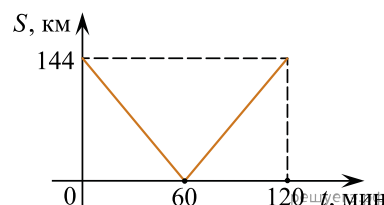


При выполнении заданий с кратким ответом впишите в поле для ответа цифру, которая соответствует номеру правильного ответа, или число, слово, последовательность букв (слов) или цифр. Ответ следует записывать без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Дробную часть отделяйте от целой десятичной запятой. Единицы измерений писать не нужно. Ответ с погрешностью вида  $(1,4 \pm 0,2)$  и записывайте следующим образом: 1,40,2.

Если вариант задан учителем, вы можете вписать или загрузить в систему ответы к заданиям с развернутым ответом. Учитель увидит результаты выполнения заданий с кратким ответом и сможет оценить загруженные ответы к заданиям с развернутым ответом. Выставленные учителем баллы отобразятся в вашей статистике.

1. Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показано **изменение** расстояния между автомобилями с течением времени. Каков модуль скорости первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем? Ответ приведите в метрах в секунду.

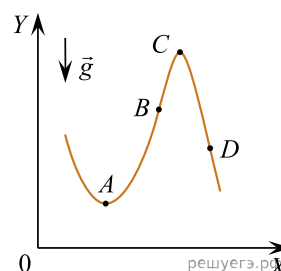


2. По горизонтальной шероховатой поверхности равномерно толкают ящик массой 20 кг, прикладывая к нему силу, направленную под углом  $30^\circ$  к горизонтали (сверху вниз). Модуль силы равен 100 Н. Чему равен модуль силы, с которой ящик давит на поверхность?

3. Навстречу тележке массой 4,75 кг, движущейся по инерции равномерно со скоростью 2 м/с по гладким горизонтальным рельсам, летит шар массой 0,25 кг со скоростью 40 м/с. После столкновения шар застревает в песке, насыпанном на тележку. Определите, во сколько раз отличаются модули начального (до застревания в песке) и конечного импульса шара в системе отсчета, связанной с рельсами.

4. На поверхности моря покоится катер. Непосредственно под ним на глубине 50 м работает водолаз, который в некоторый момент ударяет молотком по металлической детали. Сидящий на катере гидроакустик слышит два звука от удара с интервалом времени между ними 1 с. Скорость звука в воде 1400 м/с. Чему равна глубина моря в этом месте? *Ответ дайте в метрах.*

5. Материальная точка движется в поле силы тяжести по траектории, изображенной на рисунке, в направлении от точки D к точке A. Траектория лежит в вертикальной плоскости (ось OX горизонтальна, ось OY вертикальна). Модуль скорости точки постоянен.



Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. В положениях B и D проекции вектора скорости точки на ось OX имеют разные знаки.
2. В положениях A и C импульс точки одинаков по модулю, но различен по направлению.
3. В положении C кинетическая энергия точки больше, чем в положениях A, B и D.
4. Кинетическая энергия точки во всех положениях одинакова.
5. В положении A модуль ускорения точки меньше, чем в положении C.

6. Пружинный маятник представляет собой груз, прикрепленный к легкой пружине. Он совершает гармонические колебания вдоль поверхности гладкого горизонтального стола. В момент, когда груз находился в крайней точке своей траектории, к нему прилипла тяжелая дробинка, не имевшая в момент перед прилипанием скорости относительно груза. Как изменились в результате этого частота колебаний пружинного маятника, амплитуда колебаний пружинного маятника, максимальная кинетическая энергия пружинного маятника?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) частота колебаний пружинного маятника
- Б) амплитуда колебаний пружинного маятника
- В) максимальная кинетическая энергия пружинного маятника

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

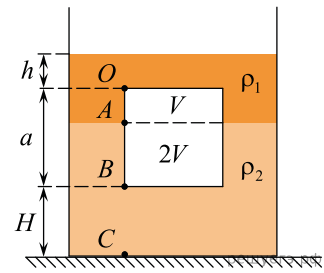
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В

7. Кубик со стороной  $a = 30$  см плавает на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, плотности которых равны  $\rho_1 = 800$  кг/м<sup>3</sup> и  $\rho_2 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Объем кубика, погруженный в нижнюю жидкость, в 2 раза больше, чем объем, погруженный в верхнюю жидкость. Высота уровня первой жидкости над кубиком равна  $h = 10$  см. Нижняя грань кубика удалена от дна сосуда на  $H = 20$  см.

