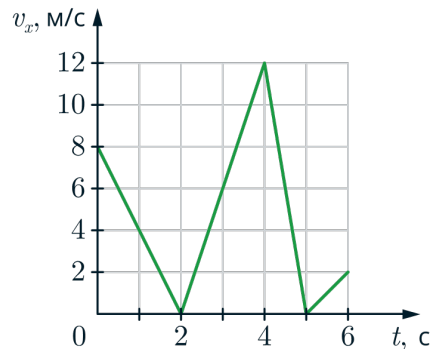


# Досрочный ЕГЭ по физике 2026

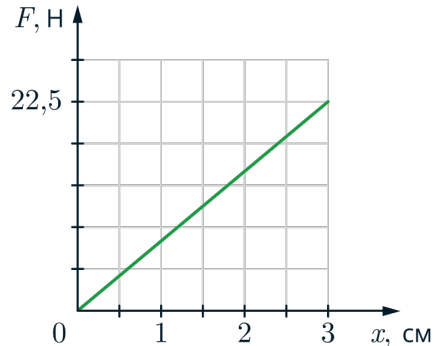
## Задача 1 #175992 Досрочный вариант 2026

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени. Определите проекцию ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 4 до 5 с. Ответ дайте в  $\text{м/с}^2$ .



## Задача 2 #175994 Досрочный вариант 2026

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины? Ответ дайте в  $\text{Н/м}$ .



## Задача 3 #175997 Досрочный вариант 2026

Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы  $3,5 \text{ Н}$ , направленной вдоль этой прямой, за  $5 \text{ с}$  импульс тела увеличился. Чему равно изменение импульса? Ответ дайте в  $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ .

## Задача 4 #175999 Досрочный вариант 2026

Деревянный брусок объемом  $0,02 \text{ м}^3$  плавает в керосине, погружившись на половину своего объема. Найдите выталкивающую силу, действующую на брусок. Ответ дайте в  $\text{Н}$ .



### Задача 5 #176000 Досрочный вариант 2026

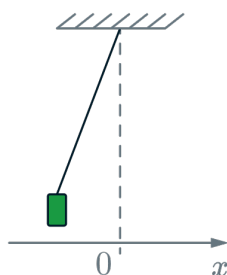
В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения, на основании анализа представленной таблицы.

Время $t$ , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость $v$ , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

- 1) Сила трения, действующая на брусок, равна 1,4 Н.
- 2) Ускорение бруска 0,5 м/с<sup>2</sup>.
- 3) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 1,6 Дж.
- 4) Тело двигалось равноускоренно.
- 5) Коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,4$ .

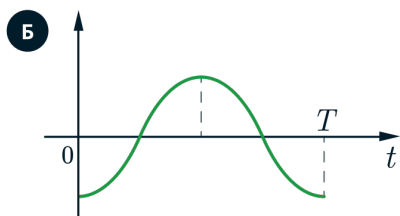
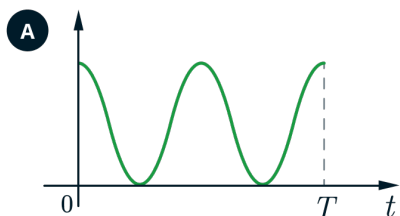
### Задача 6 #176002 Досрочный вариант 2026

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент  $t = 0$  отпустили из состояния покоя (см. рис.).



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.

#### Графики



#### Физические величины

- 1 координата  $x$
- 2 проекция скорости  $v_x$
- 3 кинетическая энергия  $E_k$
- 4 потенциальная энергия  $E_n$

А	Б

**Задача 7 #176003 Досрочный вариант 2026**

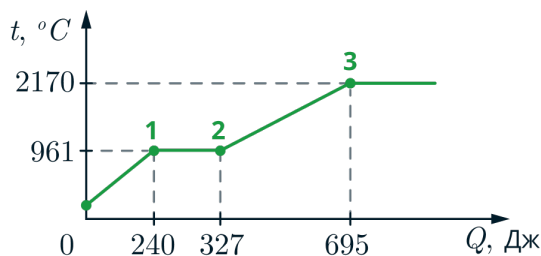
При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  2,5 моль идеального газа занимает объем  $4V_0$ . Какое количество газа занимают объем  $4V_0$  при температуре  $T_0/2$  и давлении  $2p_0$ . Ответ дайте в моль.

**Задача 8 #176004 Досрочный вариант 2026**

Газ в сосуде сжали, совершив работу, равную 500 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 150 Дж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде? Ответ дайте в Дж.

**Задача 9 #176021 Досрочный вариант 2026**

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  $Q$ .

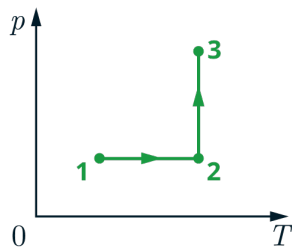


Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) В точке 3 вещество находится в газообразном состоянии.
- 2) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивалась.
- 3) Температура кипения вещества равна  $2170^{\circ}\text{C}$ .
- 4) Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии.
- 5) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему нужно сообщить количество теплоты, равное 87 Дж.

**Задача 10 #176020 Досрочный вариант 2026**

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ - $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – температура газа. Как изменяются концентрация молекул газа  $n$  в ходе процесса 1-2 и объём  $V$  в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

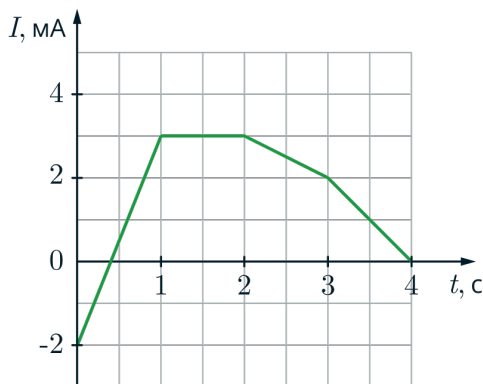
Концентрация молекул газа в ходе процесса 1-2	Объём газа в ходе процесса 2-3
1	2

**Задача 11 #176019 Досрочный вариант 2026**

Два одинаковых точечных заряда, модуль которых 1 нКл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы их взаимодействия. Ответ дайте в нН.

**Задача 12 #176018 Досрочный вариант 2026**

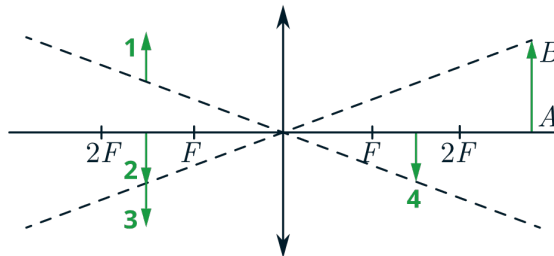
На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 1 с. Ответ дайте в мкВ.





**Задача 13 #176017 Досрочный вариант 2026**

Какому из предметов 1-4 соответствует изображение АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



**Задача 14 #176016 Досрочный вариант 2026**

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза, источник питания при этом не отключали (рис. 2). Выберите **все** верные утверждения.

