

Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

17 мая 2021 года

Вариант ФИ2010503

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово (слова). Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия

давление: 10^5 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса

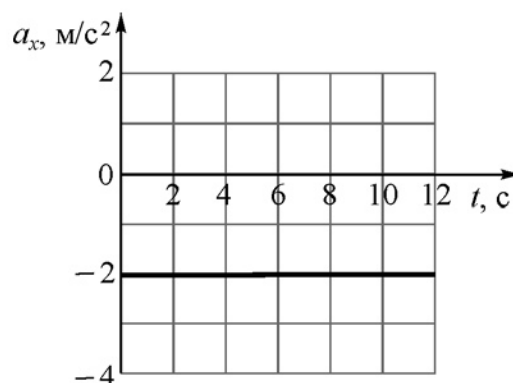
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Точечное тело движется вдоль прямой OX по гладкой горизонтальной поверхности. На рисунке изображён график зависимости проекции a_x ускорения этого тела от времени t . В момент времени $t = 5$ с проекция скорости этого тела на ось OX равна 10 м/с. Чему был равен модуль скорости этого тела в момент начала движения при $t = 0$?



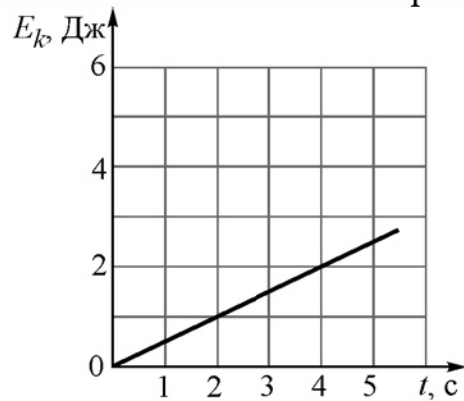
Ответ: _____ м/с.

2

В 2016 году астрофизик К. Батыгин высказал гипотезу о существовании в Солнечной системе девятой планеты. Он оценил, что масса этой планеты примерно в 10 раз больше массы Земли, а диаметр – примерно в 4 раза больше земного. Считая эти оценки правильными, найдите отношение модуля ускорения свободного падения на поверхности Земли к модулю ускорения свободного падения на поверхности этой планеты. Неизвестную планету и Землю можно считать однородными шарами. Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

- 3 Точечное тело массой 8 кг движется вдоль горизонтальной прямой. На рисунке изображена зависимость кинетической энергии E_k этого тела от времени t . Чему равен модуль импульса этого тела в момент времени $t = 2$ с?



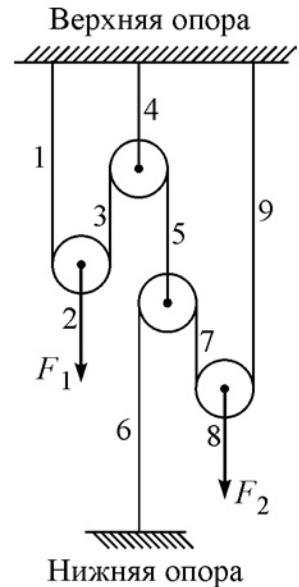
Ответ: _____ кг·м/с.

- 4 Первый математический маятник совершает 80 колебаний за 35 с, а второй математический маятник совершает 120 колебаний за 105 с. Во сколько раз длина второго маятника больше длины первого?

Ответ: _____ раз(-а).

5

Две силы F_1 и F_2 уравнивают систему невесомых блоков, соединённых с помощью невесомых нерастяжимых нитей. Цифрами на рисунке обозначены свободные вертикальные участки нитей. Выберите два верных утверждения.



- 1) На верхнюю опору со стороны всех нитей действует полная сила, модуль которой равен сумме модулей сил F_1 и F_2 .
- 2) На нижнюю опору со стороны нити действует сила, модуль которой меньше, чем сумма модулей сил F_1 и F_2 .
- 3) Модуль силы натяжения участка нити 2 в четыре раза меньше модуля силы натяжения участка нити 9.
- 4) Модуль силы натяжения участка нити 1 равен модулю силы натяжения участка нити 8.
- 5) Модуль силы натяжения участка нити 6 в четыре раза больше модуля силы натяжения участка нити 4.

Ответ:

6

Подъёмный кран на стройке равномерно поднимает груз на некоторую высоту. Бригадир распорядился подцепить к крюку крана груз вдвое меньшей массы и поднять его на ту же высоту за втрое меньшее время. Как изменятся в течение второго подъёма по сравнению с первым подъёмом совершаемая краном работа и его полезная мощность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

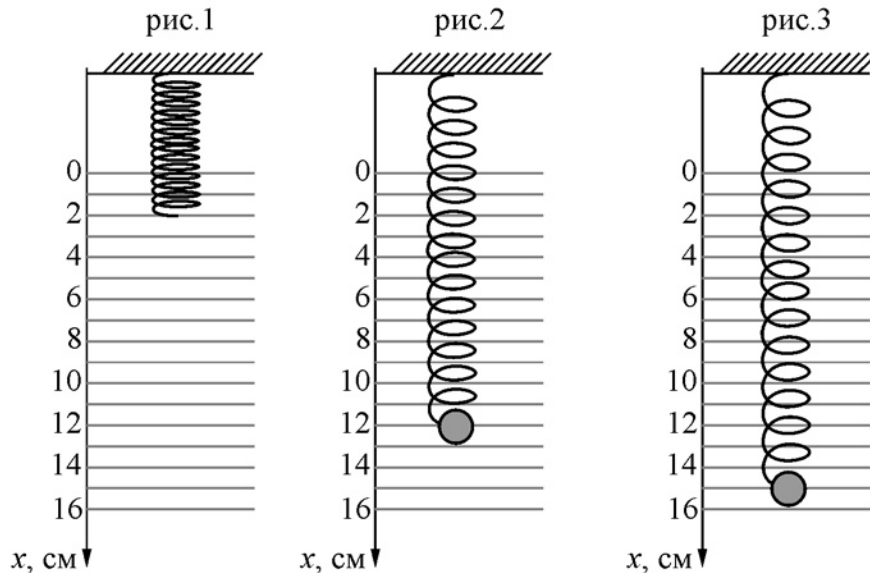
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Работа, совершаемая краном	Полезная мощность крана

7

Невесомую пружину подвешивают к потолку в вертикальном положении (см. рис. 1). Затем к её свободному концу прикрепляют груз так, чтобы он оказался в положении равновесия (см. рис. 2). После этого груз смещают вдоль вертикали из положения равновесия (см. рис. 3) и отпускают без начальной скорости.



