

## СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

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

КОНСТАНТЫ	
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
1 а.е.м. (атомная единица массы)	$1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	0,0005486 а.е.м.
Масса протона	1,00728 а.е.м.
Масса нейтрона	1,00867 а.е.м.
Масса ядра дейтерия	2,01355 а.е.м.
Масса ядра трития	3,0155 а.е.м.
1 а.е.м. эквивалентна	931,5 МэВ

ПЛОТНОСТЬ, кг/м <sup>3</sup>			
бензин	710	древесина (сосна)	400
спирт	800	парафин	900
керосин	800	лёд	900
масло машинное	900	алюминий	2700
вода	1000	мрамор	2700
молоко цельное	1030	цинк	7100
вода морская	1030	сталь, железо	7800
глицерин	1260	медь	8900
ртуть	13 600	свинец	11 350
константан	8800	вольфрам	19 300
никелин	8800	нихром	8400
серебро	10 500	стекло	2500
олово	7300		

<b>УДЕЛЬНАЯ</b>			
<b>теплоёмкость, Дж/кг · °С</b>		<b>теплота, Дж/кг</b>	
воды	4200	парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$
спирта	2400	парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5$
льда	2100	плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$
алюминия	920	плавления стали	$7,8 \cdot 10^4$
стали	500	плавления олова	$5,9 \cdot 10^4$
цинка	400	плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$
меди	400	сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7$
олова	230	сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7$
свинца	130	сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7$
бронзы	420		

<b>Температура плавления, °С</b>		<b>Температура кипения, °С</b>	
свинца	327	воды	100
олова	232	спирта	78
льда	0		
алюминия	660		

<b>Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм<sup>2</sup> / м (при 20 °С)</b>			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10	сталь	0,12
вольфрам	0,055	константан (сплав)	0,5
свинец	0,21	олово	0,12

**Нормальные условия: давление  $10^5$  Па, температура 0 °С**

**ТЕМА 11.**  
**МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.**  
**ЗВУК**

1. Выберите два верных утверждения.

При механических колебаниях шарика на нити

- 1) его координата постоянна
- 2) его скорость постоянна
- 3) его ускорение постоянно
- 4) значение его координаты периодически повторяется
- 5) значение его скорости периодически повторяется

Ответ:

2. Груз совершил  $N$  полных колебаний за время  $t$ . Поставьте в соответствие физические величины, характеризующие колебание, и формулы для их вычисления.

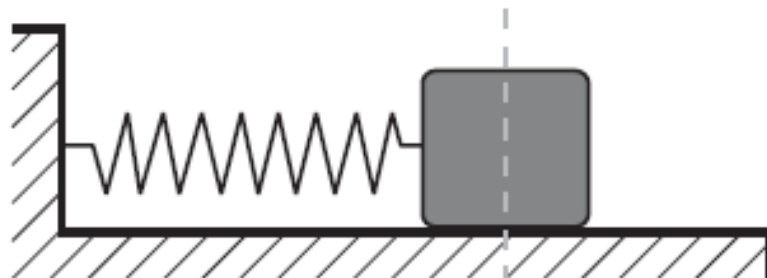
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в ответ выбранную цифру под соответствующей буквой.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЁТА ВЕЛИЧИНЫ
А) период колебаний Б) частота колебаний	1) $Nt$ 2) $\frac{N}{t}$ 3) $\frac{t}{N}$ 4) $\frac{2t}{N}$

Ответ: 

А	Б

3. Груз на пружине, совершающий свободные колебания, на гладком столе (см. рис.) проходит путь от крайне левого до крайне правого положения за 0,5 с. Чему равен период колебания груза?



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

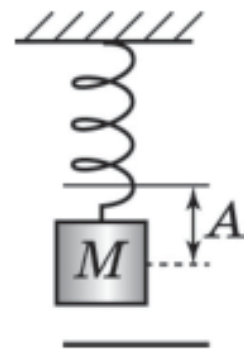
4. Установите соответствие между физическими величинами и единицами их измерения в СИ.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕДИНИЦА
А) амплитуда колебаний	1) $1 \text{ м/с}^2$
Б) период колебаний	2) $1 \text{ Гц}$
В) частота колебаний	3) $1 \text{ с}$
	4) $1 \text{ Н}$
	5) $1 \text{ м}$

Ответ: 

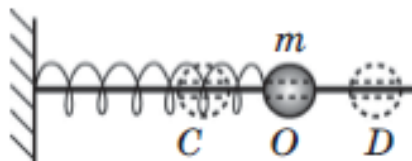
А	Б	В
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Груз подвесили на пружине, его центр опустился на уровень, показанный на рисунке пунктиром. После того как груз приподняли на  $A = 2 \text{ см}$  от положения равновесия и отпустили, он стал совершать колебания, опускаясь вниз относительно положения равновесия также на  $A$ . Какой путь проходит груз за период колебаний?