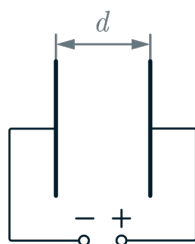


Рис. 1

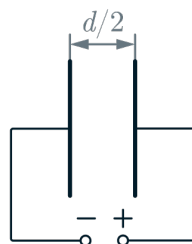


Рис. 2

- 1) Ёмкость конденсатора увеличилась в 4 раза.
- 2) Напряжение электрического поля конденсатора не изменилось.
- 3) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 4) Заряд на обкладках конденсатора уменьшился в 4 раза.
- 5) Напряженность электрического поля внутри конденсатора уменьшилась в 4 раза.

**Задача 15 #176015 Досрочный вариант 2026**

Альфа-частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится кинетическая энергия и период обращения, если радиус окружности останется неизменным, а частицу заменить на протон?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения и подберите к каждой букве соответствующую цифру.

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

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

Кинетическая энергия	Период обращения



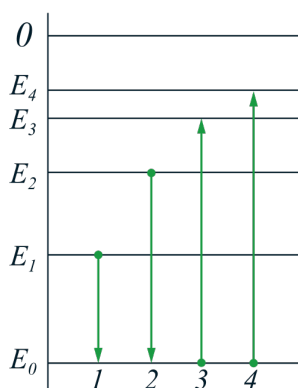
**Задача 16 #176014 Досрочный вариант 2026**

Период  $T$  полураспада изотопа некоторого вещества равен 2,5 мкс. Изначально в образце содержится 0,6 мкмоль изотопа. Сколько этого изотопа останется в образце через 5 мкс? Ответ дайте в мкмоль.

**Задача 17 #176013 Досрочный вариант 2026**

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



ПРОЦЕССЫ

- А) Поглощение света наименьшей длины волны
- Б) Излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

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

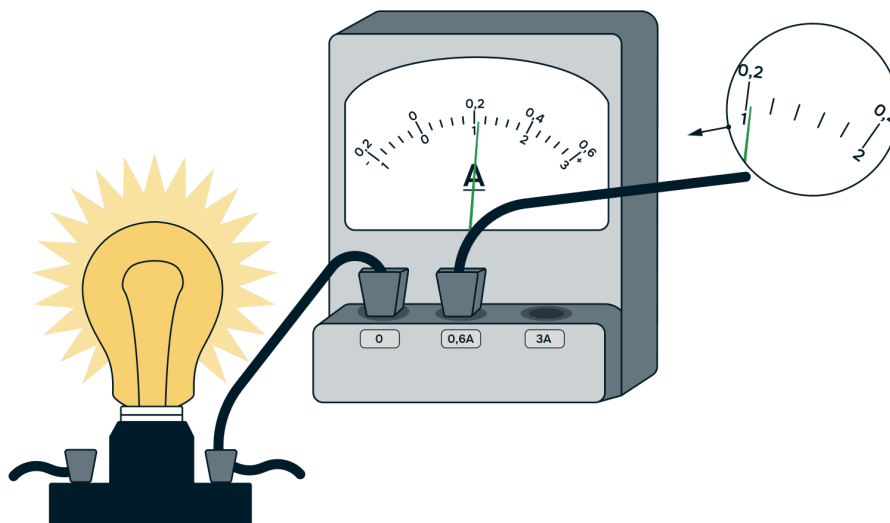
**Задача 18 #176012 Досрочный вариант 2026**

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Тела действуют друг на друга с силами, направленными противоположно, равными по модулю и имеющие одну природу.
- 2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны увеличится.
- 5) При альфа-распаде нарушается и закон сохранения заряда, и закон сохранения энергии.

**Задача 19 #176011 Досрочный вариант 2026**

Чему равна сила тока в лампочке (см. рис.), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна 0,15 А, а на пределе измерения 0,6 А равна 0,03 А? Значение и погрешность запишите слитно без пробела. Ответ дайте в А.



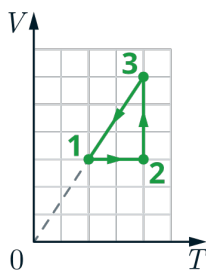
**Задача 20 #176010 Досрочный вариант 2026**

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами при различной температуре (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование? Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Молярная масса газа, г/моль
1	6	320	40
2	5	350	20
3	4	320	40
4	4	270	40
5	4	270	20

**Задача 21 #175952 Досрочный вариант 2026**

Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1 – 2 – 3 – 1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V - T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 3–1. Постройте график цикла в координатах  $p - V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа.



**Задача 22 #175953 Досрочный вариант 2026**

Сани с охотником покоятся на гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость заряда при его вылете из ружья равна 600 м/с. Общая масса охотника, ружья и саней равна 120 кг. Определите скорость саней с охотником после выстрела.

**Задача 23 #175955 Досрочный вариант 2026**

Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Какой ток следует пропустить по проводнику, чтобы сила натяжения нитей уменьшилась вдвое? Масса единицы длины проводника 0,04 кг/м.

**Задача 24 #175954 Досрочный вариант 2026**

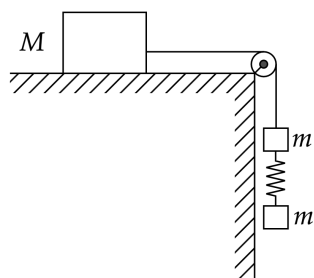
Метеорологическая станция массой  $m = 20$  кг удерживается у поверхности Земли силой  $F = 1$  кН. Затем её отпускают, и она поднимается на высоту  $H$ . Температура воздуха у поверхности Земли равна  $T_1 = 17^\circ\text{C}$ , а на высоте  $H$  равна  $T_2 = -23^\circ\text{C}$ , давление на поверхности Земли равно  $p_0 = 10^5$  Па, а объем станции у поверхности Земли в 2 раза меньше, чем на высоте  $H$ . Определите давление воздуха  $p_1$  на высоте  $H$ .

**Задача 25 #174476 Демидова 2022, Досрочный вариант 2026**

На двойном фокусном расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой  $-5$  дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 2 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном по другую сторону линзы на расстоянии 40 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

**Задача 26 #38781 Досрочный вариант 2026**

Груз массой  $M = 800$  г соединен невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой  $m = 400$  г. К этому бруску на легкой пружине жесткостью  $k = 80$  Н/м подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины  $l = 10$  см, коэффициент трения груза о поверхность стола  $\mu = 0,2$ . Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Задача		Ответ	Ед. изм.
1	-12		м/с <sup>2</sup>
2	750		Н/м
3	17,5		кг · м/с
4	80		Н
5	124		
6	41		
7	10		моль
8	350		Дж
9	235		
10	22		
11	1		нН
12	10		мкВ
13	2		
14	23		
15	32		
16	0,15		мкмоль
17	42		
18	13		
19	0,200,03		А
20	45		
21	$A_{23} >  A_{31} $		
22	$v = \frac{mu}{M} \approx 0,15$		м/с

Задача	Ответ	Ед. изм.
23	$I = \frac{mg}{2Bl} \approx 10$	А
24	$p_1 = \frac{p_0 mg T_2}{2(F + mg) T_1} \approx 7,2 \cdot 10^3$	Па
25	$D = r(3L D_0  + 2) \approx 16$	см
26	$L = l + \frac{m(g - \frac{2mg - \mu Mg}{M + 2m})}{k} \approx 0,13$	м

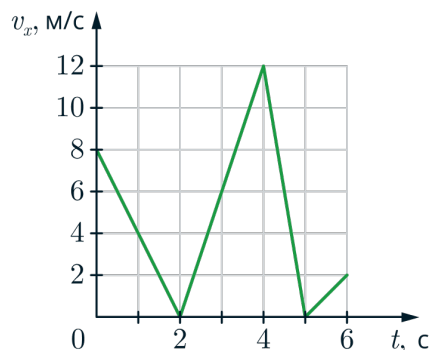
Разбор



## Досрочный ЕГЭ по физике 2026

### Задача 1 #175992 Досрочный вариант 2026

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени. Определите проекцию ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 4 до 5 с. Ответ дайте в  $\text{м/с}^2$ .