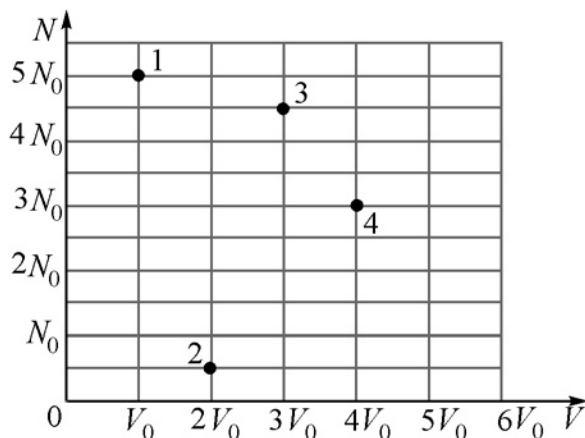
Груз начинает совершать свободные гармонические колебания. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В СИ
А) модуль максимальной скорости груза	1) 0,3
Б) частота ν колебаний груза	2) 0,628
	3) 3
	4) $\approx 1,6$

Ответ:

А	Б

- 8** В сосуде под поршнем находится идеальный газ. В стенке сосуда есть клапан, с помощью которого можно изменять количество газа в сосуде. Перемещая поршень, можно изменять объём сосуда. На диаграмме изображены четыре равновесных состояния газа, соответствующие разным значениям числа N частиц в сосуде и занимаемого газом объёма V . Температура газа поддерживается постоянной. Определите отношение максимального давления в сосуде к минимальному.



Ответ: _____.

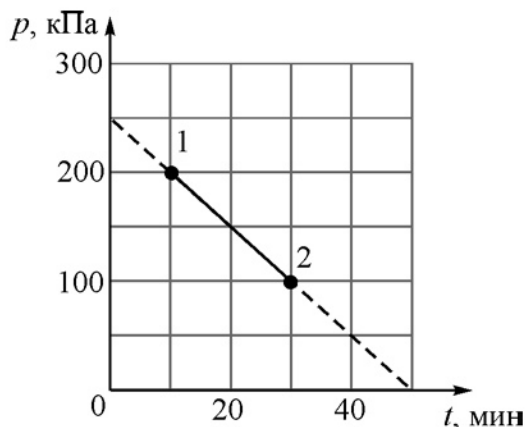
- 9** Идеальный одноатомный газ занимал объём 3 л при давлении 400 кПа. Затем газ расширился и стал занимать объём 5 л при давлении 200 кПа. В этом процессе газ совершил работу 500 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе, если масса газа в сосуде неизменна?

Ответ: _____ Дж.

- 10** В алюминиевый калориметр массой 300 г, находившийся при температуре 20 °С, налили 200 г воды, температура которой была равна 50 °С. Через некоторое время, когда между водой и калориметром установилось тепловое равновесие, температура воды в нём оказалась равной 40 °С. Какое количество теплоты было отдано водой и калориметром в окружающую среду?

Ответ: _____ Дж.

- 11** В сосуде находится два моля азота. В момент времени $t = 0$ в сосуде приоткрывают клапан, через который газ начинает просачиваться из сосуда в окружающую среду. При этом температура газа в сосуде поддерживается равной 301 К. На рисунке изображён график зависимости давления p газа в сосуде от времени t .



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Скорость утечки газа равна 0,04 моль/мин.
- 2) Объём сосуда равен ≈ 2 литра.
- 3) Начальная концентрация газа в сосуде была равна $\approx 100 \text{ м}^{-3}$.
- 4) Масса газа в сосуде в начальный момент времени была равна 56 г.
- 5) Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа в состоянии 1 в три раза больше, чем в состоянии 2.

Ответ:

--	--

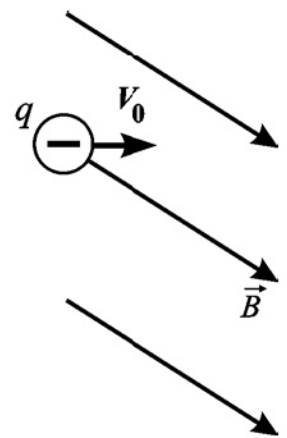
12 В закрытом сосуде объёмом V находится влажный воздух при температуре T . Его относительная влажность равна φ . Давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно p_n , молярная масса воды μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) концентрация водяных паров в сосуде	1) $\frac{\mu\varphi p_n}{RT}$
Б) плотность водяных паров в сосуде	2) $\mu\varphi p_n RT$
	3) $\frac{\varphi p_n}{kT}$
	4) $\frac{p_n}{\varphi kT}$

Ответ:

А	Б

13 Отрицательно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле (см. рисунок).



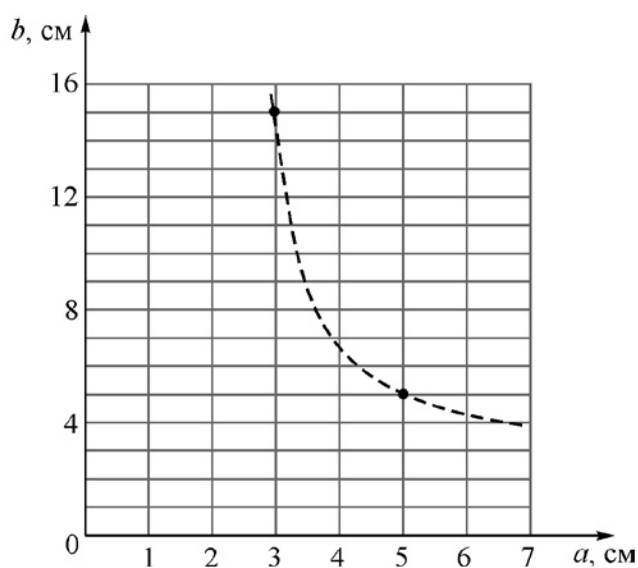
Определите, как направлена относительно плоскости рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на эту частицу. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

- 14 В результате распада элементарной частицы с некоторым зарядом q – пиона – рождаются электрон, электронное антинейтрино и электрон-позитронная пара. Найдите отношение q/e , где e – *модуль* заряда электрона. Ответ дайте в виде целого числа (с учётом знака).

Ответ: _____.

- 15 Точечный источник света располагается на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от линзы. Действительное изображение этого источника в данной линзе находится на расстоянии b от неё. На рисунке изображён график зависимости b от a . Определите оптическую силу этой линзы.



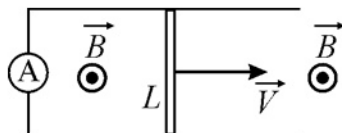
Ответ: _____ дптр.

16 Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых идеальной батареи с ЭДС E , катушки сопротивлением R и индуктивностью L , а также ключа, который сначала разомкнут. Затем ключ замыкают. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Сразу после замыкания ключа сила электрического тока в цепи будет равна нулю.
- 2) Сразу после замыкания ключа напряжение на катушке будет равно нулю.
- 3) После замыкания ключа сила тока в цепи будет неограниченно возрастать.
- 4) После замыкания ключа сила тока в цепи сначала начнёт возрастать, а затем уменьшится до нуля.
- 5) Через очень большое время после замыкания ключа в резисторе будет выделяться постоянная тепловая мощность E^2/R .

Ответ:

17 В вертикальном однородном магнитном поле с индукцией B равномерно перемещают вдоль горизонтальной плоскости со скоростью V проводник длиной L (см. рисунок, вид сверху). Концы проводника скользят по проводящим рельсам, сопротивление которых пренебрежимо мало. Между концами рельсов включён идеальный амперметр.



