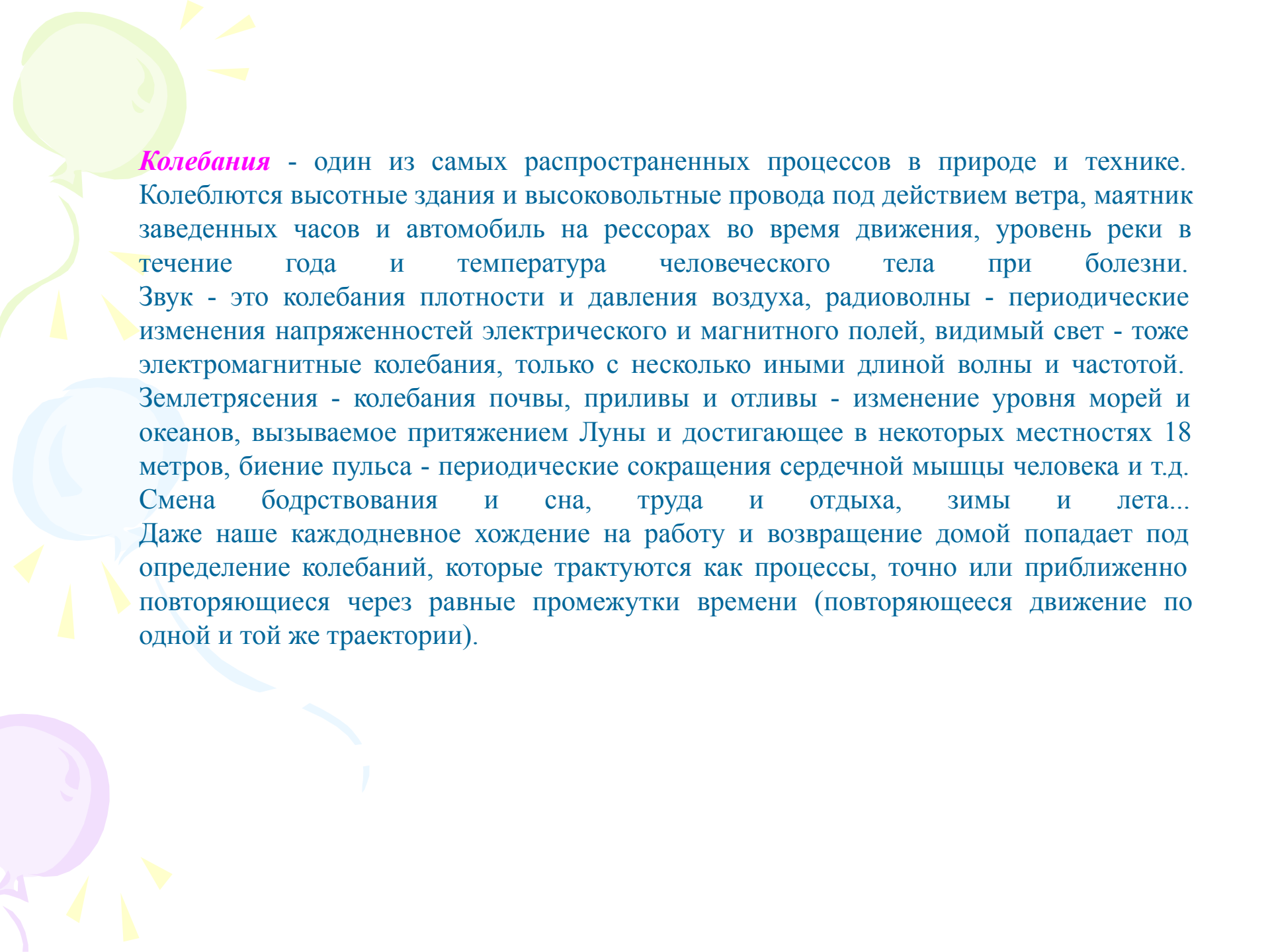


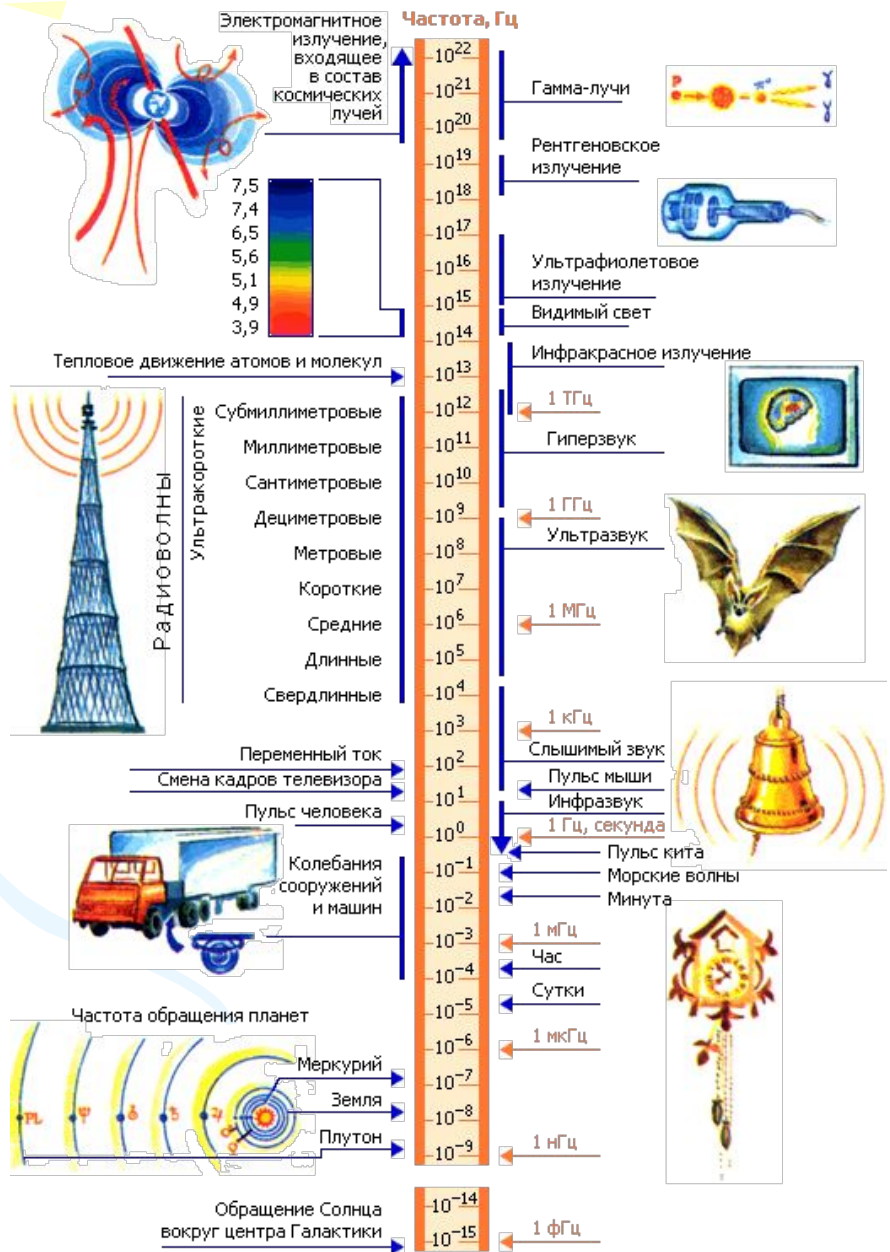
# Колебательные движения

Колебательные движения.



