

чем сами колебания. Действительно, дважды за период механическая энергия будет полностью превращаться в потенциальную (в двух крайних положениях) и дважды за период — в кинетическую (при прохождении через положение равновесия) (рис. 22, в).



1. Какой энергией обладает математический маятник при прохождении положения равновесия?
2. Какой энергией обладает пружинный маятник при наибольшем смещении от положения равновесия?
3. Чем отличаются потенциальные энергии математического и пружинного маятников?
4. Как изменяется энергия маятника при колебаниях?
5. Запишите формулы для определения механической энергии колеблющегося тела при прохождении им положения равновесия и при максимальном смещении из него.

Пример решения задачи

Определите полную механическую энергию W колебаний груза массой $m = 100$ г на пружине, если он совершает гармонические колебания с циклической частотой $\omega = 12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ и амплитудой $A = 4,0$ см.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,10 \text{ кг}$$

$$\omega = 12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$A = 4,0 \text{ см} = 0,040 \text{ м}$$

W — ?

Решение

Энергия колебаний груза:

$$W = \frac{kA^2}{2},$$

где k — жесткость пружины.

Так как циклическая частота колебаний груза определяется

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ то}$$

$$k = m\omega^2.$$

Окончательно,

$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}, \quad W = \frac{0,10 \text{ кг} \cdot \left(12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)^2 \cdot (0,040 \text{ м})^2}{2} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 12 \text{ мДж}.$$

Ответ: $W = 12 \text{ мДж}$.



Упражнение 3

1. В каких точках траектории при колебаниях математического маятника максимальна энергия:
 - а) кинетическая W_k ;
 - б) потенциальная W_n ? Чему она равна?
2. Математический маятник массой $m = 100$ г при прохождении положения равновесия имеет скорость, модуль которой $v = 4,0 \frac{м}{с}$. Определите:
 - а) полную энергию $W_{мех}$ маятника;
 - б) максимальную высоту h_{max} , на которую поднимается маятник.
3. Математический маятник массой $m = 100$ г выводят из положения равновесия, поднимая его на высоту $h = 10$ см над начальным уровнем. Определите:
 - а) изменение потенциальной энергии маятника ΔW_n при его отклонении от положения равновесия;
 - б) его максимальную кинетическую энергию $W_{k max}$.
4. Тело совершает гармонические колебания. Определите отношение кинетической энергии к ее потенциальной энергии для моментов времени, когда смещение тела от положения равновесия составляет:
 - а) $x = \frac{A}{2}$;
 - б) $x = \frac{3A}{4}$;
 - в) $x = A$.
5. Груз массой $m = 250$ г совершает гармонические колебания на пружине жесткостью $k = 80 \frac{Н}{м}$ с амплитудой $A = 3,6$ см. Определите полную механическую энергию колебаний W , потенциальную W_n и кинетическую W_k энергию в момент времени, когда смещение груза от положения равновесия $x = 2,2$ см. Потенциальную энергию в положении равновесия считать равной нулю.
6. Груз массой $m = 100$ г, находящийся на гладкой горизонтальной поверхности, закреплен на пружине жесткостью $k = 100 \frac{Н}{м}$, прикрепленной к опоре. Его смещают из положения равновесия на расстояние $x_1 = 5,0$ см и сообщают ему в направлении от положения равновесия скорость, модуль которой $v_1 = 1,0 \frac{м}{с}$. Чему равны потенциальная W_n и кинетическая W_k энергия груза в этот момент времени? Запишите кинематический закон его движения.

7. Пружинный маятник, находящийся на гладкой горизонтальной поверхности, вывели из положения равновесия и без толчка отпустили. Через какую часть n периода T кинетическая энергия прикрепленного к пружине тела будет равна потенциальной энергии $W_{\text{п}}$ деформированной пружины?
8. Определите полную механическую энергию $W_{\text{мех}}$ гармонических колебаний материальной точки, если известны ее масса m , частота ν и амплитуда A колебаний.



§ 4. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс

■ Колебания груза, подвешенного на нити, с течением времени затухают, поскольку в системе действуют силы трения и сопротивления воздуха. При каких условиях механические колебания не затухают? Можно ли добиться увеличения амплитуды колебаний, используя внешнее воздействие?



Силы взаимодействия тел системы называют внутренними. Тела, не входящие в систему, называются внешними телами. Силы, которые действуют на тела системы со стороны внешних тел, называют внешними силами.

Колебания, происходящие с постоянной во времени амплитудой, называются **незатухающими колебаниями** (рис. 23, *а*). Незатухающие колебания, которые совершает система около положения устойчивого равновесия под действием внутренних сил после того, как она была выведена из состояния равновесия и предоставлена самой себе, называются **свободными (собственными) колебаниями**.

Свободные колебания (в отсутствие трения) происходят со строго определенной частотой ω_0 , называемой **частотой свободных (собственных) колебаний системы**. Эта частота зависит только от параметров системы.

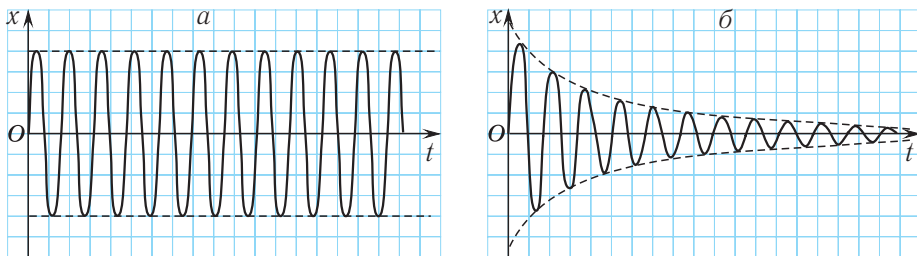


Рис. 23. Механические колебания: *а* — незатухающие; *б* — затухающие