Как изменятся возникающая в контуре ЭДС индукции и сила протекающего через амперметр тока, если проводник заменить на другой – той же длины и поперечного сечения, но с бóльшим удельным сопротивлением, и перемещать его с той же скоростью в том же магнитном поле?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

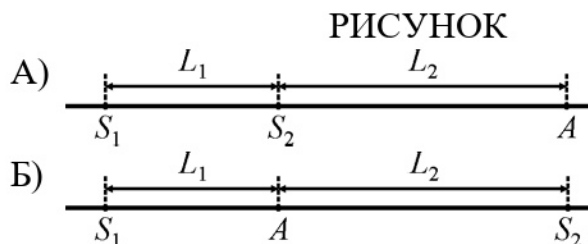
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ЭДС индукции, возникающая в контуре	Сила тока, протекающего через амперметр

18 Два синфазных когерентных источника света S_1 и S_2 , а также точка A расположены на одной прямой. В точке A наблюдается интерференционный минимум. Длина волны излучаемого света λ .

Установите соответствие между рисунками и формулами, связывающими расстояния L_1 и L_2 , показанные на этих рисунках.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. В формулах m – натуральное число.



ФОРМУЛА

1) $L_1 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

2) $L_2 - L_1 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

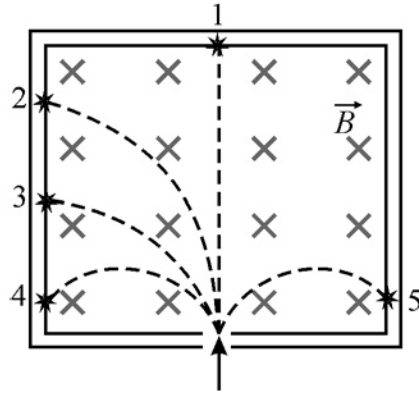
3) $L_2 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

4) $L_1 + L_2 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$

Ответ:

А	Б

- 19** На рисунке изображены треки α -частицы, электрона, позитрона, нейтрона и протона, движущихся в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рисунка. Скорости всех частиц в момент их попадания в поле одинаковые. Определите массовое и зарядовое число частицы, которая обозначена номером 1.



Массовое число	Зарядовое число

- 20** В двух пробирках находятся два разных радиоактивных элемента. Начальное количество ядер первого элемента в 8 раз больше начального количества ядер второго элемента. Через время, равное восьми периодам полураспада первого элемента, количества нераспавшихся ядер первого и второго элементов оказались одинаковыми. Найдите отношение периода полураспада второго элемента к периоду полураспада первого элемента.

Ответ: _____.

21 В первом эксперименте атомы водорода облучают потоком фотонов такой частоты, что электроны в атомах переходят с энергетического уровня с номером $n > 1$ на энергетический уровень с номером $n + 1$. При постановке второго эксперимента частоту фотонов подбирают такой, что электроны в атомах переходят с энергетического уровня с номером $n - 1$ на энергетический уровень с номером n . Определите, как изменяются во втором эксперименте по сравнению с первым длина волны падающего на атом фотона и приращение энергии атома в результате поглощения фотона. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны падающего на атом фотона	Приращение энергии атома в результате поглощения фотона

22 Для измерения освещённости используют приборы, называемые люксметрами (единица освещённости в СИ – люкс). На рисунке показана фотография современного цифрового люксметра, сделанная во время его использования. Чему равна измеренная с помощью этого люксметра освещённость, если в паспорте прибора указано, что он обеспечивает погрешность измерения 10 %?



Ответ: (_____ \pm _____) люкс.

23

Для экспериментальной проверки закона Шарля ученику был выдан комплект оборудования для практических заданий по теме «Газовые законы». В состав этого комплекта входят:

- 1) манометр;
- 2) сосуд постоянного объёма, снабжённый нагревательным элементом, встроенным термометром и клапаном для подсоединения манометра;
- 3) вертикальный цилиндрический сосуд с гладкими стенками, закрытый сверху массивным поршнем, снабжённый нагревательным элементом и встроенным термометром;
- 4) секундомер;
- 5) линейка.

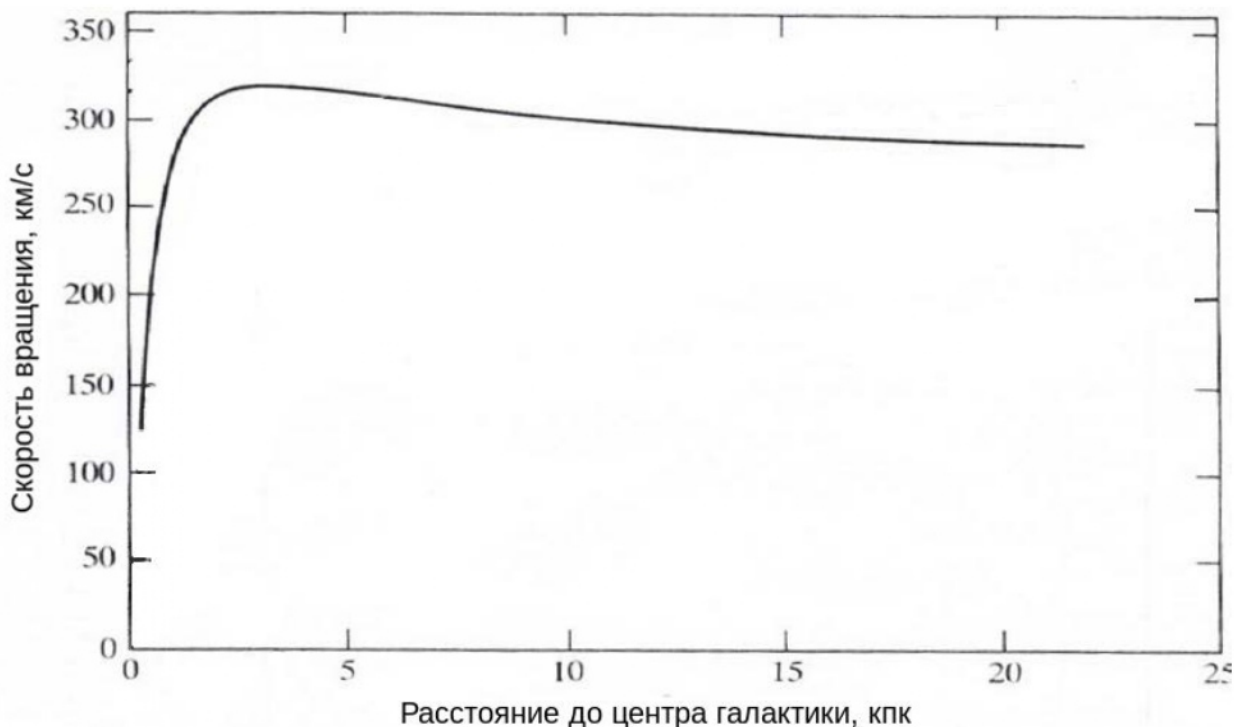
Укажите номера двух приборов, которые необходимо использовать ученику для проверки указанного закона.

Ответ:

--	--

24

На графике изображена кривая вращения – зависимость скорости вращения звёзд вокруг центра от расстояния до центра – галактики NGC 4378.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют данному графику.