Ответ: \_\_\_\_\_ см.

6. Шарик со сквозным отверстием насажен на гладкий стержень. При отклонении его от точки  $O$  он совершает колебания под действием пружины между точками  $C$  и  $D$ .



Выберите два верных утверждения.

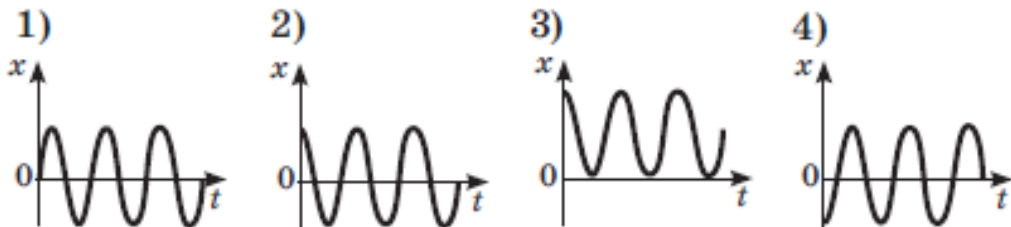
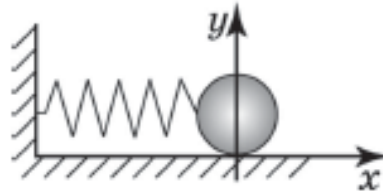
Когда шарик находится в точке  $O$

- 1) у шарика минимальная величина ускорения
- 2) у шарика минимальная величина скорости
- 3) у шарика максимальное отклонение от положения равновесия
- 4) у шарика максимальная кинетическая энергия
- 5) у пружины максимальная потенциальная энергия

Ответ: 

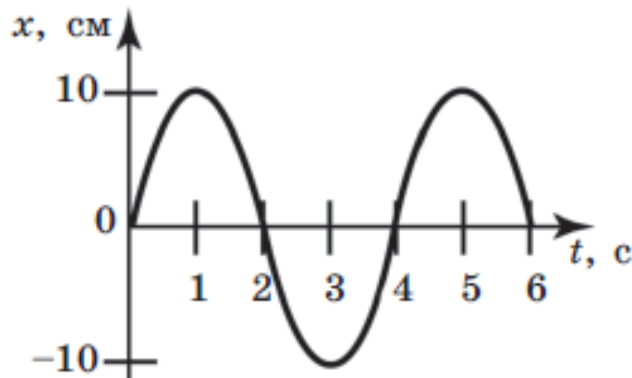
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

7. На рисунке показаны начальное положение шарика и система координат, относительно которой описываются колебания шарика. На каком из графиков приведён график зависимости координаты тела от времени, если в начальный момент времени груз толкнули так, что он начал двигаться вправо?



Ответ:

8. На рисунке показан график зависимости координаты груза от времени.

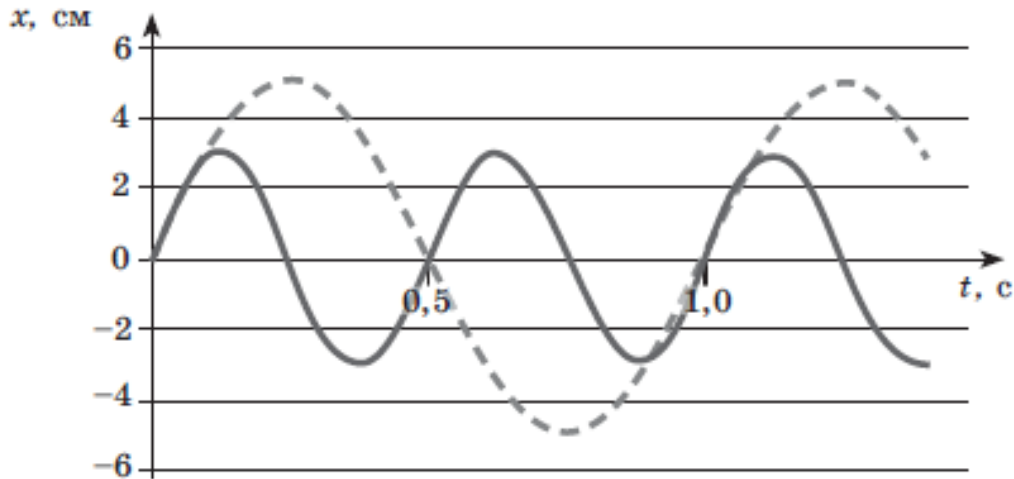


Выберите два верных утверждения, которые могут быть сделаны на основе анализа графика.

