



Лекция 8

«Свободные затухающие колебания»

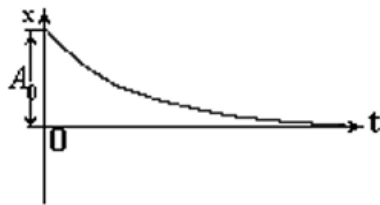
PhD, Жақыпов Әлібек Серікұлы

Кроме силы упругости $F = -kx$ на тело действуют также сила сопротивления, которая при медленных движениях пропорциональна скорости, т. е.

$$F_{\text{сопр}} = -rV = -r(dx/dt),$$

где r - коэффициент сопротивления, с размерностью $[r] = \text{кг/с}$.

С учетом сказанного, уравнение движения тела (2-й закон Ньютона) $ma=F$ будет иметь вид

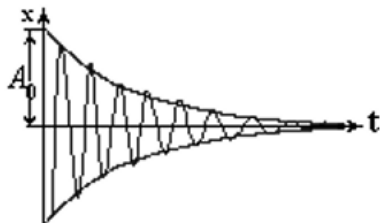


$$m(d^2x/dt^2) = -kx - r(dx/dt),$$

или, разделив на массу m правую и левую части такого уравнения, имеем:

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2x = 0,$$

где $\beta = r/2m$ - коэффициент затухания;



$[\beta] = 1/c = c^{-1}$. Его решение будет

$$x = A_0 \exp\left[\left(-\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}\right)t\right].$$

Логарифмический декримент

Логарифмический декремент затухания

Натуральный логарифм отношения отклонения системы в моменты времени t и $t + T$ называется логарифмическим декрементом затухания:

$$\delta = \ln[x(t)/x(t + T)] = \ln[A_0 e^{-\beta t} / A_0 e^{-\beta(t+T)}] = \beta T = 2\pi\beta / \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2} = 2\pi\beta / \omega$$

Величина, обратная δ , показывает число колебаний, совершаемых за время, в течение которого амплитуда колебаний уменьшается в $e = 2,7182$ раз.

Величина

$$Q = \pi / \delta = \pi\omega / 2\pi\beta = \omega / 2\beta$$

называется добротностью колебательной системы.

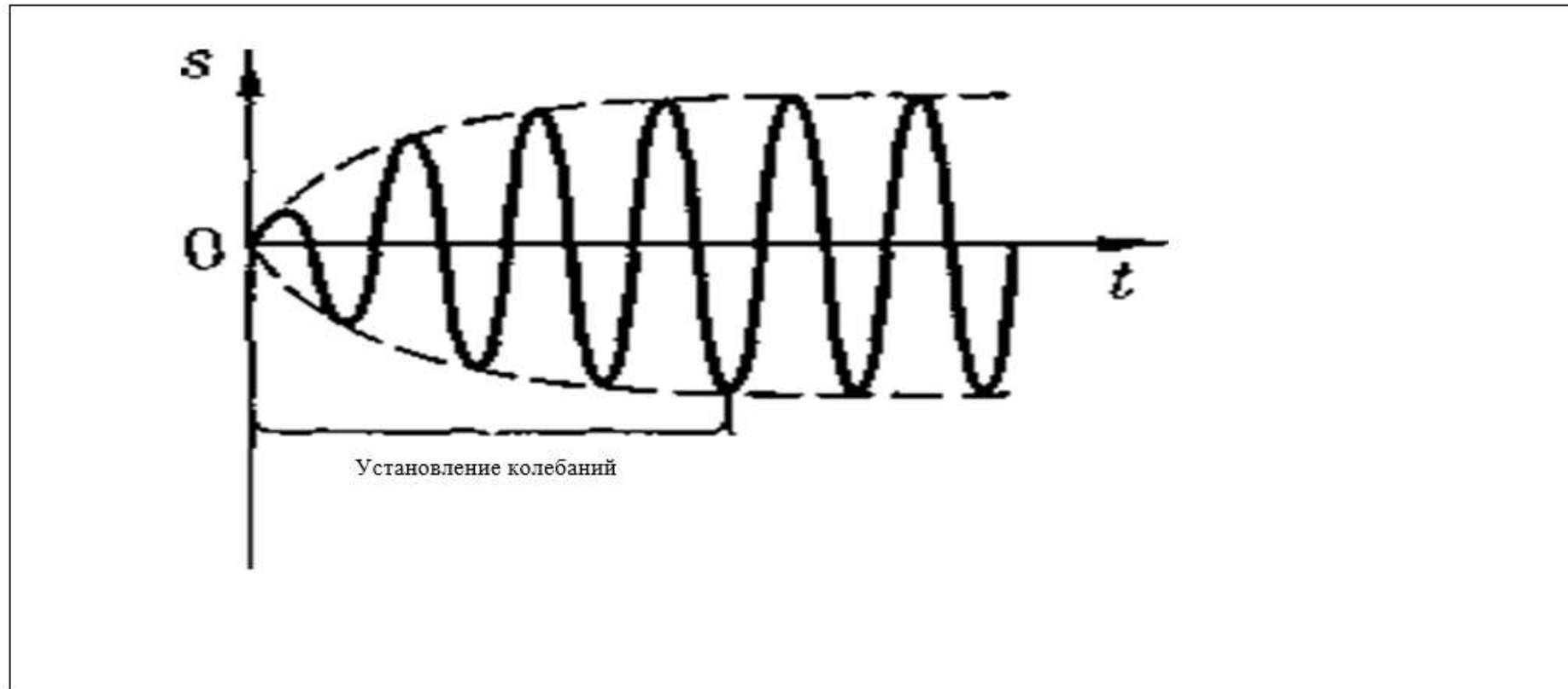
Заметим, что рассмотренная колебательная система является диссипативной, т.к. ее механическая энергия постепенно уменьшается с течением времени за счет преобразования в другие (немеханические) формы энергии.

Вынужденные колебания

Они возникают при действии на систему внешней периодически изменяющейся силы (*вынуждающей силы*)

$$F = F_m \cos \Omega t,$$

где Ω - круговая частота вынуждающей силы.



1. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высш. шк., 1990.- 478 с.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики М.: Высш. шк., 1989.- 608 с.
3. Савельев И.В. Общий курс физики. Т1. Механика. Молекулярная физика. М.: Наука, 1988.- 416 с.
4. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.- М.: Наука, 1985.
5. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. Т.1,2,3.-М.: Наука, 1974,1980
6. Сивухин Д.В. Курс общей Физики. – М.: Наука, 1986. Т.