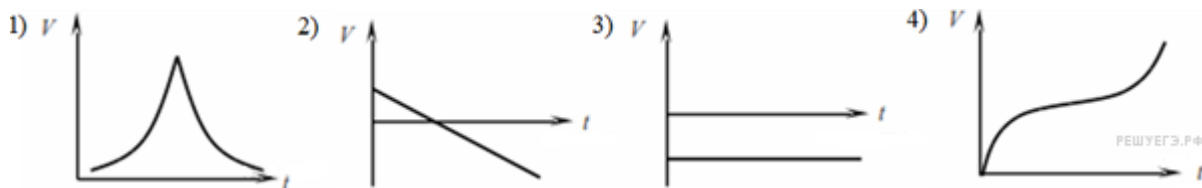


1) Мяч, брошенный вертикально вверх, падает на землю. Найдите график зависимости от времени проекции скорости на вертикальную ось, направленную вверх.



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

2) В инерциальной системе отсчета сила  $\vec{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

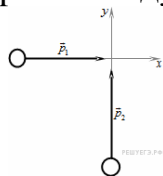
- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 2 раза
- 4) оставить неизменно

3) Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20 Н, сила трения 5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ \_\_\_\_\_

4) Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке.

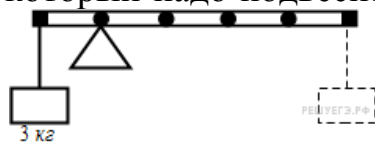
Модуль импульса первого тела равен  $3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ , а второго тела равен  $4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ . Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ \_\_\_\_\_ кг м/с

5) К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок).

Стержень расположили на опоре, отстоящей от его левого конца на 0,2 длины стержня. Чему равна масса груза, который надо подвесить к правому концу стержня,



чтобы он находился в равновесии?

Ответ \_\_\_\_\_ кг

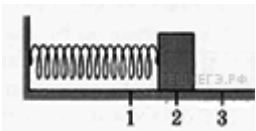
б) Груз массой  $m$ , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $x_0$ . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной потенциальной энергией пружины и частотой колебаний, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины	Частота колебаний

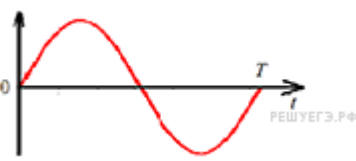
7) Груз изображенного на рисунке пружинного маятника может совершать гармонические колебания между точками 1 и 3.



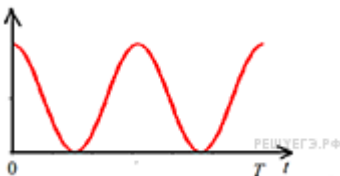
Период колебаний груза  $T$ . Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания груза после начала колебаний из положения в точке 1.

**ГРАФИКИ**

А)



Б)



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) Потенциальная энергия пружинного маятника;
- 2) Кинетическая энергия груза на пружине;
- 3) Проекция скорости груза на ось  $Ox$ ;
- 4) Проекция ускорения груза на ось

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

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

А	Б
---	---



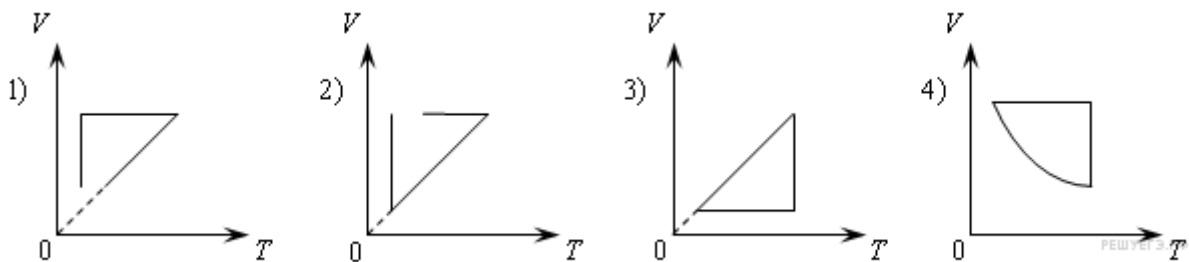
8) Одним из подтверждений положения молекулярно-кинетической теории строения вещества о том, что частицы вещества хаотично движутся, может служить:

- А. Возможность испарения жидкости при любой температуре.
- Б. Зависимость давления столба жидкости от глубины.
- В. Выталкивание из жидкости погруженных в нее тел.