- 1) Амплитуда колебаний равна 10 см.
- 2) Амплитуда колебаний равна 20 см.
- 3) Период колебаний равен 2 с.
- 4) Период колебаний равен 4 с.
- 5) Частота колебаний равна 0,5 Гц.

Ответ:

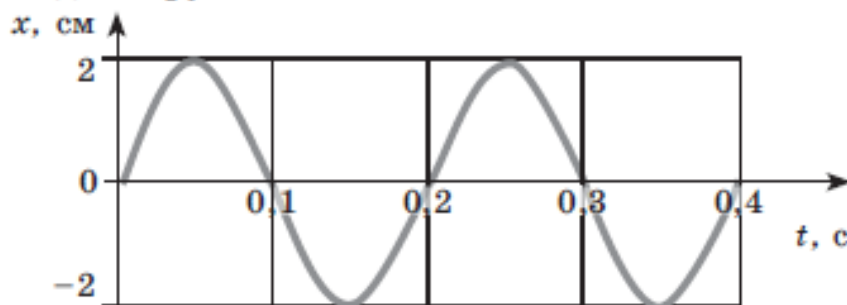
9. Анализируя графики зависимости координаты груза от времени для двух математических маятников (№ 1 — сплошная линия, № 2 — пунктирная), выберите два верных утверждения об этих маятниках.



- 1) Частота колебаний маятника № 1 в 2 раза больше частоты колебаний маятника № 2.
- 2) Период колебаний маятника № 1 в 2 раза больше периода колебаний маятника № 2.
- 3) Маятники № 1 и № 2 совершают колебания с одинаковой амплитудой.
- 4) Амплитуда колебаний маятника № 1 в 2 раза больше амплитуды колебаний маятника № 2.
- 5) Длина нити маятника № 1 меньше длины нити маятника № 2.

Ответ:

10. Определите частоту колебаний груза по графику зависимости смещения груза от положения равновесия для пружинного маятника.



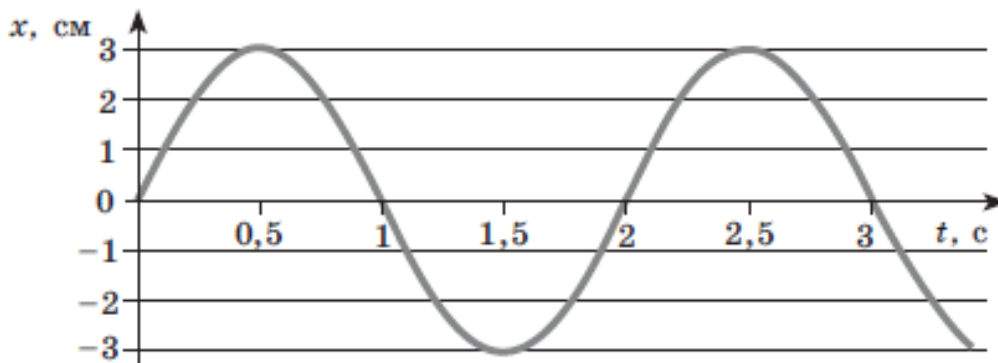
Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

11. Ученик измерил периоды колебаний трёх нитяных маятников. Первый имел длину 25 см, и на нём висел груз 10 г. Второй имел длину 1 м, и на нём висел груз 10 г. Третий имел длину 1 м, и на нём висел груз 40 г. При одинаковой амплитуде отклонения грузов от положения равновесия оказалось, что периоды второго и третьего маятников в пределах погрешности измерений совпадают, а период колебаний первого маятника примерно в 2 раза меньше периода колебаний второго. Какие выводы можно сделать на основании этих экспериментов?

