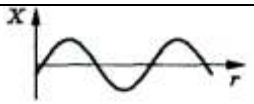
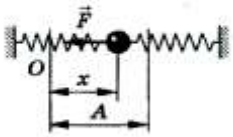
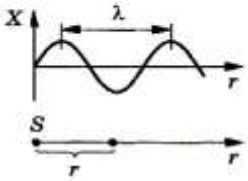
колебания и волны

Формулы	Обозначения		Единицы измерения
Гармонические колебания $x=A\cos(\omega t+\varphi_0)$; $\omega=2\pi\nu$; $\nu=\frac{1}{T}$ Пружинный маятник $F_x=-kx$; $a_x=-\frac{k}{m}x$; $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$; $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	  	x — координата A — амплитуда ω — циклическая частота $\varphi=\omega t+\varphi_0$ — фаза ν — частота T — период колебаний m — масса k — жесткость	1м 1м 1 $с^{-1}$ 1 рад 1Гц 1с 1 кг 1 Н/м
Математический маятник $\alpha_x=-\frac{g}{l}x$; $\alpha\approx-\frac{g}{l}\alpha$; $\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}$; $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$		l—длина маятника g — ускорение свободного падения	1м 9,8 $м/с^2$
Волны $\lambda=\upsilon T$; $\upsilon=\lambda\nu$		λ — длина волны υ — скорость распространения волны t — время x — смещение r — расстояние от источника волн до точки, участвующей в колебательном процессе S — источник волн	1м 1 м/с 1с 1м 1м
Уравнение плоской волны $x=A\sin 2\pi\left(\nu t-\frac{r}{\lambda}\right)$			

Колебания материальной точки

1.1 Грузик на пружине за $t=6$ *с* совершил $N=18$ колебаний. Найти период, частоту и циклическую частоту колебаний. *Ответ: 0,33с; 3Гц.*

1.2 Найти амплитуду, период и частоту колебаний, если закон колебаний материальной точки имеет вид $x=5\cos 6{,}28t$ (*см*). *Ответ: 5 см; 1 с; 1 Гц.*

1.3 Материальная точка совершает гармонические колебания с начальной фазой $\varphi_0=\pi/2$, частотой $\nu=2$ *Гц* и амплитудой $A=3$ *см*. Записать закон колебания точки. *Ответ:* $x=3\sin(4\pi t+\pi/2)$.

1.4 Написать уравнение гармонических колебаний, совершающихся по закону косинуса. За время $t=1$ *мин* совершается $N=60$ колебаний, амплитуда которых $A=8$ *см*, а начальная фаза $\varphi_0=3\pi/2$ *рад*. *Ответ:* $x=0.08\cos(2\pi t+3\pi/2)$.

1.5 Вычислить смещение колеблющейся точки через $t=0{,}4$ *с* после начала колебаний. Колебания происходят по закону косинуса с амплитудой $A=12$ *см* и частотой $\nu=50$ *Гц*. Начальная фаза колебаний равна нулю. *Ответ: x=0.12 м.*

1.6 Материальная точка совершает гармонические колебания с частотой $\nu=0{,}5$ *Гц*.

Амплитуда колебаний $A=3$ *см*. Определить скорость точки в момент времени, когда смещение $x=1,5$ *см*.
Ответ: 8,2 см/с.

1.7 Точка совершает гармонические колебания по синусоидальному закону и в некоторый момент времени имеет модули смещения, скорости и ускорения: $x=4\cdot10^{-2}$ *м*; $\upsilon=0,05$ *м/с*; a=0,8 м/с^2. Чему равна амплитуда и период колебаний точки? Чему равна фаза колебаний в рассматриваемый момент времени? Каковы максимальная скорость и ускорение точки? *Ответ:4,15 · 10^{-2}м; 1,4 с; 74,4°; 0,19 м/с; 0,83 м/с^2.*

1.8 Материальная точка совершает колебания по закону $x = 0.2\cos(15\pi t + \pi)$. Считая, что масса точки $m=0.1$ *кг*, найти силу, действующую на нее при $t = 1c$, а также кинетическую и потенциальную энергии в этот момент времени. Чему равна полная энергия тела? *Ответ:-45 Н; 0; 4,5 Дж.*

1.9 Движение тела массой $m=2$ *кг* описывается законом $x = 0.8\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$. Определить энергию колеблющегося тела и максимальную силу, действующую на него. *Ответ: 6,23 Дж; 15,8 Н.*

1.10 Какова амплитуда гармонических колебаний тела, если полная энергия колебаний $E=10$ *Дж*, а максимальная сила, действующая на тело, $F_{max}=10^{-3}$ Н ? *Ответ: 2 см.*

Пружинный маятник

1.11 Определить период колебания груза массой $m=0,1$ *кг*, подвешенного к пружине с коэффициентом жесткости $k=10$ *Н/м*. *Ответ: 0,63 с.*

1.12 Как изменился период колебаний пружинного маятника, если его масса уменьшилась в $n=9$ раз? *Ответ: уменьшится в 3 раза.*

1.13 Груз какой массы следует прикрепить к пружине жесткостью $k=10$ *Н/м*, чтобы его период колебаний был равен $T=5$ *с*? *Ответ: 6,3 кг.*

1.14 Определить массу груза, который на пружине жесткостью $k=250$ *Н/м* делает $N=20$ колебаний за время $t=16$ *с*. *Ответ: 4,05 кг.*

1.15 Под действием силы $F=2$ *Н* пружина растягивается на $\Delta x=1$ *см*. К этой пружине прикрепили груз массой $m=2$ *кг*. Найти период колебаний данного пружинного маятника. *Ответ:0,628 с.*