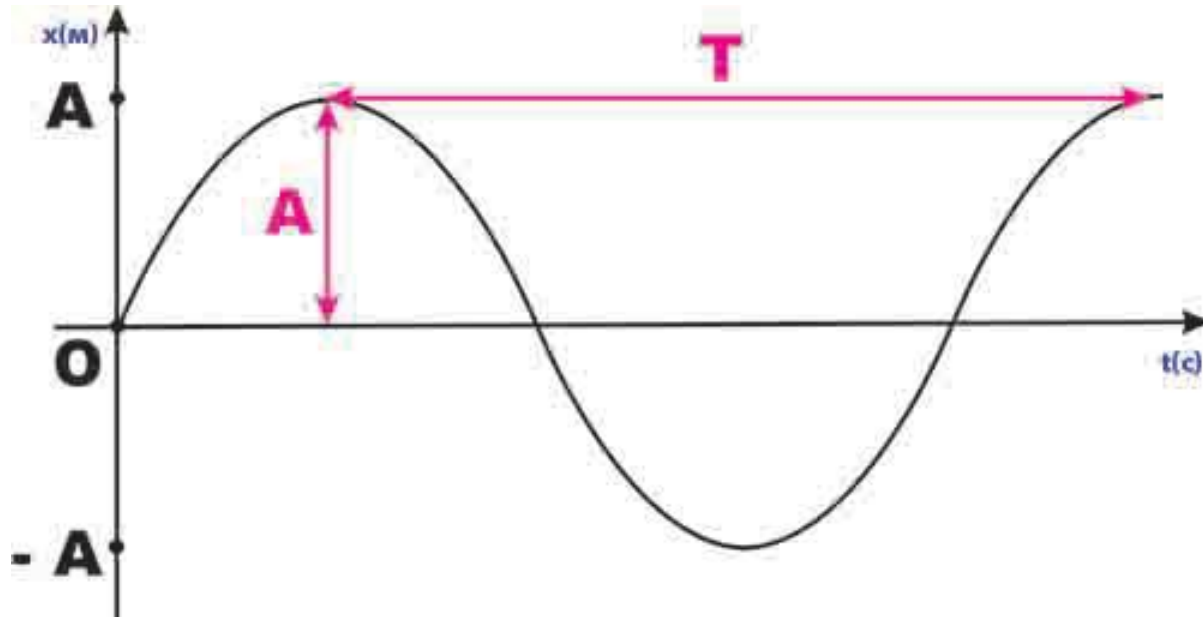


**Колебания** - один из самых распространенных процессов в природе и технике. Колеблются высотные здания и высоковольтные провода под действием ветра, маятник заведенных часов и автомобиль на рессорах во время движения, уровень реки в течение года и температура человеческого тела при болезни. Звук - это колебания плотности и давления воздуха, радиоволны - периодические изменения напряженностей электрического и магнитного полей, видимый свет - тоже электромагнитные колебания, только с несколько иными длиной волны и частотой. Землетрясения - колебания почвы, приливы и отливы - изменение уровня морей и океанов, вызываемое притяжением Луны и достигающее в некоторых местностях 18 метров, биение пульса - периодические сокращения сердечной мышцы человека и т.д. Смена бодрствования и сна, труда и отдыха, зимы и лета... Даже наше каждодневное хождение на работу и возвращение домой попадает под определение колебаний, которые трактуются как процессы, точно или приближенно повторяющиеся через равные промежутки времени (повторяющееся движение по одной и той же траектории).



Колебания бывают *механические, электромагнитные, химические, термодинамические* и различные другие. Несмотря на такое разнообразие, все они имеют между собой много общего.

**Свободные колебания** После того как по струне рояля ударит один из молоточков, струна продолжает "сама по себе" совершать колебания - свободные колебания.



Точное описание свободных колебаний затруднительно, однако легко видеть, что **они обладают** следующими **свойствами**:

1. Развитие движения во времени зависит от того, как оно началось.
2. Движение постепенно затухает.
3. При своем движении цепь не имеет какой-либо определенной формы; с течением времени форма цепи изменяется (однако в конце движения колебания часто характеризуются более или менее отчетливой формой).
4. Совершенно невозможно указать "частоту" колебаний (с течением времени, однако, движение может принять определенную частоту).

## ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

– колебания, происходящие под действием внешней переменной силы. Во многих случаях эта сила оказывается периодически изменяющейся.