- 1) Частота колебаний маятника не зависит от длины нити.
- 2) Частота колебаний маятника не зависит от массы груза.
- 3) При увеличении длины нити в 4 раза период колебаний увеличивается в 2 раза.
- 4) Для маятников разной длины можно подобрать такую массу груза, что их периоды будут равны.
- 5) Период колебаний маятника зависит от географической широты местности.

Ответ:

12. На рисунке представлен график зависимости координаты от времени для пружинного маятника.



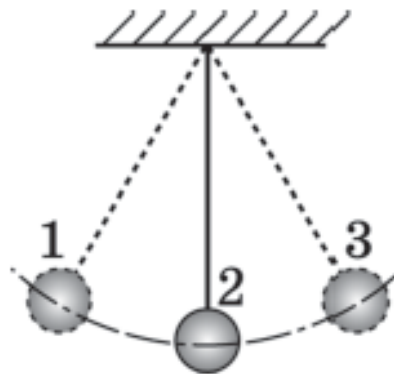


Анализируя график, выберите из предложенного перечня два верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) В начальный момент времени кинетическая энергия груза равна нулю.
- 2) Частота колебаний маятника равна 0,5 Гц.
- 3) В промежутке времени от 0,5 с до 1 с потенциальная энергия пружины уменьшается.
- 4) Амплитуда колебаний маятника равна 0,3 м.
- 5) Через 3 с от начала наблюдения пружина маятника максимально растянута.

Ответ:

13. Груз, подвешенный на нити, совершает свободные колебания между точками 1 и 3 (см. рис.). Выберите два верных утверждения.

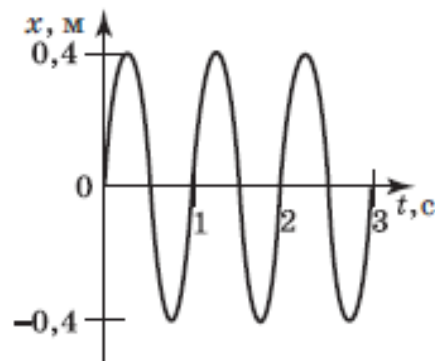


При движении груза из состояния 2 в состояние 3 его потенциальная энергия

- 1) увеличивается, а кинетическая уменьшается
- 2) увеличивается, так же как и кинетическая
- 3) уменьшается, так же как и кинетическая
- 4) уменьшается, а кинетическая увеличивается
- 5) увеличивается, а механическая энергия сохраняется

Ответ:

14. На рисунке представлен график зависимости координаты груза горизонтального пружинного маятника от времени. Что происходило с потенциальной и кинетической энергией маятника в промежуток времени от 1 до 1,5 с ?



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в ответ выбранную цифру под соответствующей буквой.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ
А) кинетическая энергия груза	1) постоянно возрастала
Б) потенциальная энергия пружины	2) постоянно убывала
	3) сначала нарастала, потом убывала
	4) сначала убывала, потом нарастала
	5) не изменялась

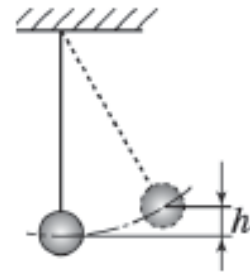
Ответ: 

А	Б

15. В ходе свободных колебаний груза на нити его максимальная потенциальная энергия, так же как и максимальная кинетическая энергия, равна 45 Дж. Чему равна полная механическая энергия груза в ходе колебаний?

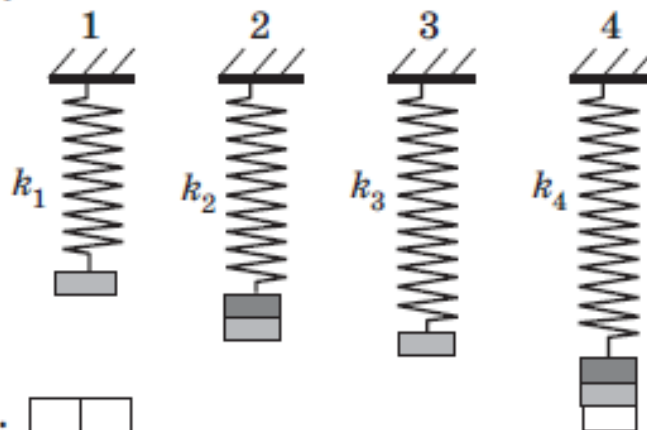
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

16. Груз на нити отклонили от положения равновесия, так что его центр поднялся на высоту  $h = 1,8$  см, затем отпустили (см. рис.). После этого груз начал совершать колебания. Какова максимальная скорость груза в ходе колебаний? Ответ округлить до десятых.