- 1) Галактика вращается, как твёрдое тело.
- 2) Вся масса галактики сосредоточена в её центре.
- 3) На расстоянии 20 кпк от центра галактики звезды движутся со скоростью около 300 км/с.
- 4) Скорость звёзд обратно пропорциональна корню из расстояния.
- 5) Во внешних областях галактики средняя плотность её вещества падает.

Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** В ходе адиабатного процесса над идеальным одноатомным газом была совершена работа 1495,8 Дж. В результате температура газа повысилась на 40 °С. Найдите количество вещества этого газа.

Ответ: _____ моль.

- 26** В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Сила тока I в этом контуре изменяется с течением времени t по следующему закону: $I(t) = 12 \cos\left(8 \cdot 10^4 \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$. В этой формуле все величины приведены в СИ. Чему был равен заряд конденсатора в момент времени $t = 0$?

Ответ: _____ мкКл.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

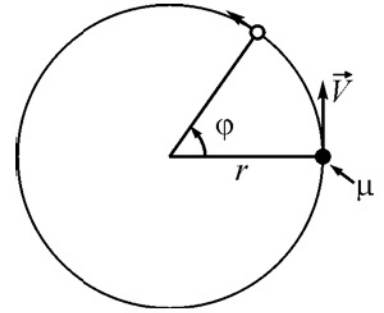
- 27** Зима в этом году оказалась необыкновенно снежной, с частыми сильными снегопадами и редкими оттепелями. На фотографиях видны торцы пластов снега на крышах в конце февраля 2021 г. По этим фотографиям можно идентифицировать процессы, влияющие на изменение толщины слоя снега с течением времени. В интернете также можно найти неполные данные о высоте снежного покрова h в Москве и о его приросте Δh на разные календарные даты (см. таблицу). Постройте приблизительно график зависимости высоты h снежного покрова в Москве от времени t (в днях) за три месяца зимы – декабрь, январь и февраль 2020/21 года, и объясните ход этого графика. Объяснения должны базироваться на физических процессах, происходящих в снегу после его выпадения под действием вышележащих слоёв, оттепелей и дождей. Используя построенный график, оцените среднюю скорость роста толщины снежного покрова за зиму.



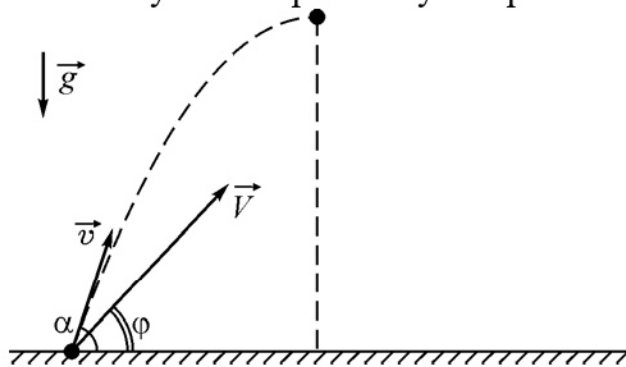
Дата	Δh , см	h , см	Примечание
01.12.20		0	После тёплых дней в ноябре
06.12.20		13	После обильного снегопада
15.12.20		6	
17.12.20	10		Сильный снегопад, потом оттепель
25.12.20			Подошёл циклон «Грета»
26.12.20		16	После снегопада
31.12.20		10	Оттепель до 04.01.21
14.01.21		30	После нескольких небольших снегопадов
16.01.21	10	40	Один мощный снегопад
23–29.01		16	Оттепель
31.01.21		38	После сильного снегопада
04.02.21	10		
10.02.21		33	
12–14.02		60	Рекордный снегопад
24–25.02	10		Сильный снегопад
27.02.21	–10		После оттепели с дождём

Чтобы крыша дома не рухнула под тяжестью снега, можно, например, расплавить его горячей водой или с помощью электронагревателей. Сравните затраты на расплавление площади $S = 1 \text{ м}^2$ слоя слежавшегося снега толщиной $h_c = 70 \text{ см}$, находящегося при температуре $T_c = -10 \text{ °C}$ и имеющего плотность $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$, этими двумя способами. Горячая вода из-под крана имеет температуру $T_b = +60 \text{ °C}$ и стоит сейчас $205,15 \text{ руб/м}^3$, а электроэнергия – $5,66 \text{ руб/(кВт·час)}$.

- 28** На шероховатой горизонтальной плоскости находится грузик, привязанный невесомой нерастяжимой тонкой нитью длиной $r = 60$ см к гвоздику, вбитому в плоскость. Коэффициент трения грузика о плоскость равен $\mu = 0,1$. Нить натягивают, и грузику толчком в горизонтальном направлении, перпендикулярном нити, сообщают скорость $V = 2,5$ м/с (см. рис.). На какой угол φ повернется нить к моменту остановки грузика?



- 29** С горизонтальной плоскости вначале бросают маленький мячик под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 20$ м/с. В момент, когда мячик достигает наивысшего положения на своей траектории, стреляют пулей из ружья со скоростью $V = 120$ м/с в направлении мячика, причём пуля вылетает из той же точки, из которой был брошен мячик (см. рисунок). Под каким углом φ к горизонту надо стрелять, чтобы пуля из ружья попала в мячик? Трением мячика и пули о воздух можно пренебречь. *Указание:* для численного решения уравнений используйте микрокалькулятор.



- 30** Идеальный тепловой двигатель 1, работающий по циклу Карно, имеет температуру нагревателя $T_{H1} = 900$ °С и холодильника – $T_{X1} = 0$ °С, потребляя за цикл количество теплоты Q^+ . Система из двух других идеальных тепловых двигателей 2 и 3 действует следующим образом. Двигатель 2 с той же температурой нагревателя $T_{H2} = T_{H1}$ и тем же потреблением теплоты за цикл Q^+ , что и двигатель 1, имеет температуру холодильника $T_{X2} = 70$ °С = T_{H3} , и этот холодильник является нагревателем для двигателя 3, отдавая ему все количество теплоты, полученное от двигателя 2, причём холодильник двигателя 3 имеет ту же температуру, что и у двигателя 1: $T_{X3} = T_{X1}$. Найдите, во сколько раз работа A_1 , производимая двигателем 1 за цикл, отличается от суммарной работы $A_2 + A_3$ двигателей 2 и 3.

31 На плоскости в вакууме расположен правильный шестиугольник, в вершинах которого находятся 6 одинаковых по величине электрических точечных зарядов – три положительных и три отрицательных. Пронумеруем вершины по часовой стрелке, начиная с какой-то произвольной, номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6. Пусть вначале в вершинах с номерами 1, 2, 3 находятся положительные заряды, а в остальных, с номерами 4, 5, 6, – отрицательные. Пусть в центре шестиугольника, точке O , один заряд создаёт электрическое поле с модулем напряжённости E_0 . Обозначим модуль напряжённости поля от всех зарядов в той же точке через E_1 . Затем заряды под номерами 3 и 4 поменяем местами. Обозначим поле в точке O в этом случае через E_2 . Найдите отношение E_1/E_2 .