Какие из утверждений правильны?

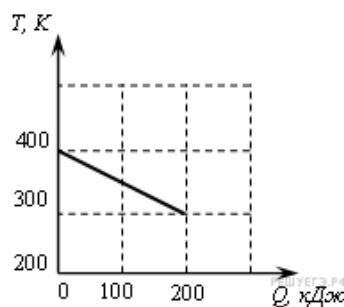
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только А и Б
- 4) только Б и В

9) Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа уменьшился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях  $V—T$  соответствует этим изменениям состояния газа?



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

10) На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты.



Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

Ответ \_\_\_\_\_ Дж/ кг К

11) Температуру холодильника идеальной тепловой машины уменьшили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины, количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, и работа газа 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 тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы	Работа газа за цикл

12) Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются ( $N$  — число частиц,  $p$  — давление,  $V$  — объем,  $T$  — абсолютная температура,  $Q$  — количество теплоты).

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

ПРОЦЕССЫ

ФОРМУ-  
ЛЫ

- А) Изобарный процесс при  $N = const$   
 Б) Изотермический процесс  
 при  $N = const$

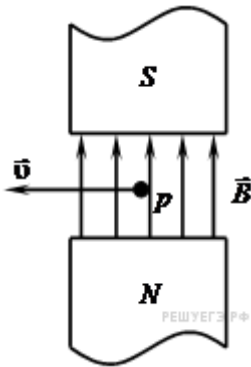
- 1)  $\frac{p}{T} = const$
- 2)  $\frac{V}{T} = const$
- 3)  $pV = const$
- 4)  $Q = 0$

А	Б

13) Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, а один из зарядов увеличили в 3 раза. Силы взаимодействия между ними

- 1) не изменились
- 2) уменьшились в 3 раза
- 3) увеличились в 3 раза
- 4) увеличились в 27 раз

14) Протон  $p$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость  $v$ , перпендикулярно вектору индукции  $B$  магнитного поля, направленному вертикально. Куда направлена действующая на протон сила Лоренца  $F$ ?



- 1) от наблюдателя
- 2) к наблюдателю
- 3) горизонтально вправо
- 4) вертикально вниз

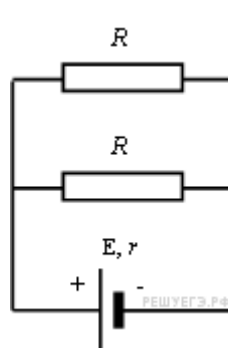
15) Чему равно время прохождения тока силой 5 А по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В в проводнике выделяется количество теплоты, равное 540 кДж?

Ответ \_\_\_\_\_ с

16) Плоский воздушный конденсатор имеет емкость  $C$ . Как увеличится его емкость, если расстояние между его пластинами уменьшить в 3 раза?

Ответ \_\_\_\_\_

17) К источнику тока присоединены два одинаковых резистора, соединенных параллельно.



Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в цепи и напряжение на клеммах источника тока, если удалить один из резисторов?

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 цепи	Сила тока в цепи	Напряжение на источнике тока

18) Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальное напряжение конденсатора равно  $U$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

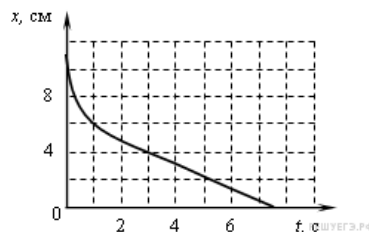
- А) Энергия запасенная в колебательном контуре
- Б) Максимальная сила тока, протекающего через катушку

### ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1)  $\frac{CU^2}{2}$
- 2)  $\frac{U^2}{2L}$
- 3)  $\frac{UL}{C}$
- 4)  $U\sqrt{\frac{C}{L}}$

А	Б

19) Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени.