Установите соответствие между отношениями гидростатических давлений в разных указанных точках сосуда и численными значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ОТНОШЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ

А)  $\frac{p_C}{p_O}$

Б)  $\frac{p_B}{p_O}$

ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ

- 1) 2
- 2) 2,25
- 3) 4,5
- 4) 7

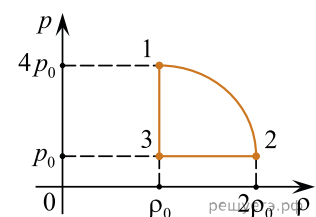
А	Б

8. В закрытом сосуде находится идеальный газ. При некоторой температуре среднеквадратичная скорость теплового хаотического движения молекул равна 526 м/с, а давление газа равно 101450 Па. Чему равна плотность этого газа? Ответ выразите в килограммах на кубический метр и округлите до десятых долей.

9. Если идеальная тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 150 Дж, то каков ее КПД? (Ответ дайте в процентах.)

10. Кусок льда, находившийся при температуре  $-90$  °С, начали нагревать, подводя к нему постоянную тепловую мощность. Через 63 секунды после начала нагревания лед достиг температуры плавления. Через сколько секунд после этого момента кусок льда расплавится? Потери теплоты отсутствуют. (Удельная теплоемкость льда — 2100 Дж/(кг · °С), удельная теплота плавления льда — 330 кДж/кг.)

11. На рисунке показана зависимость давления газа  $p$  от его плотности  $\rho$  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 все верные утверждения.



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

12. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а температура холодильника равна  $T_2$ . За цикл двигатель совершает работу, равную  $A$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) КПД двигателя
- Б) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

ФОРМУЛЫ

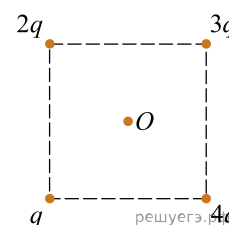
- 1)  $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- 2)  $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 3)  $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
- 4)  $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

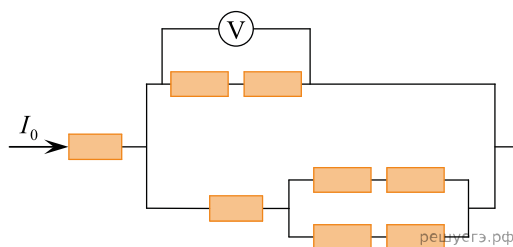
А	Б

13. В вершинах квадрата закреплены положительные точечные заряды — так, как показано на рисунке.

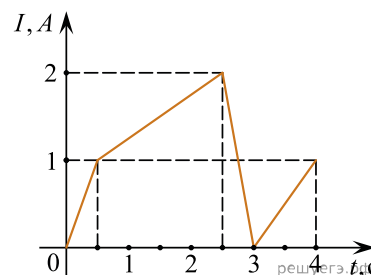
Как направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор напряженности электрического поля в центре  $O$  квадрата? Ответ запишите словом (словами).



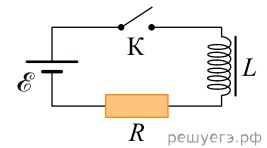
14. Электрический ток, поступающий в цепь  $I_0 = 4$  А. Сопротивление каждого резистора 1 Ом. Найдите показание вольтметра, изображенного на рисунке.



15. На рисунке приведен график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Чему равен максимальный модуль ЭДС самоиндукции? (Ответ выразите в мВ.)



16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 60$  Ом (см. рис.). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $\pm 0,01$  А, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

1. В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
2. Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
3. ЭДС источника тока составляет 18 В.
4. В момент времени  $t = 2,0$  с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.
5. В момент времени  $t = 3,0$  с напряжение на резисторе равно 15 В.

17. Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Как изменятся радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы при увеличении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

18. Пучок медленных электронов массой  $m$  с зарядом  $e$  разгоняется в электронно-лучевой трубке, проходя большую ускоряющую разность потенциалов  $U$ . Концентрация электронов в пучке после ускорения равна  $n$ , площадь поперечного сечения пучка  $S$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) скорость электронов в пучке после ускорения
- Б) сила тока в пучке после ускорения

ФОРМУЛА

- 1)  $\sqrt{\frac{eU}{2m}}$
- 2)  $\sqrt{\frac{2eU}{m}}$
- 3)  $enS\sqrt{\frac{2eU}{m}}$
- 4)  $enS\sqrt{\frac{eU}{2m}}$

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

19. В результате нескольких  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов ядро урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  превращается в ядро свинца  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Определите количество  $\alpha$ -распадов и количество  $\beta$ -распадов в этой реакции.