### Решение

По определению ускорение тела  $a$  равно:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{\text{кон}} - v_{\text{нач}}}{t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}},$$

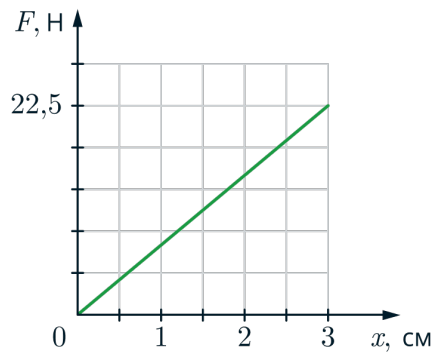
где  $\Delta v$  – изменение скорости тела на промежутке времени  $\Delta t$ ,  $v_{\text{кон}}$  – конечная скорости тела,  $v_{\text{нач}}$  – начальная скорость тела,  $t_{\text{кон}}$ ,  $t_{\text{нач}}$  – моменты времени в конце и начале изменения скорости соответственно.

В нашем случае проекция ускорения  $a_x$  будет равна:

$$a_x = \frac{v_{x\text{кон}} - v_{x\text{нач}}}{t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}} = \frac{0 - 12}{5 - 4} = -12 \text{ м/с}^2.$$

**Задача 2 #175994 Досрочный вариант 2026**

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жесткость пружины? Ответ дайте в Н/м.



**Решение**

По закону Гука:

$$F_{\text{упр}} = kx,$$

где  $k$  – жесткость пружины,  $x$  – удлинение пружины.

По графику при удлинении пружина на 3 см сила упругости равнялась 22,5 Н, тогда:

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{x} = \frac{22,5}{0,03} = 750 \text{ Н/м.}$$

**Задача 3 #175997 Досрочный вариант 2026**

Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы 3,5 Н, направленной вдоль этой прямой, за 5 с импульс тела увеличился. Чему равно изменение импульса? Ответ дайте в кг · м/с.

**Решение**

Изменение импульса равно:

$$\Delta p = F \Delta t = 3,5 \cdot 5 = 17,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

**Задача 4 #175999 Досрочный вариант 2026**

Деревянный брусок объемом  $0,02 \text{ м}^3$  плавает в керосине, погрузившись на половину своего объема. Найдите выталкивающую силу, действующую на брусок. Ответ дайте в Н.

**Решение**

Так как брусок погружен на половину своего объема, то  $V_{\text{погр}} = \frac{1}{2}V = 0,01 \text{ м}^3$ . Выталкивающую силу, действующую на брусок, можно согласно закону Архимеда:

$$F_{\text{выт}} = F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{к}} g V_{\text{погр}},$$

где  $F_{\text{Арх}}$  – модуль силы Архимеда,  $\rho_{\text{к}}$  – плотность керосина,  $g$  – модуль ускорения свободного падения.

Подставляем числа и получаем ответ:

$$F_{\text{выт}} = 800 \cdot 10 \cdot 0,01 = 80 \text{ Н.}$$

**Задача 5 #176000 Досрочный вариант 2026**

В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения, на основании анализа представленной таблицы.

Время $t$ , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость $v$ , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

- 1) Сила трения, действующая на брусок, равна 1,4 Н.
- 2) Ускорение бруска 0,5 м/с<sup>2</sup>.
- 3) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 1,6 Дж.
- 4) Тело двигалось равноускоренно.
- 5) Коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,4$ .

**Решение**

Для начала заметим, что из таблицы мы можем определить ускорение бруска: за 1 секунду скорость изменилась на 0,5 м/с, тогда ускорение равняется

$$a = \frac{0,5 - 0}{1} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

- 1) **Верно**

По второму закону Ньютона:

$$F - F_{\text{тр}} = ma \Rightarrow F_{\text{тр}} = F - ma = 1,6 - 0,4 \cdot 0,5 = 1,4 \text{ Н.}$$

- 2) **Верно**

Получили в самом начале задачи.

- 3) **Неверно**

В момент времени 4 с скорость бруска равнялась 2 м/с, тогда кинетическая энергия:

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 2^2}{2} = 0,8 \text{ Дж.}$$

- 4) **Верно**

Так как ускорение тела не равно нулю и оно постоянно, то да, брусок двигался равноускоренно.

- 5) **Неверно**

Согласно закону Кулона-Амонтона сила трения скольжения равна:

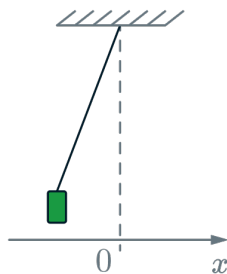
$$F_{\text{тр}} = \mu N,$$

где  $N$  – модуль силы нормальной реакции опоры. В рассматриваемом случае по второму закону Ньютона она совпадает с  $mg$ , т.е.  $N = mg$ . Тогда коэффициент скольжения о поверхность равен:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{F_{\text{тр}}}{mg} = \frac{1,4}{0,4 \cdot 10} = 0,35.$$

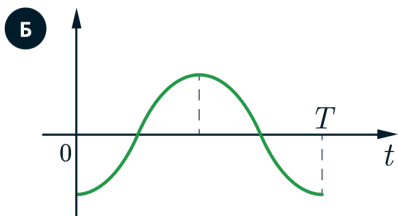
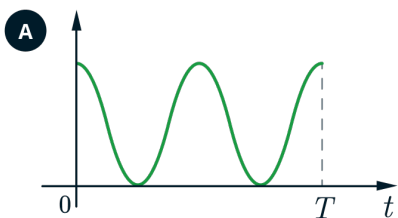
**Задача 6 #176002 Досрочный вариант 2026**

Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент  $t = 0$  отпустили из состояния покоя (см. рис.).



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.

**Графики**



**Физические величины**

- 1 координата  $x$
- 2 проекция скорости  $v_x$
- 3 кинетическая энергия  $E_k$
- 4 потенциальная энергия  $E_n$

А	Б

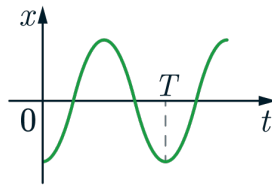
**Решение**

1) В начальный момент времени груз отклонили от положения равновесия. По рисунку видно, что это положение характеризуется отрицательной координатой. Так как груз вначале был отклонен от положения равновесия, то зависимость координаты  $x$  от времени  $t$  будет иметь вид:

$$x = x(t) = -x_0 \cos(\omega t),$$

где  $x_0$  – амплитуда колебаний,  $\omega$  – круговая частота.