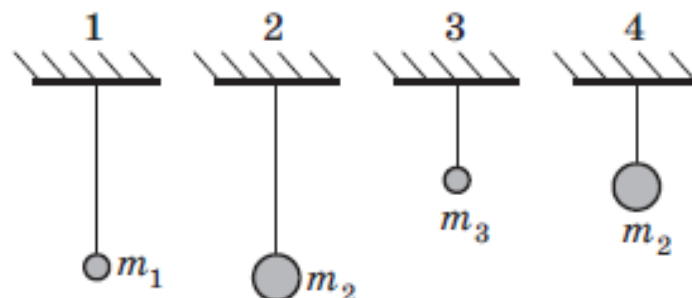
Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

17. Имеется 4 пружины, жёстко скреплённые с одним, двумя или тремя грузами (см. рис.). Укажите номера двух показанных на рисунке установок, которые можно использовать для экспериментального установления ответа на вопрос «Зависит ли период колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины?».



Ответ:

18. Имеется четыре груза, сцепленные с четырьмя нитями определённой длины (см. рис.). С помощью каких маятников можно экспериментально установить, зависит ли период колебаний такого маятника от длины нити?



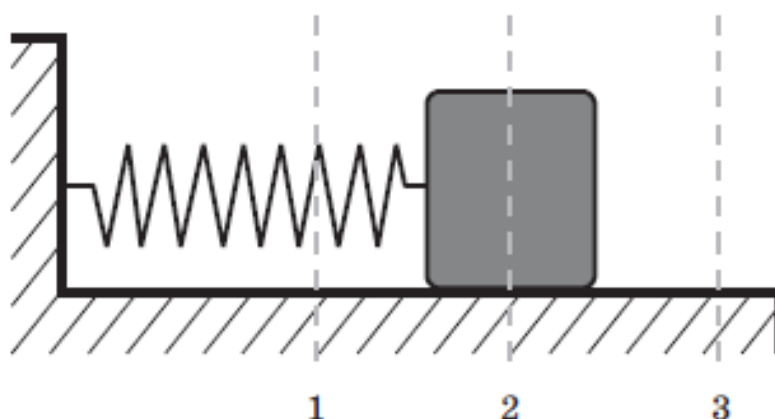
Ответ:

19. Необходимо проверить гипотезу о том, что период колебаний пружинного маятника не зависит от амплитуды колебаний. Проведены 4 эксперимента, в которых менялись жёсткости пружин  $k$ , массы грузов  $m$  и максимальное отклонение грузов от положения равновесия  $A$ . На основании результатов каких опытов можно будет подтвердить или опровергнуть высказанную гипотезу? Внесите номера этих опытов в таблицу с ответом.

Опыт №	$k$ , Н/м	$m$ , г	$A$ , см
1	10	50	5
2	10	100	5
3	5	50	7
4	10	50	7

Ответ:

20. Пружинный маятник колеблется, двигаясь между положениями 1 и 3 (см. рис.).



Какое значение кинетической энергии имеет маятник в положении 2, если жёсткость пружины 100 Н/м, а амплитуда колебаний 4 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

21. Горизонтальный пружинный маятник совершает незатухающие колебания. Затем увеличивают массу груза на пружине. Как изменятся следующие величины, характеризующие колебания, если амплитуда колебаний останется прежней?

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ
А) период колебаний Б) максимальная кинетическая энергия маятника	1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Ответ: 

А	Б
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Выберите два верных утверждения, соответствующих описанию процессов в среде при волновом движении, возникающем в нём. В направлении распространения волны в среде происходит

- 1) распространение возмущения вносимого источником волн
- 2) перенос частиц среды на значительные расстояния
- 3) перенос энергии на значительные расстояния
- 4) перенос масс вещества на значительные расстояния
- 5) перемещение источника волн на значительные расстояния

Ответ: 

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

23. Установите соответствие между различными волновыми явлениями и типами волн.