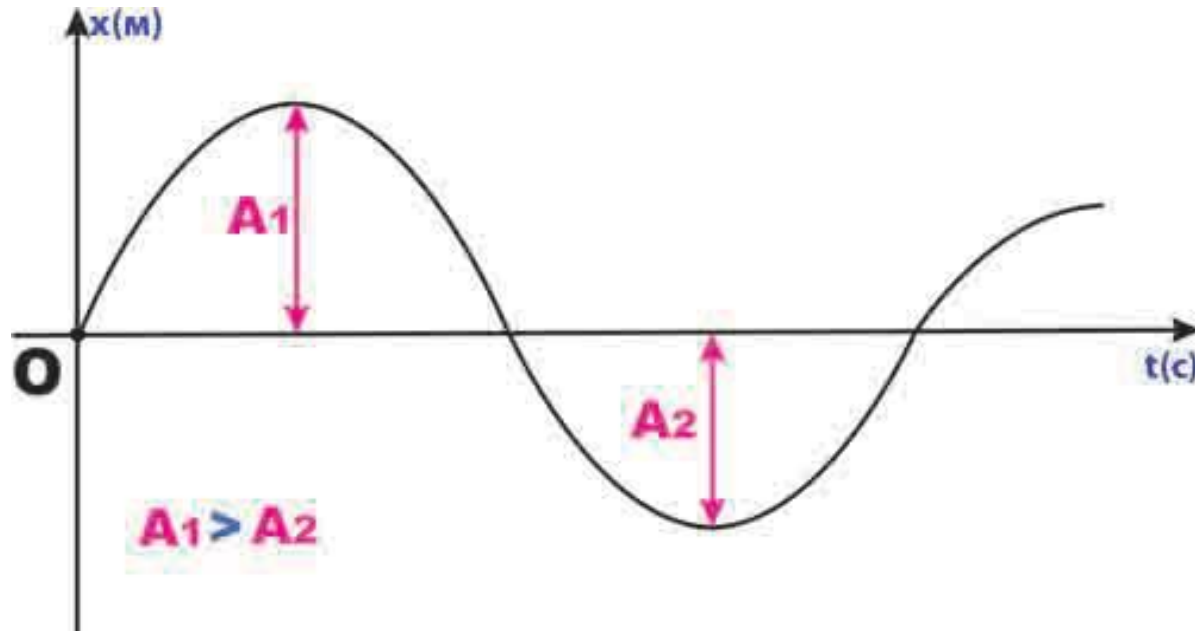
Если внешняя сила, действующая на систему, изменяется с течением времени по закону косинуса или синуса, то возникающие в системе вынужденные колебания будут гармоническими. При этом частота вынужденных колебаний будет совпадать с частотой изменения внешней силы.

Амплитуда вынужденных колебаний определяется амплитудой внешней силы, а также соотношением между частотой изменения этой силы и собственной частотой колебательной системы. При равенстве этих частот наблюдается явление резонанса.