32 Во время мощного снегопада в Москве 12-14 февраля 2021 года школьник решил оценить некоторые его параметры. Он для начала определил средний размер (диаметр) снежинок $d = 1$ см, которые при полном безветрии падали по вертикали с постоянной скоростью v , равномерно распределяясь по объёму воздуха, и пролетали за время $t_1 = 3$ с расстояние $h_1 = 6$ м. Затем школьник подсчитал среднее число снежинок N , выпадающих за время $t_2 = 3$ с на горизонтальную фанерку площадью $S = 0,5$ м², и оказалось, что $N = 50$. На основании этих данных школьник оценил «дальность прямой видимости» L в снегопад, то есть расстояние от наблюдателя, за пределами которого предметы уже будут не видны. Оцените и Вы это значение L .

Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

17 мая 2021 года

Вариант ФИ2010504

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово (слова). Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия

давление: 10^5 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

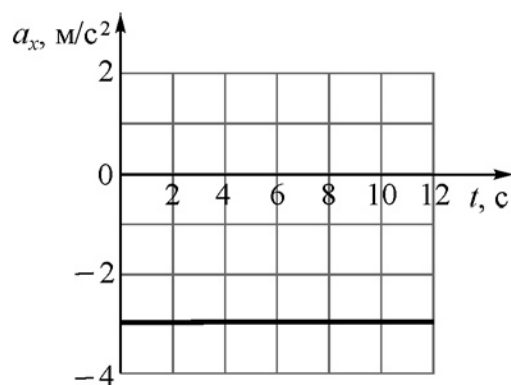
Молярная масса

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Точечное тело движется вдоль прямой OX по гладкой горизонтальной поверхности. На рисунке изображён график зависимости проекции a_x ускорения этого тела от времени t . В момент времени $t = 5$ с проекция скорости этого тела на ось OX равна -10 м/с. Чему был равен модуль скорости этого тела в момент начала движения при $t = 0$?

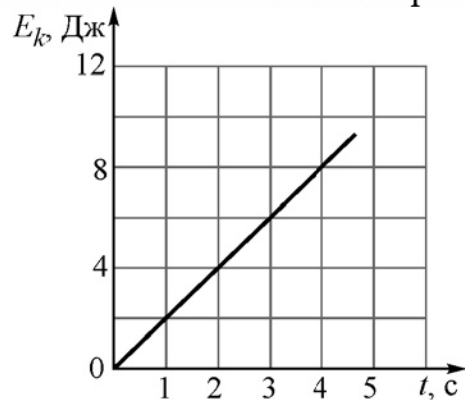


Ответ: _____ м/с.

- 2 В 2016 году астрофизик К. Батыгин высказал гипотезу о существовании в Солнечной системе девятой планеты. Он оценил, что масса этой планеты примерно в 10 раз больше массы Земли, а диаметр – примерно в 2 раза больше земного. Считая эти оценки правильными, найдите отношение модуля ускорения свободного падения на поверхности этой планеты к модулю ускорения свободного падения на поверхности Земли. Неизвестную планету и Землю можно считать однородными шарами. Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

- 3 Точечное тело массой 8 кг движется вдоль горизонтальной прямой. На рисунке изображена зависимость кинетической энергии E_k этого тела от времени t . Чему равен модуль импульса этого тела в момент времени $t = 2$ с?



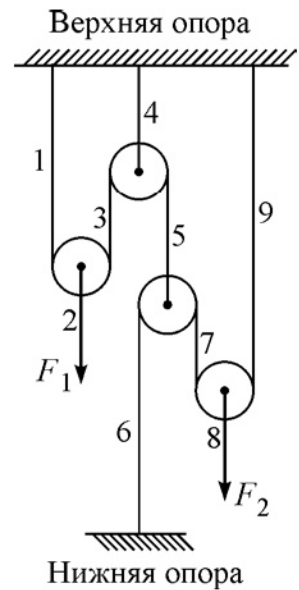
Ответ: _____ кг·м/с.

- 4 Первый математический маятник совершает 30 колебаний за 20 с, а второй математический маятник совершает 60 колебаний за 80 с. Во сколько раз длина второго маятника больше длины первого?

Ответ: _____ раз(-а).

5

Две силы F_1 и F_2 уравнивают систему невесомых блоков, соединённых с помощью невесомых нерастяжимых нитей. Цифрами на рисунке обозначены свободные вертикальные участки нитей. Выберите два верных утверждения.



- 1) На верхнюю опору со стороны всех нитей действует полная сила, модуль которой больше суммы модулей сил F_1 и F_2 .
- 2) На нижнюю опору со стороны нити действует сила, модуль которой равен сумме модулей сил F_1 и F_2 .
- 3) Модуль силы натяжения участка нити 2 в два раза меньше модуля силы натяжения участка нити 9.
- 4) Модуль силы натяжения участка нити 1 больше модуля силы натяжения участка нити 8.
- 5) Модуль силы натяжения участка нити 6 в четыре раза меньше модуля силы натяжения участка нити 4.

Ответ:

--	--

6

Подъёмный кран на стройке равномерно поднимает груз на некоторую высоту. Бригадир распорядился подцепить к крюку крана груз вдвое большей массы и поднять его на ту же высоту за втрое большее время. Как изменятся в течение второго подъёма по сравнению с первым подъёмом совершаемая краном работа и его полезная мощность?

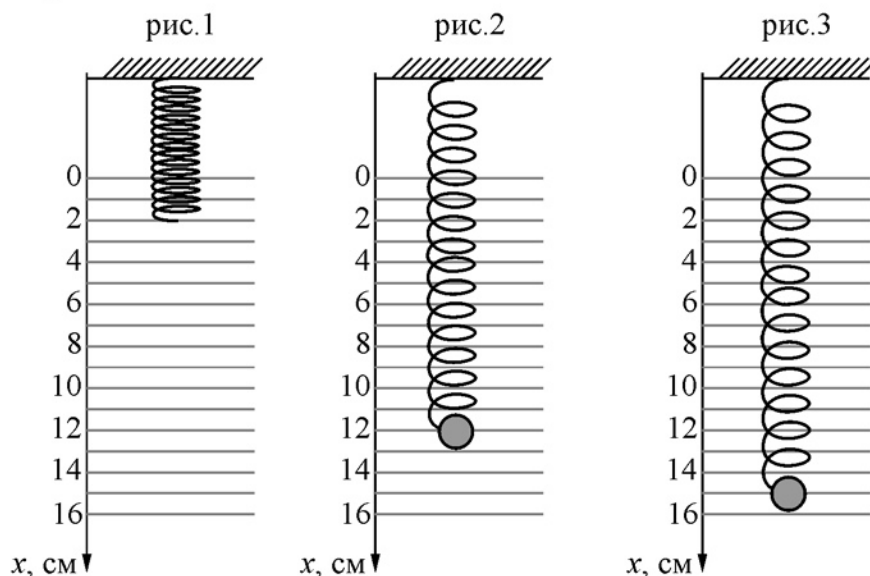
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа, совершаемая краном	Полезная мощность крана

7 Невесомую пружину подвешивают к потолку в вертикальном положении (см. рис. 1). Затем к её свободному концу прикрепляют груз так, чтобы он оказался в положении равновесия (см. рис. 2). После этого груз смещают вдоль вертикали из положения равновесия (см. рис. 3) и отпускают без начальной скорости.



