Билет №5.
Кинематика колебательного движения

Механически колебания

Механические колебания — это движения тел, повторяющиеся точно (или приблизительно) через одинаковые промежутки времени. (Козел, стр.144, первый абзац параграфа 2.1).

Механические колебания, как и колебательные любой другой физической природы, могут быть свободными и вынужденными.

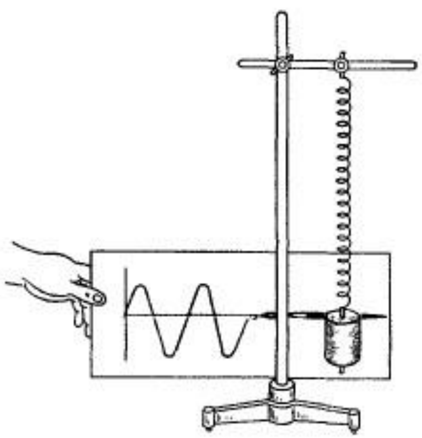


Рис. 32

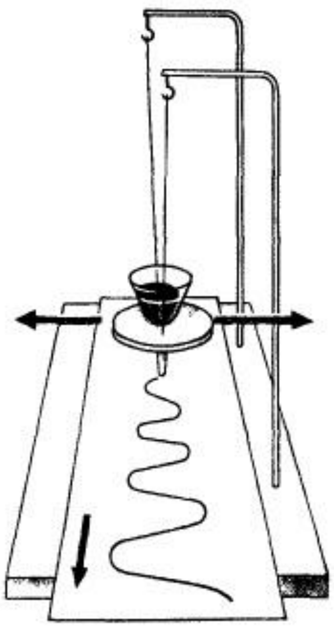
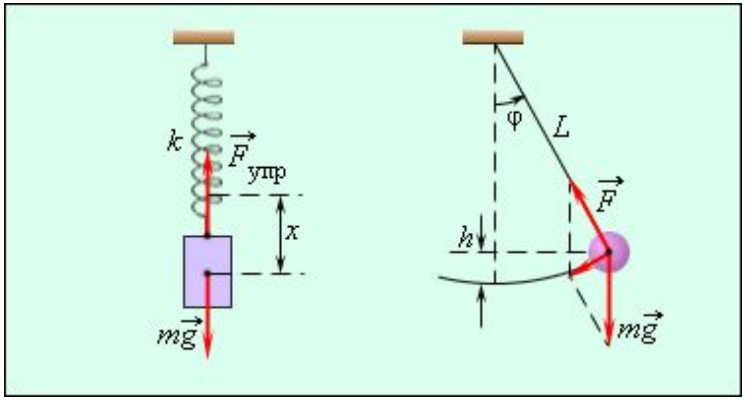


Рис. 33

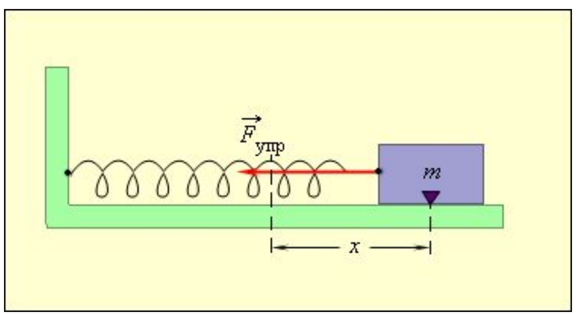


Механические колебательные системы

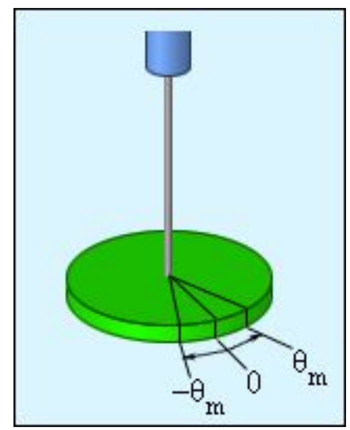
Свободные колебания

Свободные колебания совершаются под действием внутренних сил системы, после того, как она была выведена из состояния равновесия.

Например: качели, груз на пружине, натянутая струна гитары, балансир(крутильный маятник).