Количество $\alpha$ -распадов	Количество $\beta$ -распадов

20. В 1912 г. английским физиком Альфредом Фаулером при изучении излучения вакуумных трубок, заполненных смесью водорода и гелия, была открыта спектральная серия, которую Фаулер ошибочно приписал водороду. Расчеты показывают, что одна из спектральных линий этой серии соответствует переходу электрона в атоме водорода с энергетического уровня с номером  $n = 3$  на энергетический уровень с номером  $m = 1,5$  (хотя энергетического уровня с нецелым номером, конечно же, быть не может). Чему была равна длина волны, соответствовавшая данной спектральной линии? Ответ выразите в нанометрах и округлите до целого числа. (Постоянная Планка —  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.)

21. Как изменяются при  $\alpha$ -распаде ядра следующие три его характеристики: число протонов, число нейтронов, заряд ядра?

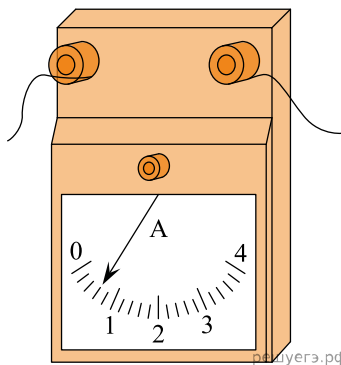
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число протонов	Число нейтронов	Заряд ядра

22. Последовательно с резистором, сопротивление которого равно 15 Ом и известно с высокой точностью, включен амперметр (см. рис.). Чему равно напряжение на этом резисторе, если абсолютная погрешность амперметра равна половине цены его деления? В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



23. Исследовалась зависимость удлинения пружины от массы подвешенных к ней грузов. Результаты измерений представлены в таблице. Погрешности измерений величин  $m$  их равнялись соответственно 0,01 кг и 1 см. Чему примерно равна жесткость пружины? (Ответ дайте в ньютонах на метр с точностью до 10 Н/м.)

$m$ , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$x$ , см	0	4	6	12	15	18

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45,0	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40,0	138,0	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

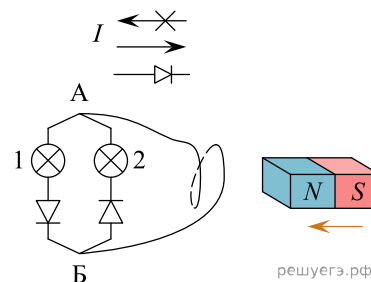
Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звезд спектрального класса O.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса B.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда ε Возничего В относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела.

25. Один литр жидкого аргона находится при температуре своего кипения  $-186\text{ }^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты нужно сообщить этому количеству аргона для того, чтобы при постоянном давлении перевести его в газ, имеющий температуру  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ? Плотность жидкого аргона  $1400\text{ кг/м}^3$ , его удельная теплота испарения  $87\text{ кДж/кг}$ . Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целого числа.

26. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6\text{ эВ}$ ) поглощает фотон и ионизируется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью  $v = 1000\text{ км/с}$ . Какова энергия поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь. Ответ приведите в электрон-вольтах ответ округлите до первого знака после запятой.

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 к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.

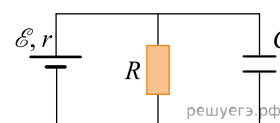


28. На ящике с новогодним салютом написано: «Высота полета снарядов — 40 метров». Ящик установлен на ровной горизонтальной площадке. На каком минимальном расстоянии от ящика должны стоять зрители для того, чтобы показ салюта прошел безопасно (чтобы вылетевший под любым углом из ящика снаряд ни при каких условиях не мог попасть в зрителей)? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Снаряды после вылета из ящика движутся по инерции.

29. В длинном и широком спортивном зале с высотой потолка  $H = 10\text{ м}$  баскетболист бросает мяч товарищу по команде с начальной скоростью  $V = 20\text{ м/с}$ . Какова может быть максимальная дальность его передачи по горизонтали? Сопротивлением воздуха и размерами мяча можно пренебречь, бросок делается и принимается руками на уровне  $h = 2\text{ м}$  от горизонтального пола.

30. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60% при постоянной температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . В начальном состоянии его давление составляет  $p_1 = 1,6 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Определите, во сколько  $k$  раз нужно уменьшить объем в сосуде, чтобы давление возросло в 3 раза?

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



32. В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой  $\nu = 6,1 \cdot 10^{14}$  Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  между анодом и катодом приведен на рисунке. Какова мощность падающего света  $P$ , если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?