Груз начинает совершать свободные гармонические колебания. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ В СИ

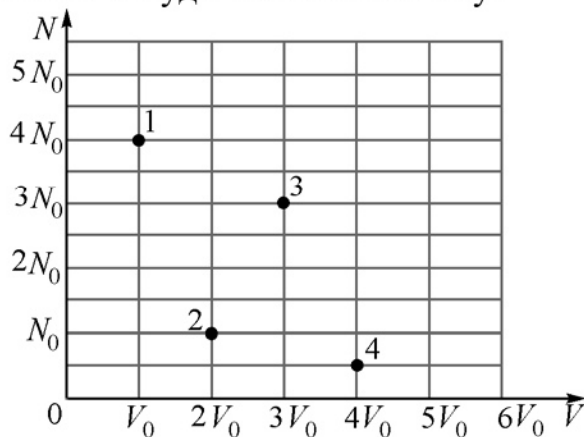
- А) модуль максимального ускорения груза
- Б) период колебаний груза

- 1) 0,3
- 2) 0,628
- 3) 3
- 4) $\approx 1,6$

Ответ:

А	Б

- 8 В сосуде под поршнем находится идеальный газ. В стенке сосуда есть клапан, с помощью которого можно изменять количество газа в сосуде. Перемещая поршень, можно изменять объём сосуда. На диаграмме изображены четыре равновесных состояния газа, соответствующие разным значениям числа N частиц в сосуде и занимаемого газом объёма V . Температура газа поддерживается постоянной. Определите отношение максимального давления в сосуде к минимальному.



Ответ: _____.

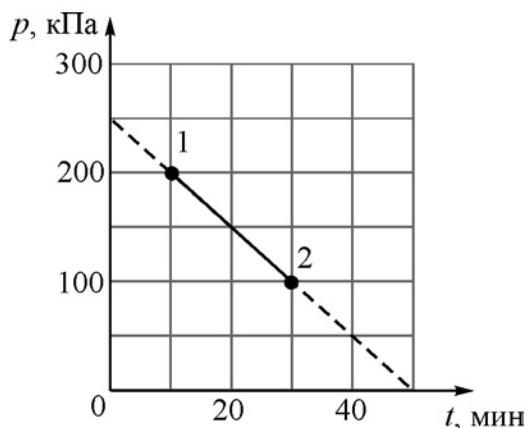
- 9 Идеальный одноатомный газ занимал объём 4 л при давлении 300 кПа. Затем газ расширился и стал занимать объём 6 л при давлении 150 кПа. В этом процессе газ совершил работу 550 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе, если масса газа в сосуде неизменна?

Ответ: _____ Дж.

- 10 В медный калориметр массой 500 г, находившийся при температуре 20°C , налили 200 г воды, температура которой была равна 50°C . Через некоторое время, когда между водой и калориметром установилось тепловое равновесие, температура воды в нём оказалась равной 40°C . Какое количество теплоты было отдано водой и калориметром в окружающую среду?

Ответ: _____ Дж.

- 11** В сосуде находится два моля кислорода. В момент времени $t = 0$ в сосуде приоткрывают клапан, через который газ начинает просачиваться из сосуда в окружающую среду. При этом температура газа в сосуде поддерживается равной 301 К. На рисунке изображён график зависимости давления p газа в сосуде от времени t .



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Скорость утечки газа равна 0,2 моль/мин.
- 2) Объём сосуда равен ≈ 20 литров.
- 3) Начальная концентрация газа в сосуде была равна $\approx 100 \text{ м}^{-3}$.
- 4) Масса газа в сосуде в начальный момент времени равна 32 г.
- 5) Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа в состоянии 1 и состоянии 2 одинакова.

Ответ:

--	--

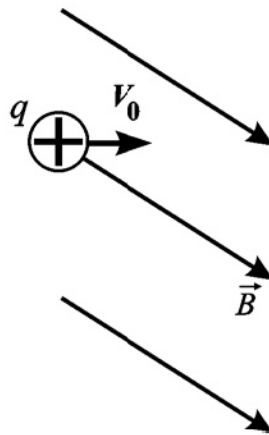
- 12** В закрытом сосуде объёмом V находится влажный воздух при температуре T . Его относительная влажность равна φ . Плотность насыщенных водяных паров при этой температуре равна ρ_n , молярная масса воды μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) масса воды в сосуде	1) $\varphi \mu \rho_n RT$
Б) парциальное давление водяных паров в сосуде	2) $\frac{\varphi \rho_n RT}{\mu}$
	3) $V \rho_n / \varphi$
	4) $\varphi V \rho_n$

Ответ:

А	Б

- 13** Положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле (см. рисунок).



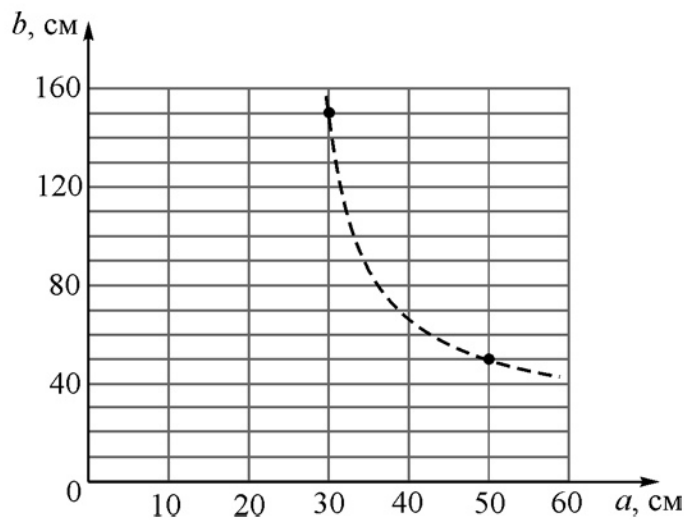
Определите, как направлена относительно плоскости рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на эту частицу. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14 В результате распада элементарной частицы с некоторым зарядом q – пиона – рождаются позитрон, электронное нейтрино и электрон-позитронная пара. Найдите отношение q/e , где e – *модуль* заряда электрона. Ответ дайте в виде целого числа (с учётом знака).

Ответ: _____.

15 Точечный источник света располагается на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии a от линзы. Действительное изображение этого источника в данной линзе находится на расстоянии b от неё. На рисунке изображён график зависимости b от a . Определите оптическую силу этой линзы.



Ответ: _____ дптр.

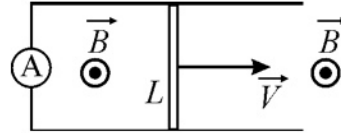
16 Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых идеальной батареи с ЭДС E , катушки сопротивлением R и индуктивностью L , а также ключа, который сначала разомкнут. Затем ключ замыкают.

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Сразу после замыкания ключа сила электрического тока в цепи будет отличной от нуля.
- 2) Сразу после замыкания ключа модуль напряжения на катушке будет равен E .
- 3) После замыкания ключа в цепи всё время будет протекать постоянный ток.
- 4) Через очень большое время после замыкания ключа в цепи будет протекать постоянный электрический ток силой E/R .
- 5) После замыкания ключа в цепи будут происходить гармонические колебания электрического тока.