Согласно графику

- 1) шарик все время двигался с постоянным ускорением
- 2) ускорение шарика увеличивалось в течение всего времени движения
- 3) первые 3 с шарик двигался с постоянной скоростью
- 4) после 3 с шарик двигался с постоянной скоростью

20.) Установите соответствие между описанием действий человека в первом столбце таблицы и названиями этих действий во втором столбце.

### ДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА

### НА- ЗВА- НИЕ ДЕЙ- СТВИЯ

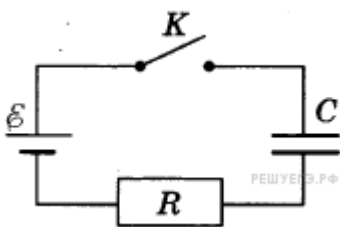
- А) В летний день человек увидел на небе радугу после дождя.  
 Б) Он подумал, что возможно разноцветная радуга возникает в результате какого-то взаимодействия белого солнечного света с каплями дождя.  
 В) Для проверки этого предположения человек в солнечный день взял садовый шланг и пустил из него струю воды так, чтобы она распалась на множество мелких капель воды. И он увидел маленькую радугу.

- 1) эксперимент
- 2) наблюдение
- 3) гипотеза

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

А	Б	В

21)



Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором  $R = 20 \text{ кОм}$  (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью  $\pm 1 \text{ мкА}$ , представлены в таблице

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
----------------	---	---	---	---	---	---	---

I, мкА	300	110	40	15	5	2	1
--------	-----	-----	----	----	---	---	---

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) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
- 5) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

22) Брусок массой  $m = 2$  кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы  $F = 12$  Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль силы трения, действующей на брусок? Ответ приведите в Ньютонах.

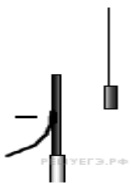
23) Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Чему равна работа, совершенная газом в этом процессе? Ответ приведите в кДж.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

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

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

25). Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.

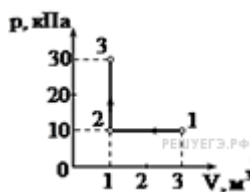


26). Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и



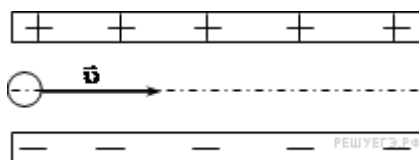
столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся сцепленные брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

27).



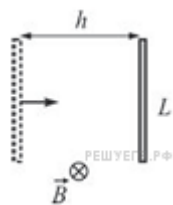
На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?

28). Пылинка, имеющая массу  $10^{-8}$  г и заряд  $(-1,8) \cdot 10^{-14}$  Кл, влетает в электрическое поле вертикального высокого конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок, вид сверху).



Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой пылинка влетает в конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 5 000 В. Система находится в вакууме.

29).



Тонкий стержень длиной  $L = 50$  см начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением. Движение происходит в однородном магнитном поле индукцией  $B = 2$  Тл, линии которого перпендикулярны стержню и направлению его скорости. К моменту, когда стержень сместился от исходного положения на расстояние  $h = 20$  м, разность потенциалов между концами стержня была равна  $U = 0,5$  В. Найдите ускорение стержня.

Ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	0,25	5	0,75	221	31	1	1	500
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
121	23	4	1	900	3	121	14	4	231
21	22	23	24						
35	2,8	1	2						

25.



**Решение.**

Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдет её электризация: та её сторона, которая ближе к пластине, будет иметь положительный заряд, а противоположная сторона — отрицательный.

Поскольку силы взаимодействия заряженных тел уменьшаются с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет сильнее отталкивания правой стороны гильзы, и гильза будет двигаться к пластине, пока не коснется её.