Груз, прикрепленный к пружине

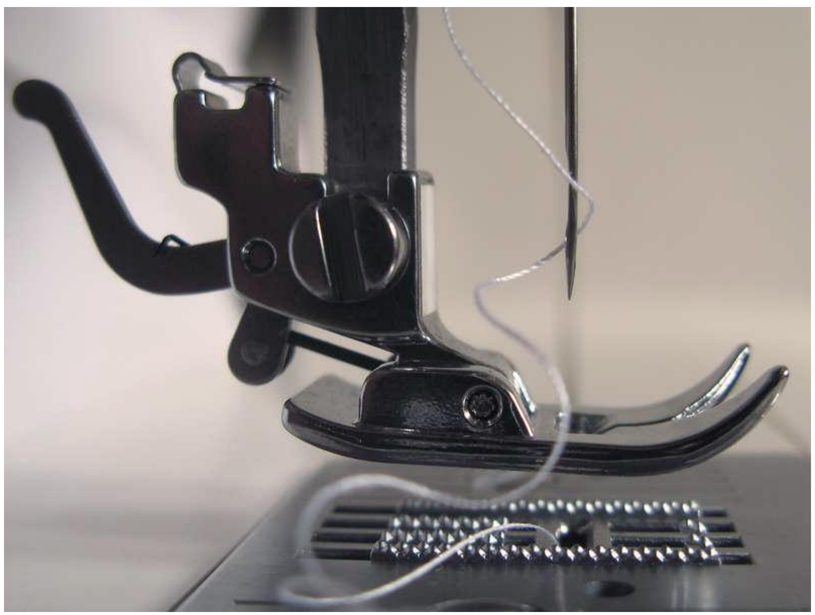


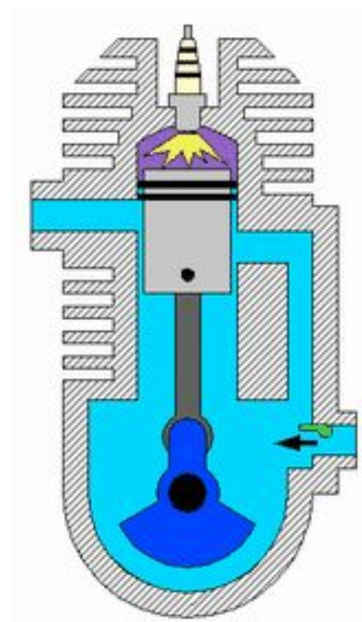
Баланси
р

Вынужденные колебания

Колебания называются **вынужденными**, если происходящие под действием внешних периодических сил.

Например: океанические приливы под действием Луны, игла швейной машины, колебание поршня в цилиндре автомобильного двигателя.

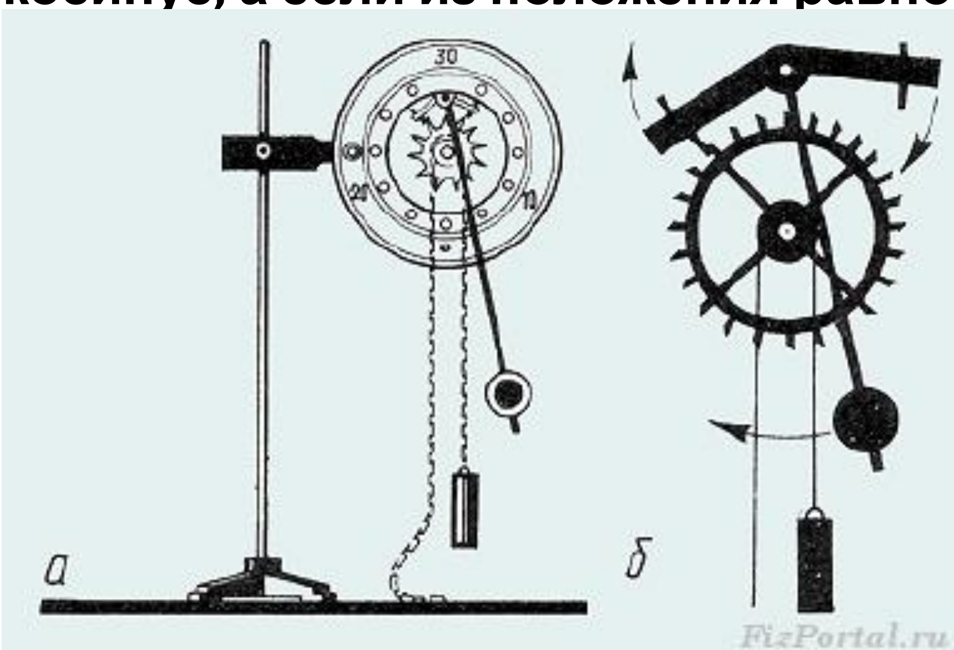




Простейшим видом колебательного процесса являются **гармонические колебания.**

Например: колебания груза на пружине, маятник механических часов

Гармонические колебания описываются законом синуса или законом косинуса. **Если мы начинаем рассматривать колебание из положения максимального отклонения, то колебание опишет косинус, а если из положения равновесия, то синус**.