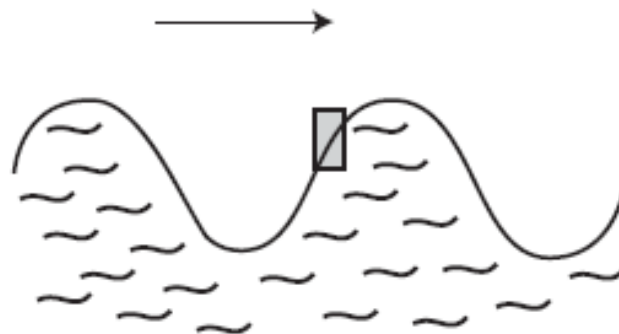
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВОЛНОВОЕ ЯВЛЕНИЕ	ТИП ВОЛНЫ
А) распространение перегиба на верёвке, привязанной к столбу, при колебании её другого конца в вертикальной плоскости Б) распространение возмущения от камня, упавшего на поверхность воды В) распространение звука от динамика	1) продольная 2) поперечная

Ответ: 

А	Б	В
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Укажите направление движения спичечного коробка на поверхности воды при прохождении волны слева направо (см. рис.).



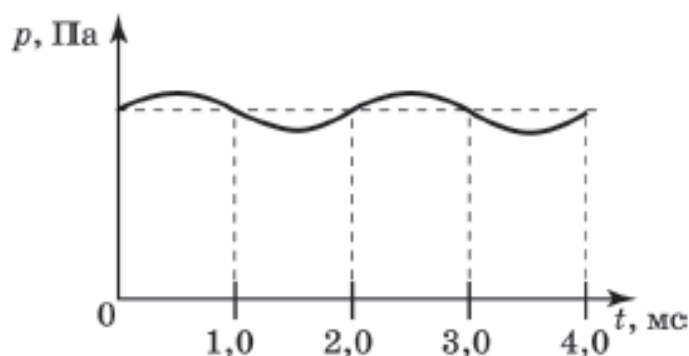
- 1)  $\uparrow$       2)  $\downarrow$       3)  $\rightarrow$       4)  $\leftarrow$

Ответ:

25. От камня, брошенного в воду, пошла волна. Через 6 с после падения камня в воду поплавок удочки рыбака, до того момента неподвижный, стал совер-



28. На рисунке показан график зависимости давления воздуха от времени, регистрируемой с помощью датчика давления на определённом расстоянии от звукового динамика. Скорость распространения звука равна 330 м/с. Рассчитайте длину звуковой волны.



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

29. Из динамика слышится звук со всё более нарастающей громкостью и понижением высоты тона. Что происходит при этом с амплитудой и частотой колебаний плотности воздуха в фиксированной точке комнаты? Поставьте в соответствие физическим величинам характер их изменения.

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

Амплитуда колебаний	Частота колебаний

30. Поставьте в соответствие описанные в левом столбце таблицы эксперименты по исследованию звуковых волн и выводы, которые можно сделать на основании ИМЕННО ОДНОГО ДАННОГО эксперимента.



ЭКСПЕРИМЕНТ	ВЫВОДЫ
<p>А) Через каждые 30 мин стреляют из пушки, расположенной на расстоянии 30 км от наблюдателей, которые отмечают промежутки времени между моментами появления вспышки света и звука</p> <p>Б) Колокол и механизм, позволяющий ему звонить автоматически, помещают в сосуд, из которого откачивают воздух. На слух определяют ослабление звука по мере уменьшения давления воздуха в сосуде</p> <p>В) Колокол заставляют звучать каждый раз, когда рыбе в озере бросают хлеб. Затем звонят в колокол, но хлеб в воду не бросают. Рыба при этом всё равно появляется на поверхности воды</p>	<p>1) звук распространяется в воздухе и не распространяется в вакууме</p> <p>2) скорость звука много меньше скорости света в воздухе</p> <p>3) звук может распространяться не только в воздухе, но и в воде</p>

Ответ:

А	Б	В

31. Скорость звука в воздухе равна 340 м/с. Какую частоту должен воспринимать слуховой аппарат человека с нарушением слуха, чтобы он слышал звук с длиной звуковой волны 10 см?