В момент касания часть электронов перейдет с отрицательно заряженной пластины на гильзу, гильза приобретет отрицательный заряд и оттолкнется от одноименно заряженной пластины. Гильза отклонится вправо и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю.

26.

**Решение.**

Пусть  $m$  — масса куска пластилина,  $M$  — масса бруска,  $u_0$  — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия. Согласно закону сохранения импульса имеем:

$$Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)u_0.$$

Так как  $M = 4m$ , то

$$4m \frac{1}{3} v_{пл} - mv_{пл} = 5mu_0 \Rightarrow 4mv_{пл} - 3mv_{пл} = 15mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15} v_{пл}.$$

По условию конечная скорость бруска с пластилином  $u = 0,7u_0$ . По закону изменения механической энергии имеем:

$$\frac{(M+m)u_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \mu(M+m)gS \Rightarrow \frac{5m\left(\frac{1}{15}v_{пл}\right)^2}{2} = \frac{5m\left(0,7\frac{1}{15}v_{пл}\right)^2}{2} + 5m\mu gS \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2}v_{пл}^2 - \frac{0,49}{2 \cdot 15^2}v_{пл}^2 = \mu gS \Rightarrow S = \frac{0,255}{225} \cdot \frac{v_{пл}^2}{\mu g} = 0,15$$

Ответ:  $S = 0,15\text{м}$ .

27.

**Решение.**

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу $A'$ . Выполняется первый закон термодинамики. Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной над газом.	$Q = \Delta U - A'$ ; $Q = U_3 - U_1 - A'$ .	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа. Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$U_1 = \frac{3}{2}p_1V_1, U_3 = \frac{3}{2}p_3V_3$ $A' = p_1\Delta V$ .	1
3	Получение правильного численного значения количества теплоты. Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) - p_1\Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) - 10^4 \cdot 2 = -2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ .	1
	<i>Максимальный балл</i>		3

28.

**Решение.**

Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля:  $F_{эл} = E|q|$ . Связь напряженности электрического поля с напряжением на пластинах конденсатора:  $E = \frac{U}{d}$ ,

где  $d$  — расстояние между пластинами. Второй закон Ньютона в проекции на ось, перпендикулярную пластинам:  $F_{эл} = ma$ , или  $\frac{|q|U}{d} = ma$ .

Сила со стороны электрического поля действует в горизонтальном направлении, в вертикальной плоскости будет обычное движение под действием силы тяжести, по параболе. Время полёта вдоль пластин составляет  $t = \frac{l}{v}$ . За это время частица сместится в сторону пластины на  $s = \frac{at^2}{2} = \frac{|q|Ul^2}{2dmv^2}$ . Условием пролёта насквозь является  $s \leq \frac{d}{2}$ . Откуда получаем минимальную скорость:

$$v = \frac{l}{d} \sqrt{\frac{|q|U}{m}}$$

Ответ:  $v = 30$  м/с.

29.

### Решение.

При движении проводящего стержня в однородном магнитном поле, перпендикулярном линиям индукции, между концами стержня возникает разность потенциалов. Она определяется магнитным потоком через площадь, «заметаемую» этим стержнем за малое время  $\Delta t$ , и по модулю равна ЭДС индукции. В данном случае этот поток равен  $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = BLv\Delta t$ , где  $v$  - скорость движения проводника в данный момент времени.

Тогда  $U = |\varepsilon_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BLv$ . Согласно законам равноускоренного движения проводник, начиная движение из состояния покоя и двигаясь с ускорением  $a$ , преодолев расстояние  $h$  приобретает скорость  $v = \sqrt{2ah}$ . Следовательно,  $U = BL\sqrt{2ah}$ , откуда находим:

$a = \frac{U^2}{2hB^2L^2}$ . Подставляя числовые значения и проверяя размерность, получим:  $a = 0,625$  см/с<sup>2</sup>.

Ответ:  $a = \frac{U^2}{2hB^2L^2} = 0,625$  см/с<sup>2</sup>.