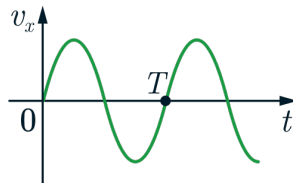
График такой зависимости будет иметь вид:



2) Проекцию скорости  $v_x$  можно найти с помощью производной по координате, то есть:

$$v_x = x'(t) = -x_0 \cdot \omega \cdot -\sin(\omega t) = x_0 \omega \sin(\omega t).$$

График зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  имеет вид:

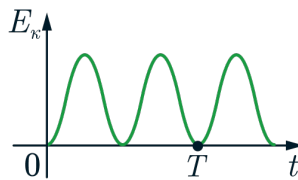


3) Кинетическая энергия  $E_k$  определяется по формуле:

$$E_k = \frac{mv_x^2}{2} = \frac{mx_0^2\omega^2}{2} \sin^2(\omega t),$$

где  $m$  – масса грузика.

Вид зависимости  $E_k(t)$  изображена на графике:



4) Потенциальная энергия  $E_n$  определяется по формуле:

$$E_n = mgh,$$

где  $g$  – модуль ускорения свободного падения,  $h$  – высота грузика относительно начала отсчета.

Высоту грузика можно выразить через длину нити следующей образом:

$$h = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha),$$

где  $l$  – длина нити,  $\alpha$  – угол отклонения нити от вертикали.

В силу того, что рассматриваемые колебания происходят при малых углах  $\alpha$  справедливо разложение косинуса:

$$h \approx l\left(1 - 1 + \frac{\alpha^2}{2}\right) = \frac{l}{2}\alpha^2.$$

Тогда потенциальная энергия будет равняться:

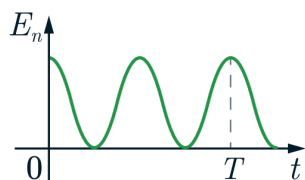
$$E_n = \frac{mgl}{2}\alpha^2.$$

Сам угол  $\alpha$  тоже зависит от времени. Как можно заметить, в положении равновесия угол отклонения ненулевой, пусть он равен  $\alpha_0$ , тогда зависимость угла  $\alpha$  от времени  $t$  будет иметь вид:

$$\alpha = \alpha(t) = \alpha_0 \cos(\omega t).$$

Значит потенциальная энергия  $E_n$  равняется:

$$E_n = \frac{mgl}{2} \alpha_0^2 \cos^2(\omega t).$$



Таким образом, графику А соответствует вариант 4, а графику Б – вариант 1.

**Задача 7 #176003 Досрочный вариант 2026**

При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  2,5 моль идеального газа занимает объем  $4V_0$ . Какое количество газа занимают объем  $4V_0$  при температуре  $T_0/2$  и давлении  $2p_0$ . Ответ дайте в моль.

**Решение**

Для идеального газа справедливо уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT.$$

В первом случае имеем:

$$p_0 \cdot 4V_0 = \nu_1 RT_0. \quad (1)$$

Во втором случае имеем:

$$2p_0 \cdot 4V_0 = \nu_2 R \frac{T_0}{2}. \quad (2)$$

Поделим (2) на (1) и получим:

$$\frac{2p_0 \cdot 4V_0}{p_0 \cdot 4V_0} = \frac{\nu_2 R \frac{T_0}{2}}{\nu_1 RT_0}.$$

Тогда

$$2 = \frac{\nu_2}{2\nu_1} \Rightarrow \nu_2 = 4\nu_1 = 4 \cdot 2,5 = 10 \text{ моль.}$$

**Задача 8 #176004 Досрочный вариант 2026**

Газ в сосуде сжали, совершив работу, равную 500 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 150 Дж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде? Ответ дайте в Дж.

**Решение**

Запишем первое начало термодинамики:

$$Q = \Delta U + A,$$

где  $Q$  — количество теплоты, полученное газом,  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии,  $A$  — работа, совершённая газом.

По условию газ сжали, совершив над ним работу  $A_{\text{вн}} = 500$  Дж. Следовательно, работа газа  $A = -A_{\text{вн}} = -500$  Дж. Внутренняя энергия увеличилась на  $\Delta U = 150$  Дж.

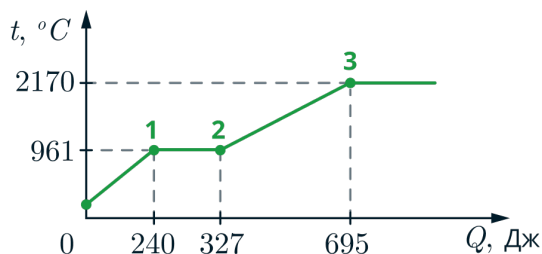
Тогда количество теплоты, полученное газом:

$$Q = 150 + (-500) = -350 \text{ Дж.}$$

Отрицательное значение количества теплоты означает, что газ отдал окружающей среде 350 Дж теплоты.

### Задача 9 #176021 Досрочный вариант 2026

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  $Q$ .



Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) В точке 3 вещество находится в газообразном состоянии.
- 2) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивалась.
- 3) Температура кипения вещества равна  $2170^{\circ}\text{C}$ .
- 4) Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем удельная теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии.
- 5) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему нужно сообщить количество теплоты, равное 87 Дж.

#### Решение

1) **Неверно**

Точка 3 находится на горизонтальном участке, соответствующем кипению. В этот момент вещество лишь достигло температуры кипения, но ещё не перешло в газообразное состояние — оно находится в процессе парообразования.

2) **Верно**

На участке 1–2 происходит плавление: вещество переходит из твёрдого состояния в жидкое. При подводе теплоты внутренняя энергия увеличивается, несмотря на постоянство температуры. Энергия идет на смену агрегатного состояния, в жидком состоянии внутренняя энергия больше, чем в твердом.

3) **Верно**

Горизонтальный участок графика при температуре  $2170^{\circ}\text{C}$  соответствует кипению, следовательно, температура кипения вещества равна  $2170^{\circ}\text{C}$ .

4) **Неверно**

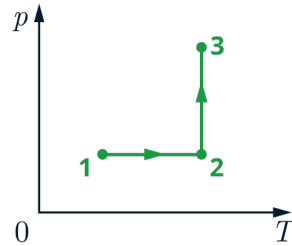
Наклон участка нагревания жидкости (после плавления) меньше, чем наклон участка нагревания твёрдого тела. Это означает, что для нагрева жидкости на то же количество градусов требуется больше теплоты, поэтому её удельная теплоёмкость больше.

5) **Верно**

Количество теплоты, поглощённое веществом на этапе плавления, составляет 87 Дж. Именно столько необходимо подвести к веществу, уже нагретому до температуры плавления, чтобы полностью его расплавить.

