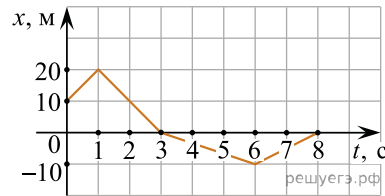


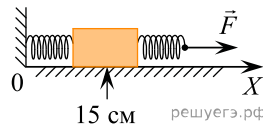
При выполнении заданий с кратким ответом впишите в поле для ответа цифру, которая соответствует номеру правильного ответа, или число, слово, последовательность букв (слов) или цифр. Ответ следует записывать без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Дробную часть отделяйте от целой десятичной запятой. Единицы измерений писать не нужно. Ответ с погрешностью вида  $(1,4 \pm 0,2)$  Н 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. Тело движется прямолинейно вдоль оси  $x$ . На графике представлена зависимость координаты тела от времени. В какой момент времени модуль перемещения относительно исходной точки имел максимальное значение? (Ответ дайте в секундах.)



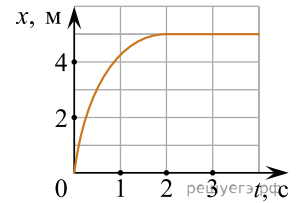
2. К бруску массой 5 кг, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплены две горизонтальные пружины. Конец левой пружины жестко прикреплен к стене. К свободному концу правой пружины жесткостью 100 Н/м приложена горизонтально направленная сила  $F = 3$  Н. При этом система находится в равновесии и растяжение правой пружины в 2 раза меньше, чем растяжение левой пружины. Координата середины бруска равна 15 см. Чему равна координата середины бруска при недеформированных пружинах? Ответ приведите в сантиметрах.



3. На сани, стоящие на гладком льду, с некоторой высоты прыгает человек массой 50 кг. Проекция скорости человека на горизонтальную плоскость в момент соприкосновения с санями равна 4 м/с. Скорость саней с человеком после прыжка составила 0,8 м/с. Чему равна масса саней? (Ответ дайте в килограммах.)

4. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в среде  $c = 500$  м/с, а длина волны  $\lambda = 4$  м? (Ответ дайте в герцах.)

5. Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. Выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



1. Проекция скорости шарика постоянно увеличивалась и оставалась положительной на всем пути.
2. Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.
3. Первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.
4. На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
5. Первые 2 с проекция ускорения шарика не изменялась, а затем стала равной нулю.

6. Камень бросают с поверхности земли вертикально вверх. Через некоторое время он падает обратно на землю. Как изменяются в течение полета камня следующие физические величины: модуль скорости камня, пройденный камнем путь, модуль перемещения камня?

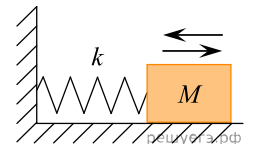
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Сначала увеличивается, затем уменьшается.
2. Сначала уменьшается, затем увеличивается.
3. Все время увеличивается.

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

Модуль скорости камня	Пройденный камнем путь	Модуль перемещения камня

7. На гладком горизонтальном столе брусок массой  $M$ , прикрепленный к вертикальной стене пружиной жесткостью  $k$ , совершает гармонические колебания с амплитудой  $A$  (см. рис.). 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 колебаний груза
- Б) амплитуда скорости груза

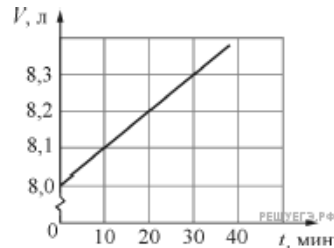
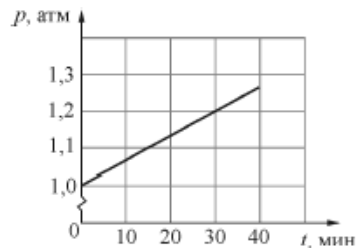
ФОРМУЛЫ

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

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

А	Б

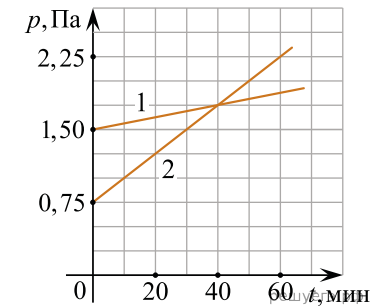
8. На графиках приведены зависимости давления  $p$  и объема  $V$  от времени  $t$  для 0,2 моль идеального газа. Чему равна температура газа в момент  $t = 30$  минут? (Ответ дайте в градусах Кельвина с точностью до 10 К.)



9. Газ в некотором процессе отдал количество теплоты 35 Дж, а внутренняя энергия газа в этом процессе увеличилась на 10 Дж. Какую работу совершили над газом внешние силы? (Ответ дать в джоулях.)

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 25%. Какой будет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза? (Ответ дать в процентах.)