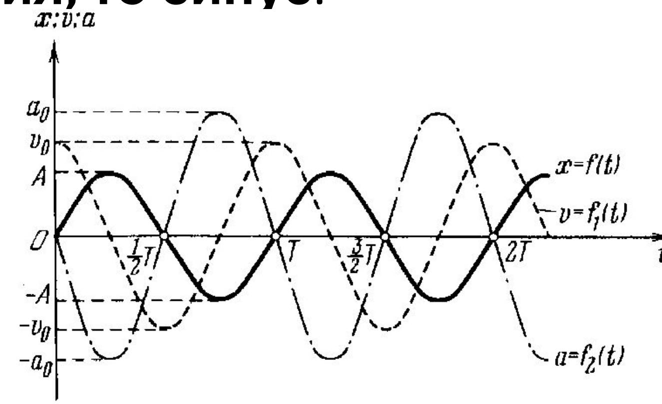


График зависимостей при гармонических колебаниях

Маятник механических часов.

Если колебания описывать по закону косинуса, то:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi_0)$$

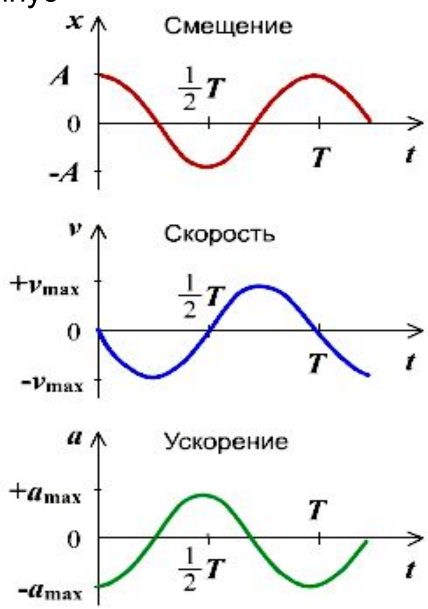
$$v = -A\omega\sin(\omega t + \varphi_0) = A\omega\cos\left[(\omega t + \varphi_0) + \frac{\pi}{2}\right]$$

$$a = -A\omega^2\cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2\cos\left[(\omega t + \varphi_0) + \pi\right]$$

- **A–**амплитуда колебания, [A] = 1 м;
- **x–**координата колеблющегося тела, [x] = 1 м;
- **ϕ_0–** начальная фаза, [ϕ] = 1 рад;
- **π –**число «пи», константа;
- **ω –**циклическая частота, [ω] = 1 рад/с
- **υ–**скорость колеблющегося тела, [υ] = 1 м/с;
- **a–**ускорение колеблющегося тела, [a] = 1 м/с^2.

Важно помнить, что колебание косинуса можно описать колебанием синуса с начальной фазой $\phi_0 = \pi/2$.

График зависимостей при описании через косинус



Графики смещения, скорости, ускорения при гармонических колебаниях

Если колебания описывать по закону синуса

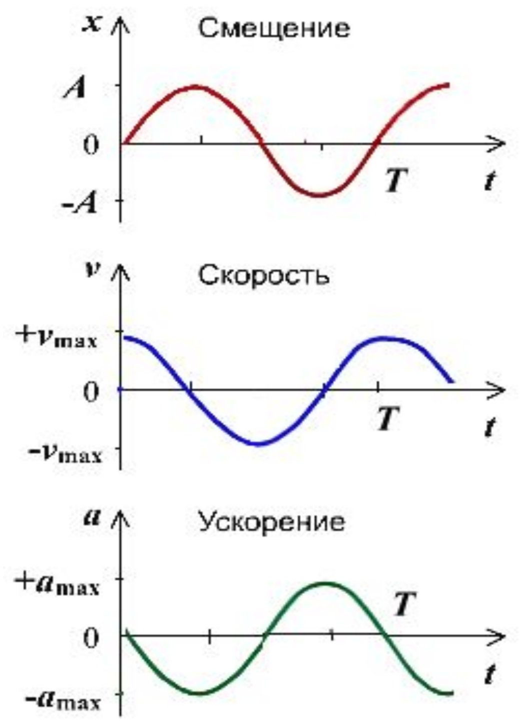
$$x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$$

- **А–** амплитуда колебания, [A] = 1 м;
- **x–**координата колеблющегося тела, [x] = 1 м;
- **ϕ_0–** начальная фаза, [ϕ] = 1 рад;
- **π –**число «пи», константа;
- **ω –**циклическая частота, [ω] = 1 рад/с
- **υ–** скорость колеблющегося тела, [υ] = 1 м/с;
- **a–** ускорение колеблющегося тела, [a] = 1 м/с

$$v = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0) = A\omega\sin\left[(\omega t + \varphi_0) + \frac{\pi}{2}\right]$$

$$a = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0) = A\omega^2\sin\left[(\omega t + \varphi_0) + \pi\right]$$

График зависимости при описании через закон синуса.