1.16 Груз массой $m_1=100$ *г*, подвешенный на пружине, совершает колебания. Когда к пружине с грузом подвесили еще один груз, частота колебаний уменьшилась в $n=2$ раза. Определить массу второго груза. *Ответ:0,3 кг.*

1.17 На двух пружинах подвешены грузы массами $m_1=100$ *г* и $m_2=50$ *г* соответственно. При этом пружины удлиняются на одинаковую величину. Определить отношение периодов колебаний этих систем. Каков период колебаний первого груза, если жесткость второй пружины $k_2=10$ *Н/м*? Найти жесткость первой пружины. *Ответ: 1; 20 Н/м.*

1.18 Во сколько раз отличаются периоды колебаний пружинных маятников одинаковой массы, составленных из двух пружин жесткостями k_1 и k_2, соединенных один раз последовательно, а другой раз параллельно? *Ответ: $(k_1+k_2)\cdot(k_1\cdot k_2)^{-0,5}$.*

1.19 Груз массой $m=200$ *г*, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания с частотой $\omega=6$ *рад/с* и амплитудой $A=2$ *см.* Определить энергию колебаний груза. *Ответ:1,44·10^{-3}.*

1.20 Груз массой $m=270$ *г* колеблется на пружине жесткостью $k=56$ *Н/м* с

амплитудой $A=4,2$ *см*. Найти полную механическую энергию колебаний. Определить потенциальную и кинетическую энергию колебаний в тот момент, когда смещение груза $x=3,1$ *см*. *Ответ:0,049 Дж.*

1.21 Груз массой $m=10$ *г* подвешен на пружине жесткостью $k=1$ *Н/м*. Определить амплитудные значения смещения, скорости, а также период колебаний, если полная энергия колебаний $E=0,1$ *Дж. Ответ:4,5 м;0,45 м/с; 0,63 с.*

1.22 Небольшой груз массой $m=100$ *г* подвешен на пружине и совершает гармонические колебания. Известны: наибольшая скорость груза $\upsilon_{max}=0,1$ *м/с* и наибольшее его отклонение от положения равновесия $x_{max}=1$ *см*. Какова жесткость пружины k? *Ответ: 10 Н/м.*

1.23 Определить массу груза, колеблющегося на пружине жесткостью $k=300$ *Н/м*, если при амплитуде колебаний $A=2$ *см* он имеет максимальную скорость $\upsilon=3$ *м/с. Ответ:130 г.*

1.24 Определить максимальное смещение от положения равновесия груза массой $m=640$ *г*, закрепленного на пружине жесткостью $k=400$ *Н/м*, если он проходит положение равновесия со скоростью $\upsilon=1$ *м/с. Ответ:4 см.*

Математический маятник

1.25 Какую длину имеет математический маятник с периодом колебаний $T=1$ *с*? *Ответ:0,25 м.*

1.26 Во сколько раз изменится частота колебаний математического маятника при увеличении длины нити в 3 раза? *Ответ: увеличится в 1,73 раза.*

1.27 Маятник длиной $l=2$ *м* совершает за время $t=1$ *ч* $N=2536$ качаний. Определить ускорение свободного падения по этим данным. *Ответ:9,80 м/с*^{2}.

1.28 Определить ускорение свободного падения на Луне, если маятниковые часы идут на ее поверхности в 2,46 раза медленнее, чем на Земле. *Ответ:1,62 м/с*^{2}.

1.29 Одно из самых высоких мест на Земле, где постоянно проживают люди, находится на высоте $h=5200$ *м* над уровнем моря. На сколько будут уходить за сутки маятниковые часы, выверенные на этой высоте, если их перенести на уровень моря? Радиус Земли $R=6,37\cdot10^6$ *м*. *Ответ:70 с.*

1.30 Определить отношение периодов колебаний математического маятника на некоторой планете и на Земле, если масса планеты в $n=6,25$ раза больше массы Земли, а ее радиус в $k=2$ раза меньше земного. *Ответ: 1/5.*

Волны

1.31 Определить максимальную и минимальную длины λ звуковых волн, воспринимаемых человеком. Скорость звука $\upsilon=340$ *м/с*, граничные частоты $\nu_1=20$ *Гц* и $\nu_2=20\,000$ *Гц. Ответ:17 м; 1,7*$\cdot10^{-4}$*м.*

1.32 Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса $\lambda_1=4,3$ *м*, а для самого высокого женского голоса $\lambda_2=25$ *см*. Найти частоты колебаний этих голосов. *Ответ:79 Гц; 1360 Гц.*

1.33 По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью $\upsilon=6$ *м/с*. Каковы период и частота колебаний бакена, если длина волны $\lambda=3$ *м*? *Ответ:0,5 с; 2 Гц.*

1.34 Рыболов заметил, что за время $t=10$ *с* поплавок совершил на волнах $n=20$

колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн $\lambda=1,2$ *м*. Какова скорость распространения волн?
Ответ: 2,4 м/с.

1.35 Человек, стоящий на берегу моря, определил, что расстояние между следующими друг за другом гребнями $\Delta r=12$ *м*. Кроме того, он подсчитал, что за $t=75$ *с* мимо него прошло $n=16$ волновых гребней. Определить скорость распространения волн. *Ответ: 2,4 м/с.*

1.36 Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью $\upsilon=1,5$ *м/с*. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн $\Delta r=6$ *м*. Определить период колебаний лодки. *Ответ:4 с.*