11. В двух закрытых сосудах одинакового объема (1 литр) нагревают два различных газа — 1 и 2. На рисунке показаны зависимости давления  $p$  этих газов от времени  $t$ . Известно, что начальные температуры газов были одинаковы.



Выберите все верные утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.

- 1. Количество вещества первого газа меньше, чем количество вещества второго газа.
- 2. Так как по условию эксперимента газы имеют одинаковые объемы, а в момент времени  $t = 40$  мин. они имеют и одинаковые давления, то температуры этих газов в этот момент времени также одинаковы.
- 3. В момент времени  $t = 40$  мин. температура газа 1 больше температуры газа 2.
- 4. В процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия обоих газов увеличивается.
- 5. В процессе проводимого эксперимента оба газа не совершают работу.

12. В сосуде под подвижным поршнем, который может скользить без трения, находится идеальный газ массой  $m$  при температуре  $T$ . Массу газа увеличили в 2 раза, а температуру уменьшили в 3 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем?

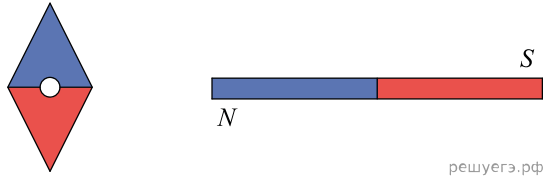
Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения.

- 1. Увеличилась.
- 2. Уменьшилась.
- 3. Не изменилась.

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

Давление газа	Внутренняя энергия газа

13. Магнитная стрелка компаса зафиксирована (северный полюс затемнен, см. рис.). К компасу поднесли сильный постоянный полосовой магнит, затем освободили стрелку. При этом стрелка

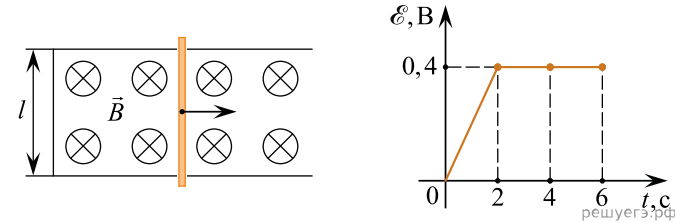


- 1) повернется на  $180^\circ$
- 2) повернется на  $90^\circ$  против часовой стрелки
- 3) повернется на  $90^\circ$  по часовой стрелке
- 4) останется в прежнем положении

14. Конденсатор электроемкостью  $0,5 \text{ Ф}$  был заряжен до напряжения  $4 \text{ В}$ . Затем к нему подключили параллельно незаряженный конденсатор электроемкостью  $0,5 \text{ Ф}$ . Какова энергия системы из двух конденсаторов после их соединения? (Ответ дать в джоулях.)

15. Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред, проходя из среды 1 в среду 2. Угол падения равен  $30^\circ$ , скорость распространения света в среде 1 равна  $2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ , показатель преломления среды 2 равен  $1,45$ . Определите синус угла преломления луча света. Ответ округлите до сотых долей.

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



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

17. Установите соответствие между разновидностями тонкой линзы и результатами преломления в ней параллельных лучей. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

РАЗНОВИДНОСТИ ТОНКОЙ ЛИНЗЫ

- А) Собирающая
- Б) Рассеивающая

РЕЗУЛЬТАТ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛУЧЕЙ

1. Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пройдут затем через ее дальний фокус
2. Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пересекутся затем в ее ближнем фокусе
3. Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, будут казаться расходящимися из ее ближнего фокуса
4. Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, соберутся в ее дальнем фокусе

А	Б

18. На дифракционную решетку с периодом  $d$  перпендикулярно к ней падает широкий пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda$ .

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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) частота падающего света
- Б) угол, под которым наблюдается главный дифракционный максимум  $m$ -го порядка

ФОРМУЛА

- 1)  $\pm \arccos \frac{m\lambda}{d}$
- 2)  $c\lambda$
- 3)  $\pm \arcsin \frac{m\lambda}{d}$
- 4)  $c/\lambda$

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

А	Б

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

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

20. Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Каково отношение частоты электромагнитных колебаний в первом пучке рентгеновских лучей к частоте во втором пучке?

21. Положительно заряженная частица движется в вакууме с постоянной скоростью. Затем эта частица попадает в однородное электрическое поле и в течение некоторого времени движется в направлении его силовых линий. Как меняются в процессе движения частицы в электрическом поле следующие физические величины: кинетическая энергия, длина волны де Бройля?