**Задача 10 #176020 Досрочный вариант 2026**

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ - $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – температура газа. Как изменяются концентрация молекул газа  $n$  в ходе процесса 1-2 и объём  $V$  в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Концентрация молекул газа в ходе процесса 1-2	Объём газа в ходе процесса 2-3

**Решение**

В процессе 1–2 давление постоянно. По закону Гей-Люссака:

$$\frac{V}{T} = \text{const.}$$

Так как температура увеличивается, то объём увеличивается. Концентрация молекул:

$$n = \frac{N}{V},$$

где  $N$  – число молекул (масса газа постоянна). При увеличении объёма концентрация **уменьшается**.

В процессе 2–3 температура постоянна (изотерма). По закону Бойля–Мариотта:

$$pV = \text{const.}$$

Давление увеличивается, следовательно, объём **уменьшается**.

**Задача 11 #176019 Досрочный вариант 2026**

Два одинаковых точечных заряда, модуль которых 1 нКл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль силы их взаимодействия. Ответ дайте в нН.

**Решение**

Сила Кулона равна:

$$F = \frac{k \cdot |q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = \frac{kq^2}{r^2}$$

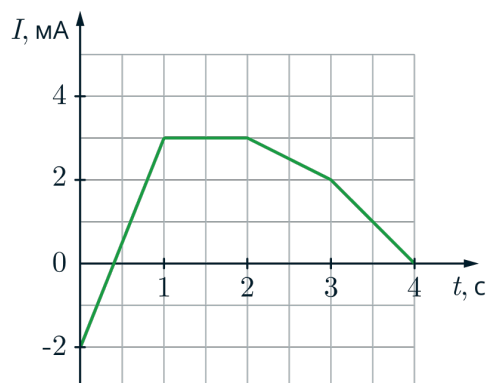
где  $k$  — коэффициент пропорциональности,  $q_1$  и  $q_2$  — заряды,  $r$  — расстояние между зарядами.

Подставим значения:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \cdot 1 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}^2}{9 \text{ м}^2} = 1 \text{ нН}$$

**Задача 12 #176018 Досрочный вариант 2026**

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 1 с. Ответ дайте в мкВ.



**Решение**

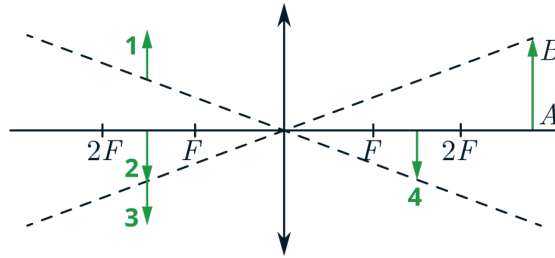
Модуль ЭДС самоиндукции равен:

$$|\mathcal{E}_i| = L \left| \frac{\Delta I}{t} \right| = \frac{2 \text{ мГн} \cdot 5 \text{ мА}}{1 \text{ с}} = 10 \text{ мкВ},$$

где  $L$  – индуктивность катушки,  $\Delta I$  – изменение тока за время  $t$ .

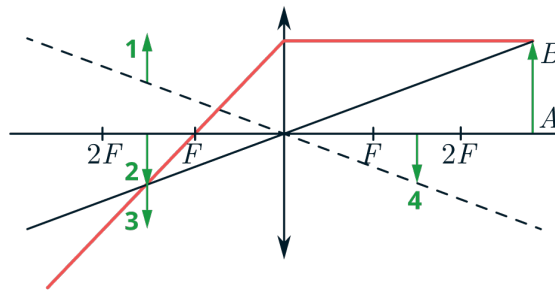
**Задача 13 #176017 Досрочный вариант 2026**

Какому из предметов 1-4 соответствует изображение АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием  $F$ ?



**Решение**

Проведём луч, параллельно главной оптической оси, после преломления он должен пройти через фокус линзы (см .рис.).



Пересечение красного и черного лучей даст искомое изображение.

**Задача 14 #176016 Досрочный вариант 2026**

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (рис. 1). Расстояние между пластинами уменьшили в 2 раза, источник питания при этом не отключали (рис. 2). Выберите **все** верные утверждения.

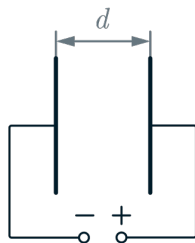


Рис. 1

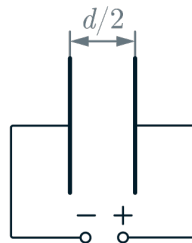


Рис. 2

- 1) Ёмкость конденсатора увеличилась в 4 раза.
- 2) Напряжение электрического поля конденсатора не изменилось.
- 3) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 4) Заряд на обкладках конденсатора уменьшился в 4 раза.
- 5) Напряженность электрического поля внутри конденсатора уменьшилась в 4 раза.

**Решение**

1) **Неверно**

Ёмкость плоского конденсатора определяется формулой:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d},$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды,  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная,  $S$  – площадь пластин,  $d$  – расстояние между ними.

При уменьшении  $d$  в 2 раза ёмкость увеличивается в 2 раза, а не в 4.

2) **Верно**

Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения, поэтому напряжение  $U$  на его обкладках остаётся неизменным. Следовательно, напряжение электрического поля конденсатора не изменилось.

3) **Верно**

Энергия электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2}.$$

Напряжение  $U$  постоянно, а ёмкость  $C$  увеличилась в 2 раза (см. п. 1). Значит, энергия увеличилась в 2 раза.

4) **Неверно**

Заряд на обкладках конденсатора:

$$q = CU.$$

При постоянном  $U$  и увеличении  $C$  в 2 раза заряд также увеличивается в 2 раза, а не уменьшается.

5) **Неверно**

Напряжённость однородного поля внутри конденсатора:

$$E = \frac{U}{d}.$$

Напряжение  $U$  не меняется, а расстояние  $d$  уменьшается в 2 раза, поэтому напряжённость увеличивается в 2 раза, а не уменьшается.

**Задача 15 #176015 Досрочный вариант 2026**

Альфа-частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится кинетическая энергия и период обращения, если радиус окружности останется неизменным, а частицу заменить на протон?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения и подберите к каждой букве соответствующую цифру.

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

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

Кинетическая энергия	Период обращения

**Решение**

**А) Кинетическая энергия**

По второму закону Ньютона:

$$F = ma \Leftrightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \frac{qBR}{m}.$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}.$$

Для альфа-частицы ( $q_\alpha = 2e$ ,  $m_\alpha = 4m_p$ ):

$$E_{k\alpha} = \frac{(2e)^2 B^2 R^2}{2 \cdot 4m_p} = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m_p}.$$

Для протона ( $q_p = e$ ):

$$E_{kp} = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m_p}.$$

Значения равны, следовательно, кинетическая энергия **не изменится**.

**Б) Период обращения**

Период:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{qBR/m} = \frac{2\pi m}{qB}.$$

Для альфа-частицы:

$$T_\alpha = \frac{2\pi \cdot 4m_p}{2eB} = \frac{4\pi m_p}{eB}.$$

Для протона:

$$T_p = \frac{2\pi m_p}{eB}.$$

Так как  $T_p = \frac{T_\alpha}{2}$ , период обращения **уменьшается**.

