\text{тр}}l,$$

$$m = \frac{F_{\text{тр}} \cdot l}{gH} = \frac{80 \cdot 50}{10 \cdot 10} = 40 \text{ кг.}$$

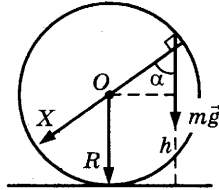
Ответ: 40 кг.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh,$$

где u — скорость шайбы в момент отрыва от кольца на высоте h .

(1)



В точке отрыва сила нормальной реакции опоры равна 0: $N = 0$. Центробежное ускорение шайбы

$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см. рисунок):

$$ma_{\text{ц}} = mg \cos \alpha, \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м}$.

Ответ: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м}$.

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2}p_0 V_0, \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $Q_{\text{н}} = \frac{23}{2}A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж}$.

Ответ: $Q_{\text{н}} = \frac{23}{2}A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж}$.

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -Bv_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = \frac{2}{3}V$.

Ответ: $v = \frac{2}{3}V$.

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_2 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где учтено, что $A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с}$.

Вариант 13

25.

O_2	N_2
n_1, p_1	n_2, p_2

$$p_1 = n_1 k T_1,$$

$$p_2 = n_2 k T_2,$$

T_1 и T_2 — абсолютные температуры газов.

Так как средняя кинетическая энергия молекул пропорциональна абсолютной температуре газа, то

$$\frac{\bar{E}_{k_1}}{\bar{E}_{k_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 n_2}{n_1 p_2} = \frac{2p_2}{2n_2} \cdot \frac{n_2}{p_2} = 1.$$

Ответ: 1.

26. $F_A = BIl \sin \alpha$, где B — индукция магнитного поля, I — сила тока в проводнике, l — длина проводника,

α — угол между проводником и вектором \vec{B} .

По закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}, \text{ где } R = \rho \frac{l}{S} \text{ — сопротивление проводника.}$$

$$F_A = \frac{US}{\rho l} \cdot Bl \cdot \sin 90^\circ = \frac{USB}{\rho}$$

$$\text{Откуда } B = \frac{F_A \cdot \rho}{US} = \frac{0,6 \cdot 0,12}{2,4 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 1 \text{ Тл.}$$

Ответ: 1 Тл.

27. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает нижние лучи, но никак не влияет на ход верхних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

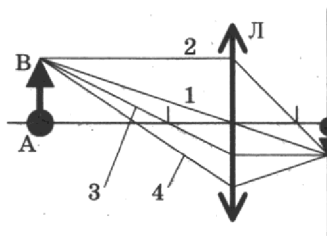


Рис. 1

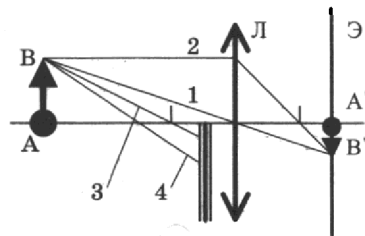
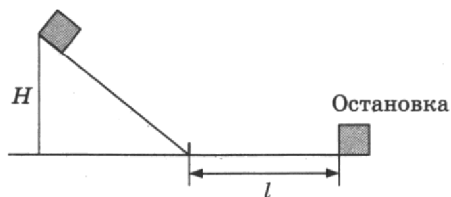


Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

- 28.



Согласно закону изменения механической энергии $E_2 - E_1 = A_{тр}$,

где $E_1 = mgH$ — начальная механическая энергия мальчика с санями;

$E_2 = 0$ — их конечная механическая энергия;

$A_{тр} = -F_{тр}l = -\mu mgl$ — работа силы трения на горизонтальном участке.

Тогда $mgH = \mu mgl$,

$$H = \mu l = 0,2 \cdot 30 = 6 \text{ м.}$$

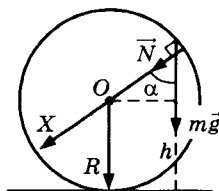
Ответ: 6 м.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh,$$

(1)

где u — скорость шайбы в момент, когда она находится на высоте h от нижней точки кольца.



Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см. рисунок):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha + N, \quad (2)$$

где N — модуль силы нормальной реакции опоры. По третьему закону Ньютона $N = F$.

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н}$.

Ответ: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н}$.

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(vRT_2 - vRT_3) + 2p_0 2V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж}$.

Ответ: $A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж}$.

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников. Поскольку силу Ампера надо увеличить в два раза, ЭДС индукции в контуре надо тоже увеличить в два раза. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = 3V$.

Ответ: $v = 3V$.

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_3 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{макс}}^2}{2}, \text{ где учтено, что } A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Учитывая, что максимальный импульс фотоэлектрона равен $p = m_e v_{\text{макс}}$, и объединяя (1) и (2), получим:

$$p = \sqrt{2m_e (E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p = \sqrt{2m_e (E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.