

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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение 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	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1-23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

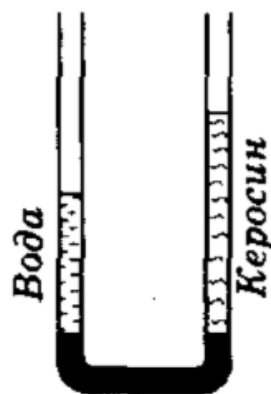
- 1 Петя участвует в забеге по кругу. Маша и Таня стоят в разных местах вдоль беговой дорожки и поддерживают Петю. Петя слышит только ту девочку, к которой находится ближе. После старта Петя 4 минуты слышал Машу, а затем на протяжении 10 минут Таню, а потом снова Машу. За какое время (в минутах) Петя пробегает круг, если он движется с постоянной скоростью?

Ответ: _____ мин

- 2 Два одинаковых гладких упругих цилиндра В и С радиуса R и высоты h , стоящие на гладкой горизонтальной поверхности, касаются один другого. Третий цилиндр А из того же материала, имеющий радиус $2R$ и высоту $2h$, скользит по поверхности и ударяется одновременно о цилиндры В и С. Во сколько раз уменьшилась скорость цилиндра А после удара? Ответ округлить до сотых.

Ответ: _____

- 3 В сообщающихся сосудах налиты ртуть, вода и керосин. Какова высота слоя керосина, если высота столба воды 20 см и в правом колене уровень ртути меньше, чем в левом, на 0,5 см.



Ответ: _____ см

- 4 Свободно падающее тело в некоторый момент времени находилось на высоте $h_1 = 1100$ м, а спустя время $t = 10$ с – на высоте $h_2 = 120$ м над поверхностью земли.

На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

- 1) Тело падало с высоты 1350 м
- 2) Скорость тела на высоте 1100 м была равна 48 м/с
- 3) Скорость тела на высоте 120 м была равна 148 м/с
- 4) Время падения тела равно 15,6 с
- 5) Средняя скорость тела равна 85 м/с

Ответ: _____

- 5 Шарик висит на нити. В нем застревает пуля, летящая горизонтально, в результате чего нить отклоняется на некоторый угол. Как изменятся при увеличении массы шарика следующие три величины: импульс, полученный шариком в результате попадания в него пули; скорость, которая будет у шарика тотчас после удара; угол отклонения нити? Пуля застревает очень быстро. 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.

Импульс, полученный шариком	Импульс, полученный шариком	Импульс, полученный шариком

- 6 На подставке лежит тело массой 0,5 кг, подвешенное к потолку с помощью пружины, жесткость которой 39 Н/м. В начальный момент времени пружина не растянута. Подставка начинает опускаться вниз с ускорением 2 м/с^2 .

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) Время, через которое тело оторвется от подставки, с

1) 0,316

2) 0,358

Б) Длина пружины (см) в нерастянутом состоянии, если в момент отрыва ее длина 30 см

3) 17,2

4) 20

5) 42,8

6) 0,376

А	Б

- 7 На луне в вертикальном цилиндре под тяжелым поршнем находится аргон при температуре $T_1 = 300 \text{ К}$. Поршень может перемещаться в цилиндре без трения. На поршень осторожно кладут второй такой же поршень. Определите температуру T_2 газа при новом равновесном положении поршня. Газ считайте идеальным. Теплоемкость поршня и цилиндра, а также теплообмен с окружающей средой не учитывайте.

Ответ: _____ К

- 8 При температуре воздуха 4°C сухой и влажный термометры психрометра давали одинаковые показания. Что покажет влажный термометр, если температура повысилась до 15°C? Плотность пара остается неизменной.