**Задача 16 #176014 Досрочный вариант 2026**

Период  $T$  полураспада изотопа некоторого вещества равен 2,5 мкс. Изначально в образце содержится 0,6 мкмоль изотопа. Сколько этого изотопа останется в образце через 5 мкс? Ответ дайте в мкмоль.

**Решение**

Закон радиоактивного распада:

$$m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$$

где  $m$  — количество оставшегося изотопа (в мкмоль),  $m_0$  — начальное количество изотопа (в мкмоль),  $t$  — время,  $T$  — период полураспада.

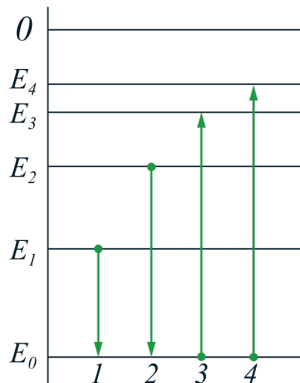
За время  $t = 5$  мкс количество изотопа уменьшится в 4 раза:

$$m = m_0 \cdot 2^{-\frac{5}{2,5}} = \frac{m_0}{4} = \frac{0,6}{4} = 0,15 \text{ мкмоль.}$$

**Задача 17 #176013 Досрочный вариант 2026**

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой – с излучением света наибольшей частоты?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



**ПРОЦЕССЫ**

А) Поглощение света наименьшей длины волны

Б) Излучение света наибольшей частоты

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ**

1)1

2)2

3)3

4)4

**Решение**

Согласно постулатам Бора, атом может излучать энергию только при переходе с верхних уровней на нижние, поглощение с нижних уровней на верхние.

Энергия перехода в атоме:

$$E = E_m - E_n = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

где  $\nu$  – частота,  $\lambda$  – длина волны.

Т.е. чтобы поглощался свет наименьшей длины волны, требуется наибольшая энергия перехода среди поглощений, а чтобы излучался свет наибольшей частоты, требуется наибольшая энергия перехода среди излучений.

Следовательно:

Поглощение света с наименьшей длиной волны – 4.

Излучение света с наибольшей частотой – 2.

**Задача 18 #176012 Досрочный вариант 2026**

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Тела действуют друг на друга с силами, направленными противоположно, равными по модулю и имеющие одну природу.
- 2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны увеличится.
- 5) При альфа-распаде нарушается и закон сохранения заряда, и закон сохранения энергии.

**Решение**

1) **Верно**

По третьему закону Ньютона при взаимодействии тел возникают парные силы, которые равны по модулю и направлены противоположно. При этом их природа одинакова.

2) **Неверно**

Так как изменение внутренней энергии идеального газа прямо пропорционально изменению его температуры, то при изотермическом процессе она остаётся неизменной.

3) **Верно**

Электрический ток в металлических проводниках — упорядоченное движение электронов на фоне их теплового движения.

4) **Неверно**

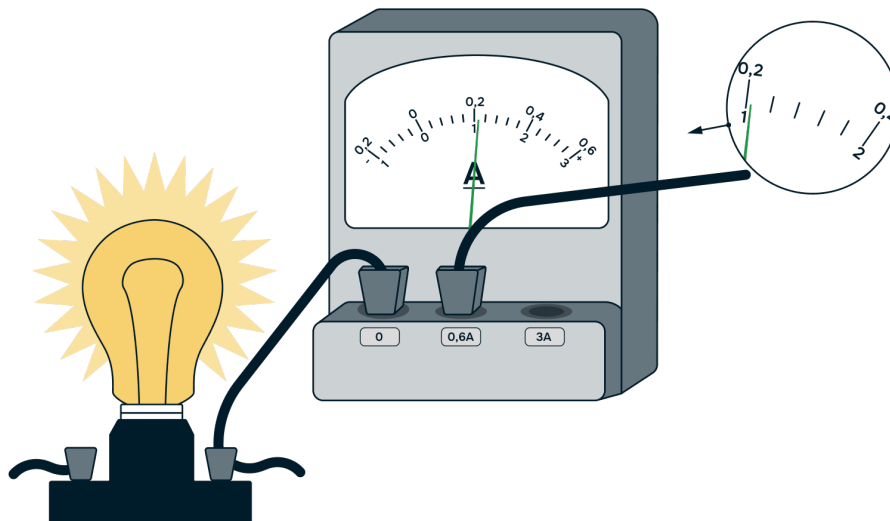
Частота не изменяется при переходе волны между средами. Меняются скорость и длина волны.

5) **Неверно**

При альфа-распаде выполняются все законы сохранения, в том числе закон сохранения заряда и закон сохранения энергии.

**Задача 19 #176011 Досрочный вариант 2026**

Чему равна сила тока в лампочке (см. рис.), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3 А равна 0,15 А, а на пределе измерения 0,6 А равна 0,03 А? Значение и погрешность запишите слитно без пробела. Ответ дайте в А.



**Решение**

Амперметр подключен к клемме 0,6 А, значит, ориентируемся по нижней шкале.

Из условия погрешность для этого предела равна 0,03 А.

Показание равно 0,20 А.

Тогда ответ: 0,200,03

**Задача 20 #176010 Досрочный вариант 2026**

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами при различной температуре (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование? Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

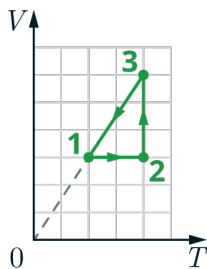
№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Молярная масса газа, г/моль
1	6	320	40
2	5	350	20
3	4	320	40
4	4	270	40
5	4	270	20

**Решение**

Чтобы обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа, необходимо зафиксировать все параметры, кроме молярной массы. Таким образом, нужно выбрать сосуды, в которых разные молярные массы газа, но одинаковые объемы сосудов и температуры газа. Таким условиям удовлетворяют сосуды 4 и 5.

**Задача 21 #175952 Досрочный вариант 2026**

Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1 – 2 – 3 – 1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V - T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 3–1. Постройте график цикла в координатах  $p - V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа.



**Решение**

Проанализируем процессы. Пусть  $p_i, V_i, T_i$  -соответственно давление, объем и температура газа в точках 1, 2, 3 и 4,  $i$  – номер точки.

Процесс 1-2: объём постоянен, по закону Шарля:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = p_1 \frac{T_2}{T_1},$$

пусть  $p_1 = p_0$ . По графику  $T_1 = 2T_0, T_2 = 4T_0, V_1 = 3V_0$  тогда

$$p_2 = p_0 \frac{4T_0}{2T_0} = 2p_0.$$

Процесс 2-3: изотермический, по закону Бойля-Мариотта:

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \Rightarrow p_3 = p_2 \frac{V_2}{V_3}$$

Из графика:  $V_2 = 3V_0, V_3 = 6V_0$ , тогда

$$p_3 = p_2 \frac{3V_0}{6V_0} = \frac{2p_0}{2} = p_0.$$

Процесс 3-1: Для его анализа воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где  $\nu$  – количество вещества. Так как количество газа постоянно, то:

$$\frac{pV}{T} = \nu R = const.$$

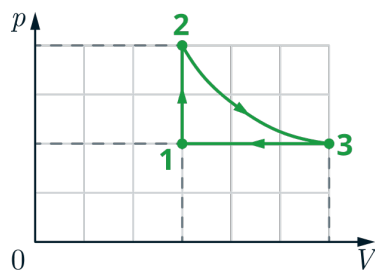
В процессе 3-1:  $V = \alpha T$ , где  $\alpha$  – некоторый коэффициент.