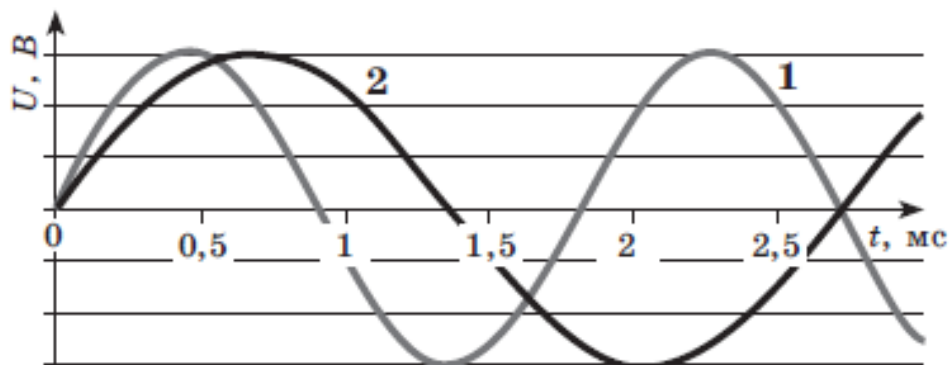
Ответ: \_\_\_\_\_ кГц.

32. Сначала ударяют молоточком по камертону, на котором написано 440 Гц, затем по камертону, на котором написано 550 Гц. Как при этом изменяются скорость звука в воздухе и период колебаний давления воздуха вблизи уха человека?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) остаётся неизменной

Скорость звука	Период колебаний давления

33. Микрофон зафиксировал электрический сигнал, пропорциональный изменению давления воздуха около него по отношению к атмосферному при звучании двух динамиков (см. рис.).



Выберите два верных утверждения о звуке, идущем из динамиков.

- 1) Громкость звука одинакова для обоих динамиков.
- 2) Длина звуковой волны одинакова для обоих динамиков.
- 3) Высота тона звука первого динамика выше, чем для звука второго.
- 4) Период колебаний мембраны первого динамика больше, чем период колебаний мембраны второго.
- 5) Скорость звука, идущего от первого динамика, выше, чем скорость звука, идущего от второго.

Ответ:

**34.** Звуковая волна, идущая от динамика в воздухе, входит в воду. Как при этом меняется скорость звука и длина звуковой волны?

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

Скорость звука	Длина звуковой волны

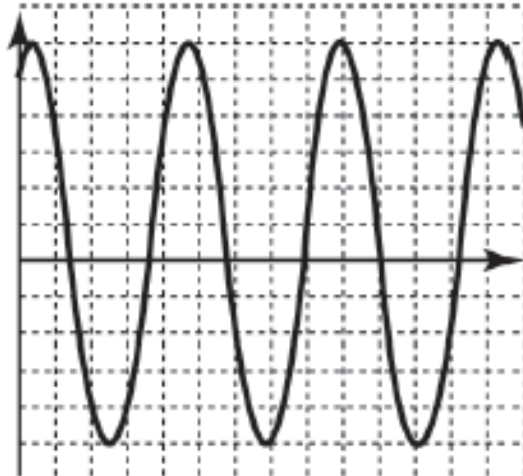
Качественные задачи № 35–37 предполагают письменный ответ на вопрос, содержащий пояснение, базирующееся на знании свойств данного явления.

- 35.** В зале на дискотеке, когда громко включили динамик и быстро его отключили, в рояле ещё некоторое время звучала струна, соответствующая частоте 800 Гц. Поясните, почему струна стала звучать.
- 36.** В космическом пространстве происходит столкновение двух метеоритов. Зафиксирует ли микрофон, встроенный в корпус космического корабля, оказавшегося неподалёку, возникающий при этом «грохот»? Ответ поясните.
- 37.** Самолёт летит со сверхзвуковой скоростью. Слышит ли звук работающего двигателя пилот, если двигатель находится ближе к хвосту самолёта? Ответ поясните.

Прочитайте текст и выполните задания № 38–40.

Звучание музыкальных инструментов приводит к периодическим колебаниям плотности воздуха. Музыканты различают звуки по высоте и тембру. Высота звука определяется частотой колебаний плотности воздуха