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{мм. рт.ст.}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
4,0	6,1	0,81	6,4
5,0	6,5	0,87	6,8
6,0	7,0	0,93	7,3
7,0	7,5	1,00	7,7
8,0	8,1	1,07	8,3
9,0	8,6	1,15	8,8
10,0	9,2	1,23	9,4
11,0	9,8	1,31	10,0
12,0	10,5	1,40	10,6
13,0	11,2	1,50	11,3
14,0	12,0	1,60	12,0
15,0	12,8	1,71	12,8
16,0	13,6	1,82	13,6

$t_{\text{сух. терм.}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров								
$^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

Ответ: _____ °C

- 9 В гладкой горизонтальной трубе с площадью поперечного сечения 25 см^2 расположен поршень. Слева от поршня всё время поддерживается постоянное давление 200 кПа , а справа от него всё время поддерживается постоянное давление 400 кПа . В исходном состоянии к поршню прикладывают некоторую силу, удерживая его в равновесии. Какую работу нужно совершить для того, чтобы очень медленно переместить поршень на 10 см вправо?

Ответ: _____ Дж

- 10 Тяжелый подвижный поршень массой $m = 9 \text{ кг}$ и площадью $S = 10 \text{ см}^2$ делит объем вертикально расположенного цилиндра на две равные части объемом по 1 л каждая. Над поршнем находится вода и водяной пар общей массой $m_1 = 1,5 \text{ г}$, под поршнем - $m_2 = 1,5 \text{ г}$ азота. Температура в цилиндре 90°C .

На основании анализа условия выберите все верные утверждения.

- 1) В верхней части в газообразном состоянии находится $0,7 \text{ г}$ воды.
- 2) Давление насыщенного пара воды при 90°C равно примерно 72 кПа .
- 3) Давление азота 130 кПа .
- 4) Вода занимает долю объема, равную примерно $1,1 \cdot 10^{-3}$.
- 5) В верхней части в жидком состоянии находится $0,7 \text{ г}$ воды.

Ответ: _____

- 11 В сосуде находится идеальный одноатомный газ, давление которого равно p . Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул этого газа равна $\overline{E_k}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

УТВЕРЖДЕНИЕ

- А) концентрация молекул газа n
 Б) температура T

- 1) $\frac{2p}{3\overline{E_k}}$
- 2) $\frac{3p}{2\overline{E_k}}$
- 3) $\frac{3\overline{E_k}}{k}$
- 4) $\frac{2\overline{E_k}}{3k}$

А	Б

- 12 Какой длины надо взять никелиновый проводник диаметром $d = 0,5$ мм, чтобы изготовить электрический камин, работающий при напряжении $U = 220$ В и выделяющий $Q = 1,68 \cdot 10^6$ Дж энергии в час? Удельное сопротивление никелина $\rho = 0,4 \cdot 10^{-6}$ Ом·м.

Ответ: _____ м

- 13 Определить частоту обращения электрона в магнитном поле, индукция которого $B = 0,2$ Тл. Ответ дать в ГГц, округлив до десятых.

Ответ: _____ ГГц

- 14 На какое напряжение рассчитаны изоляторы линии электропередачи, если действующее напряжение $U = 430$ кВ? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ кВ

- 15 Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, в пределах которого лучи света от источника выходят из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

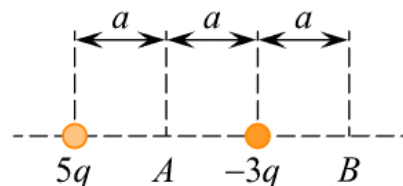
- 1) Образование упомянутого пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 2) Предельный угол полного внутреннего отражения меньше 45° .
- 3) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 4) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 5) Граница пятна движется с ускорением.

Ответ: _____

16 Два маленьких заряженных металлических шарика одинакового радиуса расположены так, что расстояние между их центрами равно $2a$ (см. рис.).