Графики смещения, скорости, ускорения при гармонических колебаниях

Из графиков видно, что своего максимального значения скорость и ускорение достигают тогда, когда множитель, содержащий тригонометрическую функцию равен 1 или –1.

Отсюда несложно вывести формулы:

$$\boxed{v_{max} = A\omega}$$

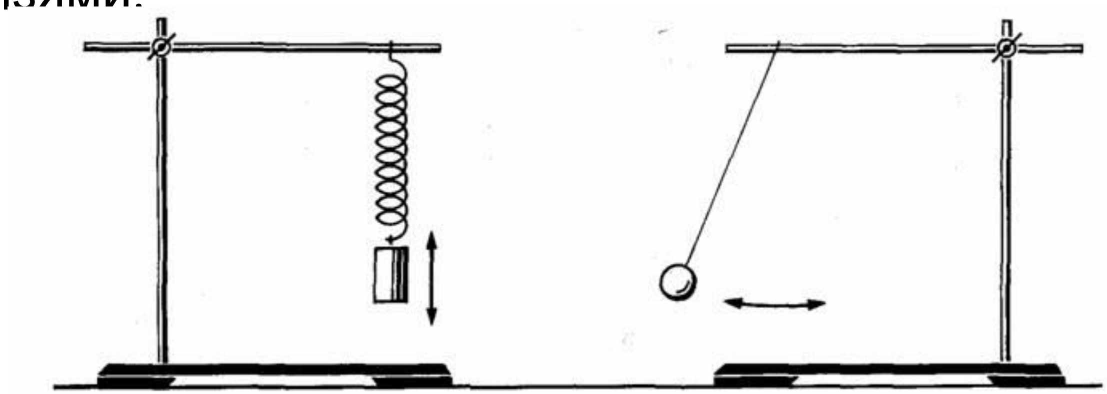
$$\boxed{a_{max} = A\omega^2}$$

- **A –** амплитуда колебания, [A] = 1 м;
- **ω –**циклическая частота, [ω] = 1 рад/с
- **v –** скорость колеблющегося тела, [υ] = 1 м/с;
- **A –** ускорение колеблющегося тела, [a] = 1 м/с^2**.**

Период колебаний нитяного и пружинного маятников.

Период колеба́ний маятника (T)—наименьший промежуток времени, за который осциллятор совершает одно полное колебание (то есть возвращается в то же состояние, в котором он находился в первоначальный момент, выбранный произвольно).Измеряется в секундах [с].

Ма́ятник — система, подвешенная в поле тяжести и совершающая механические колебания. Колебания совершаются под действием силы тяжести, силы упругости и силы трения. Во многих случаях трением можно пренебречь, а от сил упругости (либо сил тяжести) абстрагироваться, заменив их связями.

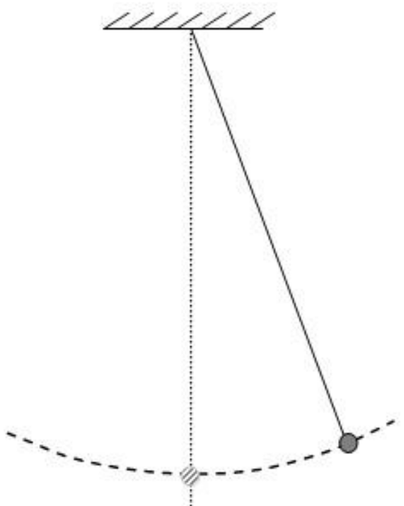


Пружинный и нитяной маятники соответственно.