Ответ:

- 17** В вертикальном однородном магнитном поле с индукцией B равномерно перемещают вдоль горизонтальной плоскости со скоростью V проводник длиной L (см. рисунок, вид сверху). Концы проводника скользят по проводящим рельсам, сопротивление которых пренебрежимо мало. Между концами рельсов включён идеальный амперметр.



Как изменятся сила протекающего через амперметр тока и возникающая в контуре ЭДС индукции, если проводник заменить на другой – той же длины и поперечного сечения, но с меньшим удельным сопротивлением, и перемещать его с той же скоростью в том же магнитном поле?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

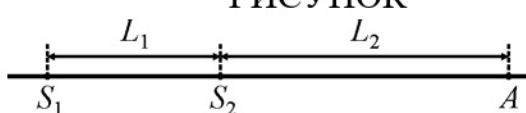
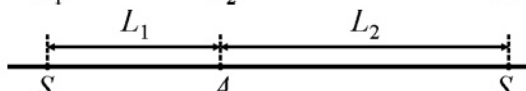
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока, протекающего через амперметр	ЭДС индукции, возникающая в контуре

- 18** Два синфазных когерентных источника света S_1 и S_2 , а также точка A расположены на одной прямой. В точке A наблюдается интерференционный максимум. Длина волны излучаемого света λ .

Установите соответствие между рисунками и формулами, связывающими расстояния L_1 и L_2 , показанные на этих рисунках.

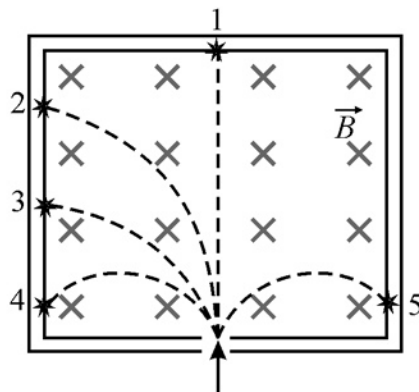
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. В формулах m – натуральное число.

РИСУНОК	ФОРМУЛА
А) 	1) $L_1 + L_2 = m\lambda$ 2) $L_2 - L_1 = m\lambda$
Б) 	3) $L_1 = m\lambda$ 4) $L_2 = m\lambda$

Ответ:

А	Б

- 19** На рисунке изображены треки α -частицы, электрона, позитрона, нейтрона и протона, движущихся в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рисунка. Скорости всех частиц в момент их попадания в поле одинаковые. Определите массовое и зарядовое число частицы, которая обозначена номером 4.



Массовое число	Зарядовое число

- 20** В двух пробирках находятся два разных радиоактивных элемента. Начальное количество ядер первого элемента в 8 раз больше начального количества ядер второго элемента. Через время, равное пяти периодам полураспада первого элемента, количества нераспавшихся ядер первого и второго элементов оказались одинаковыми. Найдите отношение периода полураспада второго элемента к периоду полураспада первого элемента.

Ответ: _____.

- 21** В первом эксперименте атомы водорода облучают потоком фотонов такой частоты, что электроны в атомах переходят с энергетического уровня с номером $n > 1$ на энергетический уровень с номером $n + 1$. При постановке второго эксперимента частоту фотонов подбирают такой, что электроны в атомах переходят с энергетического уровня с номером $n + 1$ на энергетический уровень с номером $n + 2$. Определите, как изменяются во втором эксперименте по сравнению с первым длина волны падающего на атом фотона и приращение энергии атома в результате поглощения фотона. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны падающего на атом фотона	Приращение энергии атома в результате поглощения фотона

- 22** Для измерения освещённости используют приборы, называемые люксметрами (единица освещённости в СИ – люкс). На рисунке показана фотография современного цифрового люксметра, сделанная во время его использования. Чему равна измеренная с помощью этого люксметра освещённость, если в паспорте прибора указано, что он обеспечивает погрешность измерения 10 %?



Ответ: (_____ \pm _____) люкс.

23 Для экспериментальной проверки закона Гей-Люссака ученику был выдан комплект оборудования для практических заданий по теме «Газовые законы». В состав этого комплекта входят:

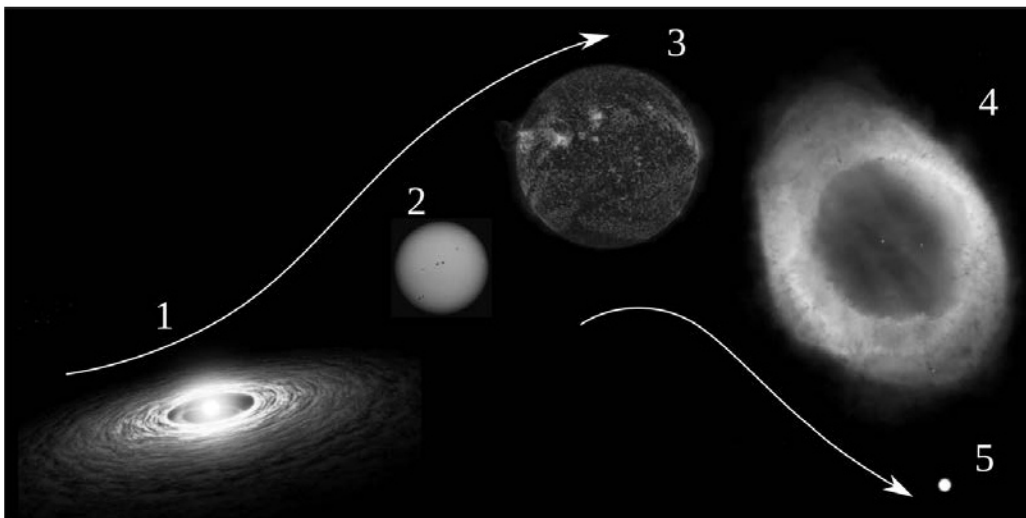
- 1) манометр;
- 2) сосуд постоянного объёма, снабжённый нагревательным элементом, встроенным термометром и клапаном для подсоединения манометра;
- 3) вертикальный цилиндрический сосуд с гладкими стенками, закрытый сверху массивным поршнем, снабжённый нагревательным элементом и встроенным термометром;
- 4) секундомер;
- 5) линейка.

Укажите номера двух приборов, которые необходимо использовать ученику для проверки указанного закона.

Ответ:

--	--

24 На рисунке схематично показана эволюция звезды типа Солнца. Масштабы изображений относительно друг друга не соблюдены. Стрелками показано направление эволюции от самой ранней (1), до последней (5) стадии.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этому рисунку.

- 1) Изображение (1) иллюстрирует стадию протозвезды.
- 2) На стадии (2) светимость звезды со временем уменьшается.
- 3) На стадии (3) оболочка звезды многократно расширяется.
- 4) На стадии (4) изображён остаток вспышки сверхновой.
- 5) На стадии (5) звезда превращается в чёрную дыру.

Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** В ходе адиабатного процесса идеальный одноатомный газ совершил работу 2493 Дж. В результате температура газа понизилась на 50 °С. Найдите количество вещества этого газа.

Ответ: _____ моль.