Шарики приводят в соприкосновение и затем разводят на прежнее расстояние. Как изменятся при этом физические величины, указанные в таблице? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

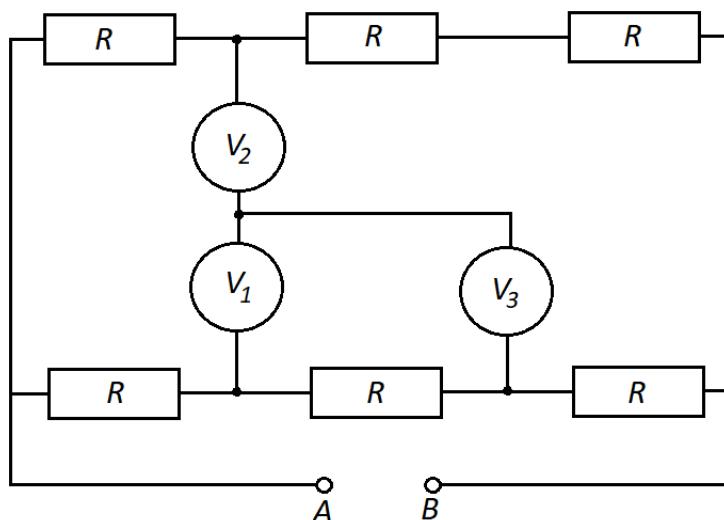


Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциал точки A	Модуль напряжённости электростатического поля в точке B

17 Сопротивления вольтметров в схеме, показанной на рисунке, много больше сопротивлений резисторов, $R = 10$ Ом; напряжение на входе $U_{AB} = 4,5$ В

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) Показания первого вольтметра
- Б) Показания второго вольтметра
- В) Показания третьего вольтметра

- 1) 0,5
- 2) 1
- 3) 1,5
- 4) 2
- 5) 3

А	Б	В

18 За 78 лет распадается 87,5% от изначально большого количества ядер радиоактивного цезия. Чему равен период полураспада этого изотопа?

Ответ: _____ лет

19 Для наблюдения фотоэффекта поверхность некоторого металла облучают светом, частота которого равна ν . Затем частоту света увеличивают вдвое. Как изменятся следующие физические величины: длина волны падающего света и работа выхода электрона?

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

Длина волны падающего света	Работа выхода электрона

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

Запишите в ответе их номера.

1) Тело движется ускоренно под действием силы трения покоя, сообщаемое этой силой ускорение сонаправлено силе трения покоя.

2) Для конденсации жидкости ей необходимо сообщить некоторое количество теплоты.

3) При размыкании цепи, содержащей катушку с железным сердечником, по которой шёл постоянный ток, наблюдается явление самоиндукции.

4) Просветление линз и объективов базируется на законах геометрической оптики.

5) Фотоны обладают ненулевой массой и могут двигаться в вакууме со скоростями, меньшими или равными 300 000 км/с.

Ответ: _____

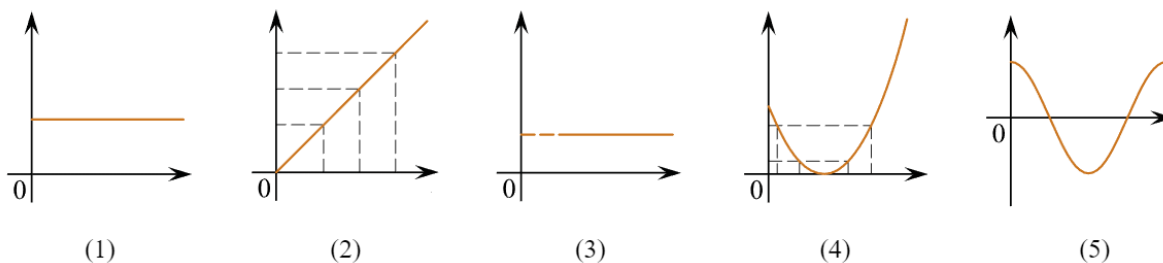
21 Даны следующие зависимости величин:

А) Зависимость координаты при гармонических колебаниях тела, подвешенного на нерастяжимой невесомой нити, от времени, при условии, что в момент времени $t = 0$ тело находилось в крайней правой точке;

Б) Зависимость силы тока на участке цепи от напряжения на этом участке;

В) Зависимость температуры тела, взятого при температуре плавления, от времени прохождения процесса плавления.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



А	Б	В

- 22 С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях, а нижняя шкала — в миллиметрах ртутного столба (см. рис.). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление в миллиметрах ртутного столба по результатам этих измерений? В ответе значение атмосферного давления (в мм рт.ст.) и погрешность запишите слитно, без пробелов.



Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Ученику требуется определить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от коэффициента жёсткости пружины. Для этого он приготовил штатив с муфтой и лапкой, линейку с миллиметровой шкалой, груз известной массы. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

В ответ запишите номера выбранных предметов.

- 1) деревянная рейка
- 2) мензурка с водой
- 3) набор грузов с неизвестными массами
- 4) набор пружин
- 5) секундомер

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

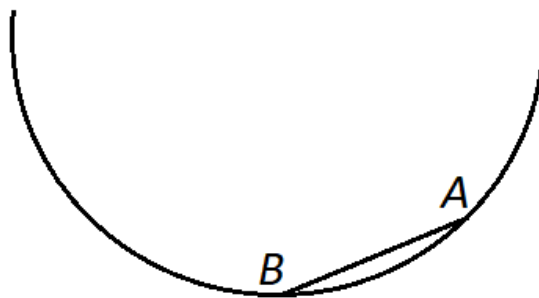
Часть 2

Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24 а) Ученик по ошибке включил амперметр вместо вольтметра при измерении напряжения на лампочке. Объясните, что при этом произошло.
б) Ученик по ошибке включил вольтметр вместо амперметра при измерении силы тока в лампочке. Объясните, что при этом произошло.

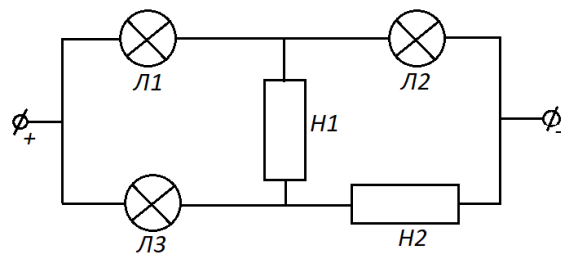
Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 25 Два маленьких тела начинают одновременно соскальзывать без начальной скорости из точки А: первое – по внутренней поверхности гладкой сферы до ее нижней точки В, второе – по гладкой наклонной плоскости АВ. Найдите, во сколько раз k отличаются времена движения этих тел от начальной точки до конечной. Расстояние АВ намного меньше радиуса сферы.



- 26 В пробирке содержатся атомы радиоактивных изотопов ванадия и хрома. Период полураспада ядер ванадия 16,1 суток, период полураспада ядер хрома 27,8 суток. Через 80 суток число атомов ванадия и хрома сравнялось. Во сколько раз вначале число атомов ванадия превышало число атомов хрома? Ответ укажите с точностью до первого знака после запятой.
- 27 Нижний конец вертикальной трубки длиной $L = 1,5$ м запаян, а верхний открыт в атмосферу. При температуре 7°C в нижней половине трубки находится газ, а верхняя половина заполнена ртутью. Температуру газа медленно изменяют. На сколько градусов ее надо повысить, чтобы газ вытеснил из трубки всю ртуть? Атмосферное давление нормальное.

- 28 Из трех одинаковых ламп и двух одинаковых электронагревателей собрали цепь (нагреватели изображены как резисторы). Известно, что мощности тока в нагревателях отличаются в 16 раз, а сопротивление нагревателя меньше сопротивления лампочки. Как относятся мощности тока в лампах Л1, Л2 и Л3? Зависимость сопротивления от температуры не учитывайте.



- 29 Линза, состоящая из двух сложенных вплотную одинаковых «половинок», даёт на экране изображение светящейся точки. Фокусное расстояние линзы $F = 8$ см, ее расстояние от экрана $f = 24$ см. На сколько необходимо переместить вверх верхнюю «половинку» линзы, чтобы расстояние l между изображениями на экране было равно 1,5 см?
- 30 Шары 1 и 2, связанные пружиной жесткостью k , лежат на гладком столе. Шар 3 налетает «в лоб» на шар 1 со скоростью v_0 . Масса каждого из шаров равна m . Найдите максимальное удлинение пружины. Рассмотрите два случая: а) удар упругий; б) в результате удара шары 1 и 3 «слиплись».



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.