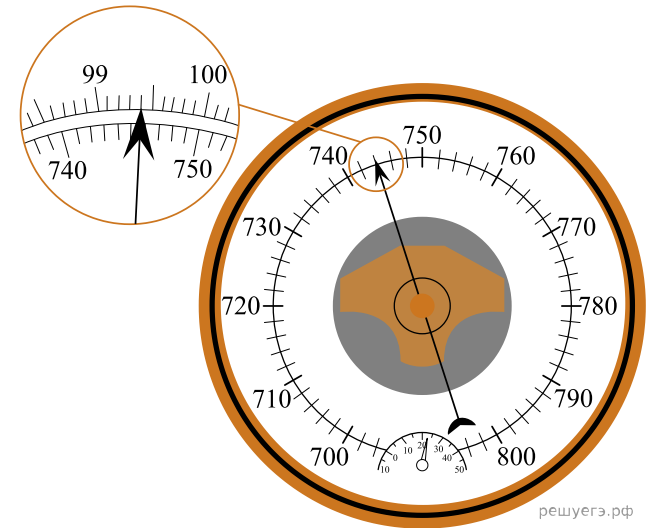
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия частицы	Длина волны де Бройля частицы

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учетом погрешности измерений. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



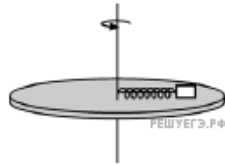
23. Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице. Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялись соответственно  $0,5$  мкКл и  $0,5$  В. Чему примерно равна емкость конденсатора? (Ответ дайте в нанофарадах с точностью до 200 нФ.)

$q$ , мкКл	0	1	2	3	4	5
$U$ , В	0	1,1	2,3	3,5	5,3	6,4

24. В некоторой местности в день летнего солнцестояния в полдень Солнце находится на юге на высоте  $72^\circ 50'$ . Определите полуденную высоту Солнца в этой местности в день зимнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо  $72^\circ 50'$  укажите 7250.

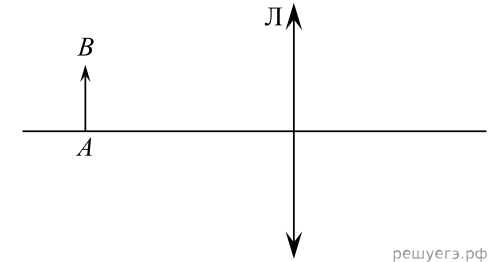
25. Невесомая пружина жесткостью  $100$  Н/м прикрепена одним концом к оси вращения гладкого горизонтального диска радиусом  $20$  см. К другому концу этой пружины прикреплено небольшое тело массой  $0,1$  кг, лежащее на диске. При медленном раскручивании диска до частоты обращения  $\nu = 3$  Гц тело оказалось на расстоянии  $14$  см от оси вращения. Чему равна длина пружины в недеформированном состоянии? Ответ округлите до целого числа сантиметров.



26. Два одинаковых незаряженных конденсатора емкостью  $4$  мкФ каждый соединили параллельно и зарядили их до некоторого напряжения. Затем конденсаторы разъединили и замкнули выводы одного из них резистором с сопротивлением  $100$  кОм. После этого в резисторе за достаточно большое время выделилось количество теплоты, равное  $50$  мкДж. До какого напряжения были заряжены конденсаторы? Ответ приведите в вольтах.

27. При радиоактивном распаде ядра  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  вылетает  $\alpha$ -частица. Известно, что в образце радия массой  $1$  мг каждую секунду распадаются  $3,7 \cdot 10^7$  ядер.  $\alpha$ -частицы вылетающие из этого образца за  $2$  часа, имеют суммарную энергию  $205$  мДж. Какую энергию имеет каждая  $\alpha$ -частица? Ответ приведите в килоэлектрон-вольтах с точностью  $\pm 100$ кэВ.

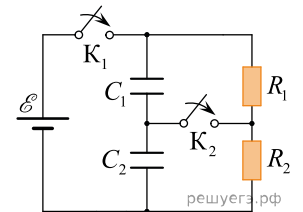
28. С помощью тонкой линзы на экране получают изображение объекта  $AB$ , расположенного параллельно ей. После чего линзу закрывают ободком из черного картона. Нарисуйте ход лучей и объясните, что произойдет с изображением на экране.



29. Тело, свободно падающее с некоторой высоты, первый участок пути проходит за время  $\tau = 1$  с, а такой же последний — за время  $\frac{1}{2}\tau$ . Найдите полное время падения тела  $t$ , если его начальная скорость равна нулю.

30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493$  Дж?

31. В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ  $K_1$ , а затем, спустя длительное время, ключ  $K_2$ . Известно, что после этого через ключ  $K_2$  протек заряд, равный по модулю  $\Delta q = 4$  мкКл. Чему равна ЭДС  $\mathcal{E}$  источника тока, если  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $C_1 = 1$  мкФ,  $C_2 = 2$  мкФ? Источник считайте идеальным.



32. На горизонтальном столе лежит квадратная плоскопараллельная пластина со стороной  $a = 5,2$  см и толщиной  $d = 1$  см, изготовленная из стекла с показателем преломления  $n = 1,5$ . Боковые вертикальные поверхности пластины зачернены и поглощают свет. Школьник с разных сторон направляет узкий световой луч от мощной лазерной указки на пластину под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали и наблюдает на потолке комнаты пятна света, многократно отраженного от пластины. Какое максимальное число  $N$  таких пятен он сможет увидеть, если наиболее удачно выберет направление падения светового луча?