- 26** В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Сила тока I в этом контуре изменяется с течением времени t по следующему закону: $I(t) = 6 \cos\left(2 \cdot 10^4 \cdot t + \frac{\pi}{6}\right)$. В этой формуле все величины приведены в СИ. Чему был равен заряд конденсатора в момент времени $t = 0$?

Ответ: _____ мкКл.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 27** Зима в этом году оказалась необыкновенно снежной, с частыми сильными снегопадами и редкими оттепелями. На фотографиях видны торцы пластов снега на крышах в конце февраля 2021 г. По этим фотографиям можно идентифицировать процессы, влияющие на изменение толщины слоя снега с течением времени. В интернете также можно найти неполные данные о высоте снежного покрова h в Москве и о его приросте Δh на разные календарные даты (см. таблицу). Постройте приблизительно график зависимости высоты h снежного покрова в Москве от времени t (в днях) за три месяца зимы – декабрь, январь и февраль 2020/21 года, и объясните ход этого графика. Объяснения должны базироваться на физических процессах, происходящих в снегу после его выпадения под действием вышележащих слоёв, оттепелей и дождей. Используя построенный график, оцените максимальную скорость роста толщины снежного покрова этой зимой и укажите период времени, когда это было.

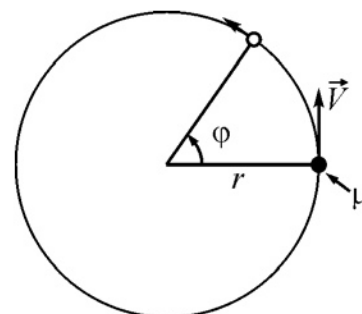


Дата	Δh , см	h , см	Примечание
01.12.20		0	После тёплых дней в ноябре
06.12.20		13	После обильного снегопада
15.12.20		6	
17.12.20	10		Сильный снегопад, потом оттепель
25.12.20			Подошёл циклон «Грета»
26.12.20		16	После снегопада
31.12.20		10	Оттепель до 04.01.21
14.01.21		30	После нескольких небольших снегопадов
16.01.21	10	40	Один мощный снегопад
23-29.01		16	Оттепель
31.01.21		38	После сильного снегопада
04.02.21	10		
10.02.21		33	
12-14.02		60	Рекордный снегопад
24-25.02	10		Сильный снегопад
27.02.21	-10		После оттепели с дождём

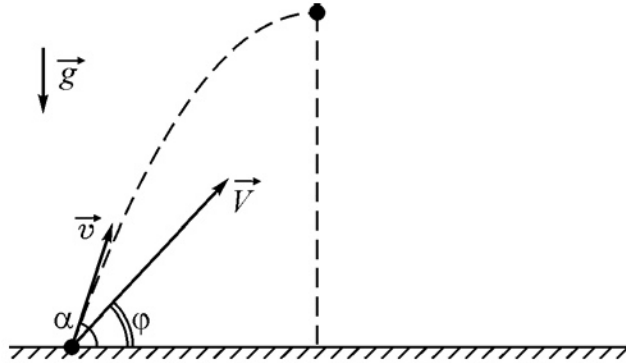
Чтобы крыша дома не рухнула под тяжестью снега, можно, например, расплавить его горячей водой или с помощью электронагревателей. Сравните затраты на расплавление площади $S = 100 \text{ м}^2$ слоя слежавшегося снега толщиной $h_c = 70 \text{ см}$, находящегося при температуре $T_c = -10 \text{ °C}$ и имеющего плотность $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$, этими двумя способами. Горячая вода из-под крана имеет температуру $T_b = +60 \text{ °C}$ и стоит сейчас $205,15 \text{ руб/м}^3$, а электроэнергия – $5,66 \text{ руб/(кВт·час)}$.

28

На шероховатой горизонтальной плоскости находится грузик, привязанный невесомой нерастяжимой тонкой нитью длиной $r = 50 \text{ см}$ к гвоздику, вбитому в плоскость. Коэффициент трения грузика о плоскость равен $\mu = 0,15$. Нить натягивают, и грузику толчком в горизонтальном направлении, перпендикулярном нити, сообщают скорость $V = 3 \text{ м/с}$ (см. рис.). На какой угол φ повернется нить к моменту остановки грузика?



- 29** С горизонтальной плоскости вначале бросают маленький мячик под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 20$ м/с. В момент, когда мячик достигает наивысшего положения на своей траектории, стреляют пулей из ружья со скоростью $V = 150$ м/с в направлении мячика, причём пуля вылетает из той же точки, из которой был брошен мячик (см. рисунок). Под каким углом φ к горизонту надо стрелять, чтобы пуля из ружья попала в мячик? Трением мячика и пули о воздух можно пренебречь. *Указание:* для численного решения уравнений используйте микрокалькулятор.



- 30** Идеальный тепловой двигатель 1, работающий по циклу Карно, имеет температуру нагревателя $T_{н1} = 800$ °С и холодильника – $T_{х1} = 0$ °С, потребляя за цикл количество теплоты Q^+ . Система из двух других идеальных тепловых двигателей 2 и 3 действует следующим образом. Двигатель 2 с той же температурой нагревателя $T_{н2} = T_{н1}$ и тем же потреблением теплоты за цикл Q^+ , что и двигатель 1, имеет температуру холодильника $T_{х2} = 60$ °С = $T_{н3}$, и этот холодильник является нагревателем для двигателя 3, отдавая ему все количество теплоты, полученное от двигателя 2, причём холодильник двигателя 3 имеет ту же температуру, что и у двигателя 1: $T_{х3} = T_{х1}$. Найдите, во сколько раз работа A_1 , производимая двигателем 1 за цикл, отличается от суммарной работы $A_2 + A_3$ двигателей 2 и 3.

- 31** На плоскости в вакууме расположен правильный шестиугольник, в вершинах которого находятся 6 одинаковых по величине электрических точечных зарядов – три положительных и три отрицательных. Пронумеруем вершины по часовой стрелке, начиная с какой-то произвольной, номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6. Пусть вначале в вершинах с номерами 1, 2, 3 находятся положительные заряды, а в остальных, с номерами 4, 5, 6, – отрицательные. Пусть в центре шестиугольника, точке O , один заряд создаёт электрическое поле с модулем напряжённости E_0 . Обозначим модуль напряжённости поля от всех зарядов в той же точке через E_1 . Затем заряды под номерами 1 и 6 поменяем местами. Обозначим поле в точке O в этом случае через E_2 . Найдите отношение E_2/E_1 .

32 Во время мощного снегопада в Москве 12-14 февраля 2021 года школьник решил оценить некоторые его параметры. Он для начала определил средний размер (диаметр) снежинок $d = 1$ см, которые при полном безветрии падали по вертикали с постоянной скоростью v , равномерно распределяясь по объёму воздуха, и пролетали за время $t_1 = 2$ с расстояние $h_1 = 4$ м. Затем школьник подсчитал среднее число снежинок N , выпадающих за время $t_2 = 3$ с на горизонтальную фанерку площадью $S = 0,25$ м², и оказалось, что $N = 30$. На основании этих данных школьник оценил «дальность прямой видимости» L в снегопад, то есть расстояние от наблюдателя, за пределами которого предметы уже будут не видны. Оцените и Вы это значение L .