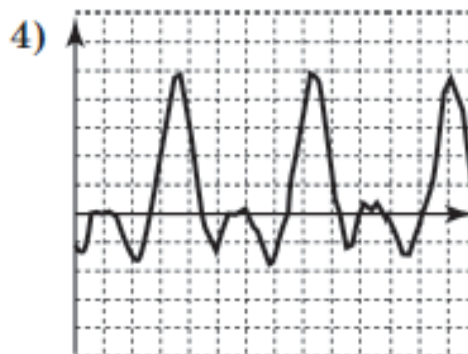
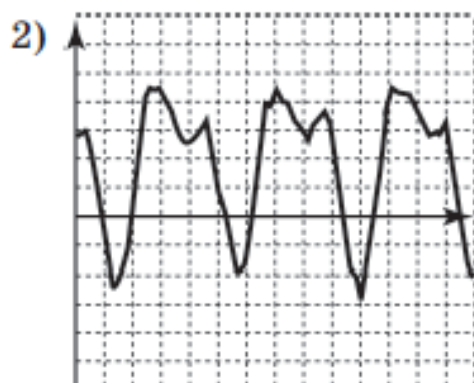
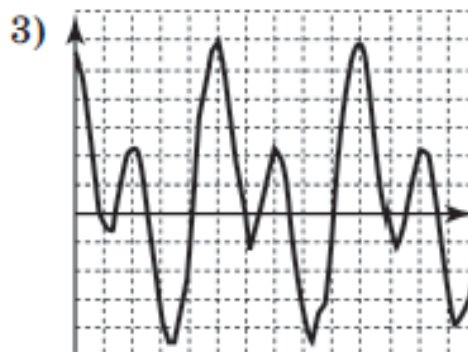
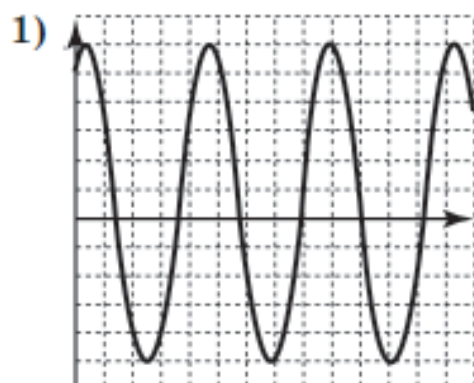
при прохождении звука. Только звучание камертона создаёт в воздухе колебания, при которых зависимость плотности воздуха от времени простая — синусоидальная (см. рис.). При таких колебаниях плотность воздуха отклоняется от среднего значения вверх и вниз на одну и ту же величину.



Аналогичный график зависимости плотности воздуха от времени при звучании одной и той же ноты для разных музыкальных инструментов будет отличаться по форме (см. рис. 2–4 задания 38). Однако для звучания одной ноты всех инструментов будет некий одинаковый период времени, через который график будет повторять свой внешний вид. Этот период (или соответствующая ему частота) характеризует основной тон музыкального звука. Вариации в форме кривой на графике основного тона соответствуют определённому тембру звука.

За основу музыкального звукового ряда сейчас принята частота 440 Гц, соответствующая ноте «ля» первой октавы. Звуки, основной тон которых отличается в 2 раза, образуют октаву. Октава делится на 12 интервалов (7 белых и 5 чёрных клавиш на рояле), то есть в пределах одного интервала частота возрастает в  $\sqrt[12]{2} \approx 1,06$  раза.

**38.** Какой из графиков зависимости плотности воздуха от времени, приведённых на рисунках, соответствует звучанию камертона?



Ответ:

39. Какова частота колебаний ноты «ля» третьей октавы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

40. Какова длина звуковой волны, частота которой соответствует основному тону звука, испускаемого роялем при нажатии клавиши «фа» второй октавы (отделена от клавиши ноты «ля» первой октавы 3 чёрными и 4 белыми клавишами)? Скорость звука равна 340 м/с. Приведите развёрнутое решение.

41. Используя груз с прикрепленной к нему нитью, метровую линейку и секундомер, соберите экспериментальную установку для исследования свободных колебаний нитяного маятника. Определите время 30 полных колебаний и вычислите период колебаний для случая, когда длина маятника равна 1 м.

Подготовьте отчёт по следующему плану:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта периода колебаний;
- 3) укажите результаты прямых измерений числа колебаний и времени колебаний;
- 4) запишите численное значение периода колебаний маятника.

При решении задания № 42 требуется дать краткую запись условия (Дано: ...), формульное представление законов и определений физических величин, которые необходимо и достаточно использовать при решении, математические преобразования, расчёты, численный ответ и, если надо, рисунок, поясняющий решение.

- 42.** Для измерения глубины моря и регистрации косяков рыбы используют ультразвуковые эхолоты. После отправления короткого ультразвукового сигнала приёмник эхолота зафиксировал два сигнала, отражённых от косяка рыб и от морского дна с интервалом 3 с. Перед этим была зафиксирована глубина моря, равная 3 км. На какой глубине находится косяк рыбы, если скорость распространения ультразвукового сигнала в воде равна 1500 м/с?