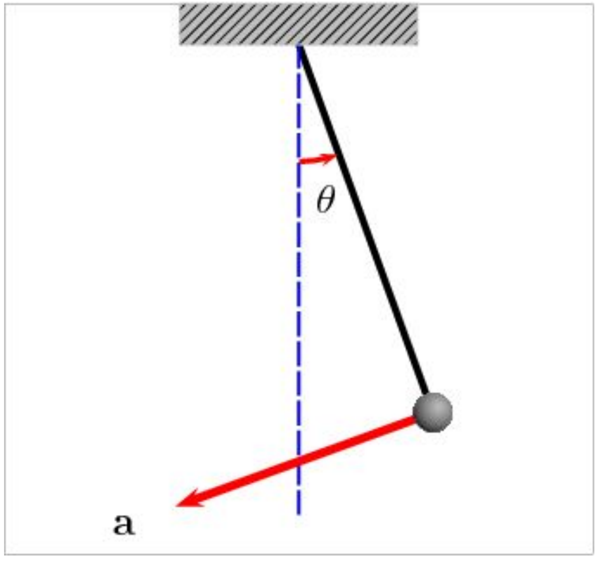
Нитяным маятником называют тело на невесомой нерастяжимой нити, совершающее колебания.

Если на тело нитяного маятника действуют только сила тяжести и сила упругости, он совершает колебания с постоянным периодом.

- Период колебания нитяного мятника рассчитывается по форм $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- **l –** длина нити;
- **T –** период колебания маятника;
- **g –** ускорение свободного падения;
- **π –**число пи, константа.



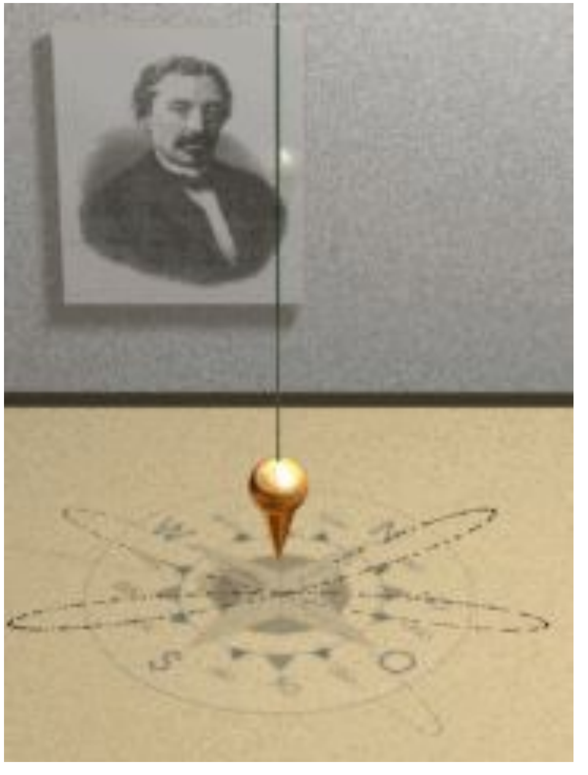
Нитяной маятник



Колебания нитяного маятника с указанием направлений скорости и ускорения

Маятник Фуко

Ма́ятник Фуко́ — маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли.



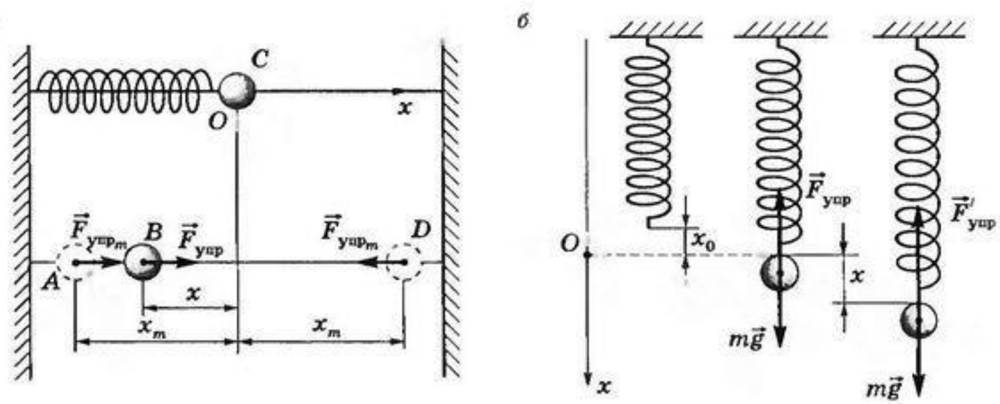
Маятник Фуко в действии

Пружинный маятник—механическая система, состоящая из пружины с коэффициентом упругости k, один конец которой жёстко закреплён, а на втором находится груз массы m.

Период колебаний **пружинного маятника** может быть вычислен по следующей формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- **k –** коэффициент упругости пружины (билет №8);
- **m –**масса прикрепленного груза;
- **π –**число пи, константа.



Пружинные маятники