Подставим в предыдущее уравнение:

$$\frac{p\alpha T}{T} = p\alpha = const.$$

То есть давление в этом процессе постоянно.

Изобразим циклический процесс в координатах  $p - V$ : Процесс 1-2 – вертикальный отрезок, процесс 2-3 – гипербола, процесс 3-1 – возвращение в точку 1 по горизонтальной прямой.



Работа газа *ЧИСЛЕННО* равна площади под графиком. Так как площадь под графиком 2-3 больше, чем площадь под графиком 3-1, значит, работа газа в процессе 2-3 больше, чем модуль работы газа в процессе 3-1.

$$A_{23} > |A_{31}|$$

**Задача 22 #175953 Досрочный вариант 2026**

Сани с охотником покоятся на гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость заряда при его вылете из ружья равна 600 м/с. Общая масса охотника, ружья и саней равна 120 кг. Определите скорость саней с охотником после выстрела.

**Решение**

Запишем закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось с учетом того, что в начальный момент тела покоились и их суммарный импульс равен нулю:

$$0 = Mv - tu \Rightarrow v = \frac{tu}{M}$$

где  $M$  – масса саней и охотника,  $t$  – масса заряда,  $v$  – скорость саней после выстрела,  $u$  – скорость заряда.

Подставим численные значения:

$$v = \frac{0,03 \text{ кг} \cdot 600 \text{ м/с}}{120 \text{ кг}} = 0,15 \text{ м/с}$$

**Задача 23 #175955 Досрочный вариант 2026**

Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле индукцией 20 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Какой ток следует пропустить по проводнику, чтобы сила натяжения нитей уменьшилась вдвое? Масса единицы длины проводника 0,04 кг/м.

**Решение**

Изначально тока в проводнике нет, а значит второй закон Ньютона будет иметь следующую запись:

$$mg = 2T_1 \quad (1)$$

Где  $m$  – масса проводника,  $T_1$  – сила натяжения нити в первом случае. Ток пустили по проводнику и в результате появилась сила Ампера, которая направлена вверх (по правилу левой руки). Сила Ампера:

$$F_A = BIl\sin\alpha = BIl \quad (2)$$

где  $B$  – модуль вектора магнитной индукции,  $I$  – сила тока,  $l$  – длина проводника,  $\alpha = 90^\circ$  – угол между вектором магнитного поля и направлением тока в проводнике.

Второй закон Ньютона:

$$mg - 2T_2 - F_A = 0 \quad (3)$$

Где  $T_2$  – сила натяжения нити во втором случае, причем  $T_1 = 2T_2$ .

Подставим в уравнение (3) уравнения (1) и (2) и выразим силу тока:

$$mg - \frac{mg}{2} - BIl = 0 \Rightarrow I = \frac{mg}{2Bl}$$

Подставим численные значения:

$$I = \frac{0,04 \text{ кг/м} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{2 \cdot 0,02 \text{ Тл}} = 10 \text{ А}$$

**Задача 24 #175954 Досрочный вариант 2026**

Метеорологическая станция массой  $m = 20$  кг удерживается у поверхности Земли силой  $F = 1$  кН. Затем её отпускают, и она поднимается на высоту  $H$ . Температура воздуха у поверхности Земли равна  $T_1 = 17^\circ\text{C}$ , а на высоте  $H$  равна  $T_2 = -23^\circ\text{C}$ , давление на поверхности Земли равно  $p_0 = 10^5$  Па, а объем станции у поверхности Земли в 2 раза меньше, чем на высоте  $H$ . Определите давление воздуха  $p_1$  на высоте  $H$ .

**Решение**

Запишем второй закон Ньютона в векторном виде для станции у поверхности Земли и на высоте  $H$  с условием того, что шар покоится:

$$\vec{F}_{\text{Арх1}} + m\vec{g} + \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_{\text{Арх2}} + m\vec{g} = \vec{0}$$

где  $F_{\text{Арх1}} = \rho_1 g V_1$  – сила Архимеда в первом случае,  $V_1$  – начальный объем,  $\rho_1$  – плотность воздуха у поверхности Земли.

где  $F_{\text{Арх2}} = \rho_2 g V_2$  – сила Архимеда во втором случае,  $V_2 = 2V_1$  – конечный объем,  $\rho_2$  – плотность воздуха на высоте  $H$ .

Спроецируем второй закон Ньютона на вертикальную ось:

$$F_{\text{Арх1}} - mg - F = 0 \Rightarrow F_{\text{Арх1}} = mg + F$$

$$F_{\text{Арх2}} - mg = 0 \Rightarrow F_{\text{Арх2}} = mg$$

Поделим второе уравнение на первое и подставим формулу силы Архимеда:

$$\frac{\rho_2 g \cdot 2V_1}{\rho_1 g V_1} = \frac{mg}{F + mg} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{mg}{2(F + mg)} \quad (1)$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для воздуха у поверхности Земли и на высоте  $H$  через плотность воздуха:

$$p_0 = \frac{\rho_1 R T_1}{\mu} \quad p_1 = \frac{\rho_2 R T_2}{\mu}$$

где  $p_0$  – давление на поверхности Земли,  $p_1$  – давление на высоте  $H$ ,  $\mu$  – молярная масса воздуха. Поделим второе уравнение на первое, подставим отношение (1) и выразим искомое давление:

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{\rho_2 T_2}{\rho_1 T_1} \Rightarrow p_1 = \frac{p_0 m g T_2}{2(F + m g) T_1}$$

Подставим численные значения:

$$p_1 = \frac{10^5 \text{ Па} \cdot 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot (-23 + 273) \text{ К}}{2 \cdot (1000 \text{ Н} + 20 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2) \cdot (17 + 273) \text{ К}} \approx 7,2 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

**Задача 25 #174476 Демидова 2022, Досрочный вариант 2026**

На двойном фокусном расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой  $-5$  дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом  $2$  см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном по другую сторону линзы на расстоянии  $40$  см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

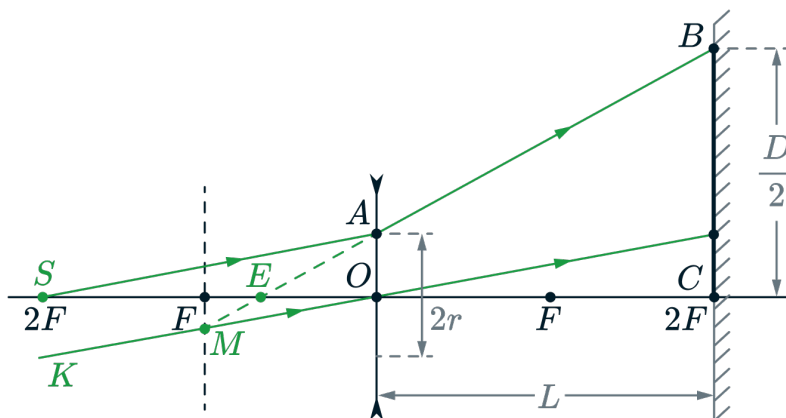
**Решение**

Найдем фокусное расстояние линзы:

$$F = \frac{1}{D_0} = \frac{1}{-5 \text{ дптр}} = -20 \text{ см},$$

где  $D_0$  – оптическая сила линзы.

Для нахождения диаметра светлого пятна надо пустить луч от источника  $S$  через край оправы – луч  $SA$  (см. рис.). Далее пустим луч  $KO$  через центр линзы параллельно лучу  $SA$  и найдём побочный фокус  $M$  и при преломлении луча  $SA$  его продолжение пройдет через точку  $M$ , а искомый диаметр равен  $2BC$ .



При этом точка  $E$  является мнимым изображением  $S$ . По формуле тонкой линзы:

$$-\frac{1}{|F|} = -\frac{1}{OE} + \frac{1}{SO} = -\frac{1}{OE} + \frac{1}{|2F|}$$

Отсюда

$$OE = \frac{2|F|}{3}.$$

Знак "-" так как изображение мнимое. Рассмотрим треугольники  $EAO$  и  $EBC$ , они подобны, так как  $BC$  и  $AO$  параллельны (по трём углам). Тогда

$$\frac{EO}{EC} = \frac{AO}{BC} \Leftrightarrow \frac{2|F|/3}{L + 2|F|/3} = \frac{r}{D/2}$$

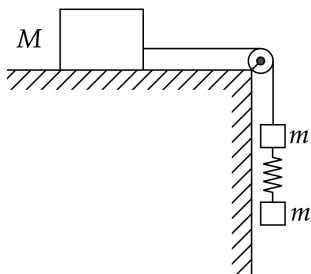
Здесь  $L = 2|F|$  – расстояние от линзы до экрана.

Тогда

$$D = \frac{r(3L + 2|F|)}{|F|} = \frac{2 \text{ см} \cdot (3 \cdot 40 \text{ см} + 2 \cdot 20 \text{ см})}{20 \text{ см}} = 16 \text{ см}$$

**Задача 26 #38781 Досрочный вариант 2026**

Груз массой  $M = 800$  г соединен невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой  $m = 400$  г. К этому бруску на легкой пружине жесткостью  $k = 80$  Н/м подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины  $l = 10$  см, коэффициент трения груза о поверхность стола  $\mu = 0,2$ . Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



**Решение**

**Обоснование**

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с поверхностью стола.
2. Будем описывать тела моделью материальной точки, так как они движутся поступательно.
3. Описывать движение материальных точек в ИСО будем, используя второй закон Ньютона.
4. Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения обоих брусков и груза равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}_3| = a.$$

5. Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на груз и верхний брусок, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$$

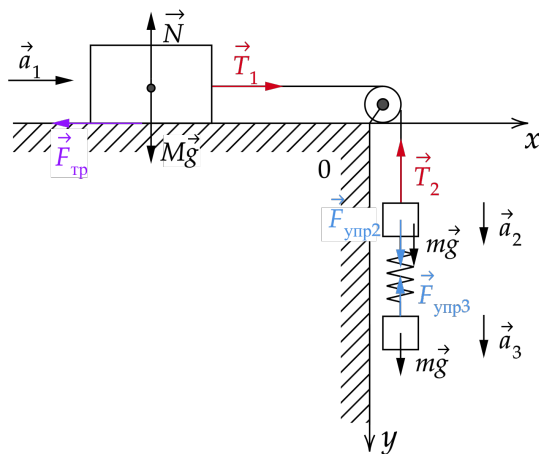
6. Равны по модулю и силы упругости, так как пружина легкая:

$$|\vec{F}_{\text{упр}2}| = |\vec{F}_{\text{упр}3}| = F_{\text{упр}}$$

7. Силы, действующие на тело, постоянные, а значит его движение можно считать равноускоренным, что следует из второго закона Ньютона.

**Решение**

На рисунке показаны силы, действующие на бруски и груз.



Запишем второй закон Ньютона для тела массой  $M$  и двух грузов массой  $m$ :

$$M\vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} = M\vec{a}_1,$$

$$m\vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{F}_{\text{упр}2} = m\vec{a}_2,$$

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}3} = m\vec{a}_3,$$

спроецируем второй закон Ньютона для тела  $M$  на вертикальную и горизонтальную оси, с учетом 4 и 5 пункта обоснования:

$$Mg = N$$

$$T - F_{\text{тр}} = Ma,$$

Сила трения скольжения равна:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu Mg \Rightarrow T - \mu Mg = Ma$$

Спроецируем второй закон Ньютона для тел  $m$ , с учётом, что  $F_{\text{упр}} = k\Delta l$  здесь  $\Delta l$  – удлинение пружины.

$$mg + k\Delta l - T = ma$$

$$mg - k\Delta l = ma$$

Получаем систем уравнений:

$$\begin{cases} T - \mu Mg = Ma \\ mg + k\Delta l - T = ma \\ mg - k\Delta l = ma \end{cases}$$

Сложим 3 уравнения и выразим ускорения:

$$T - \mu Mg + mg + k\Delta l - T + mg - k\Delta l = Ma + ma + ma \Rightarrow a = \frac{2mg - \mu Mg}{M + 2m}$$

Подставим численные значения:

$$a = \frac{2 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} - 0,2 \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{0,8 \text{ кг} + 2 \cdot 0,4 \text{ кг}} = 4 \text{ Н/кг}$$

Из последнего уравнения системы

$$\Delta l = \frac{m(g - a)}{k} = \frac{0,4 \text{ кг}(10 \text{ Н/кг} - 4 \text{ Н/кг})}{80 \text{ Н/м}} = 0,03 \text{ м}$$

тогда общая длина пружины

$$L = l + \Delta l = 0,1 \text{ м} + 0,03 \text{ м} = 0,13 \text{ м}$$

Задача		Ответ	Ед. изм.
1	-12		м/с <sup>2</sup>
2	750		Н/м
3	17,5		кг · м/с
4	80		Н
5	124		
6	41		
7	10		моль
8	350		Дж
9	235		
10	22		
11	1		нН
12	10		мкВ
13	2		
14	23		
15	32		
16	0,15		мкмоль
17	42		
18	13		
19	0,200,03		А
20	45		
21	$A_{23} >  A_{31} $		
22	$v = \frac{mu}{M} \approx 0,15$		м/с

Задача	Ответ	Ед. изм.
23	$I = \frac{mg}{2Bl} \approx 10$	А
24	$p_1 = \frac{p_0 mg T_2}{2(F + mg) T_1} \approx 7,2 \cdot 10^3$	Па
25	$D = r(3L D_0  + 2) \approx 16$	см
26	$L = l + \frac{m(g - \frac{2mg - \mu Mg}{M + 2m})}{k} \approx 0,13$	м