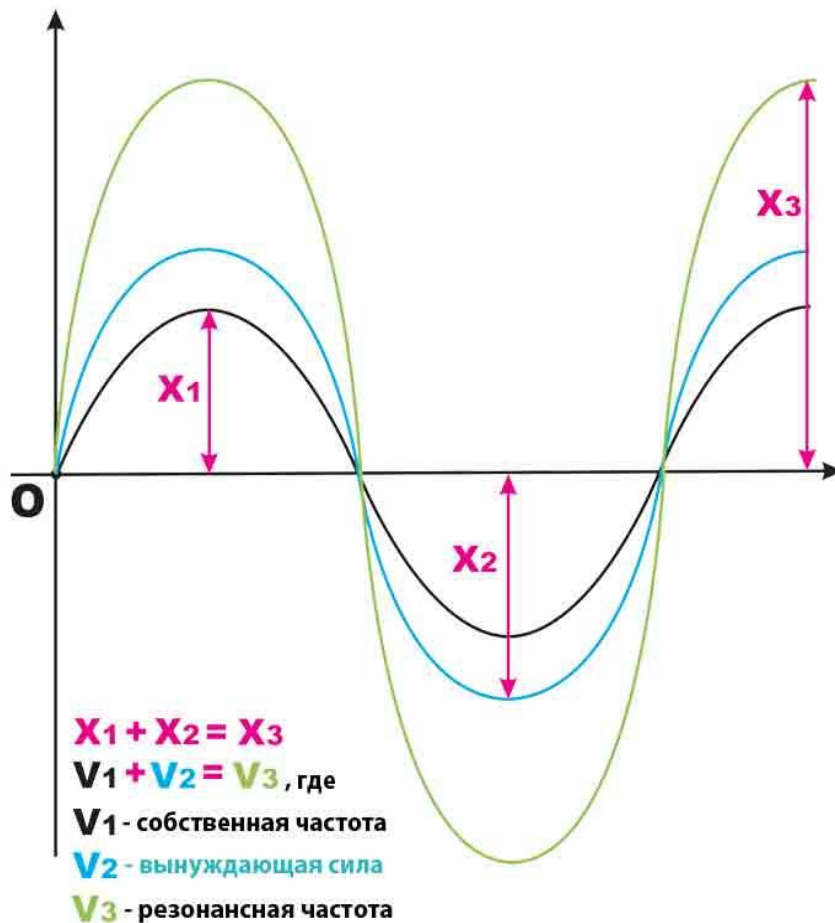
В отличие от свободных колебаний, когда система получает энергию лишь один раз (при выведении системы из состояния равновесия), в случае вынужденных колебаний система поглощает эту энергию от источника внешней периодической силы непрерывно. Эта энергия восполняет потери, расходуемые на преодоление трения, и вынужденные колебания оказываются незатухающими.

## *Затухающие колебания*

Одна характерная особенность свободных колебаний: такие колебания затухают. Этот эффект объясняется наличием трения; иногда его называют демпфированием.




*График затухающих колебаний*



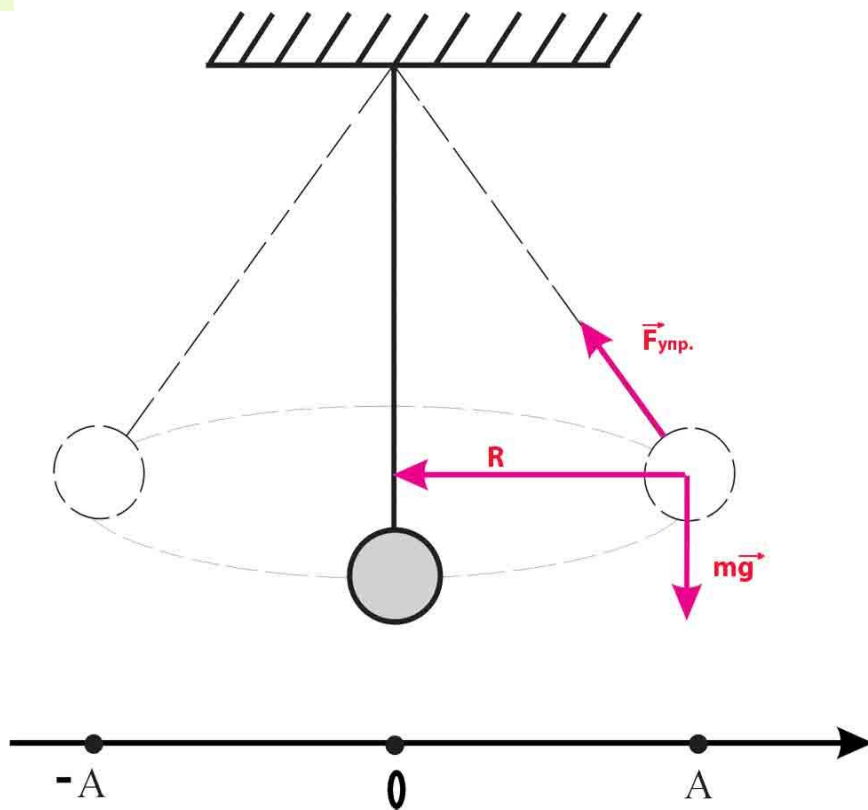
## Резонанс

Существует при вынужденных колебаниях.  
Резонанс - резкое возрастание амплитуды колебаний, в результате совпадения собственной частоты с частотой вынуждающей силы.



**Математический  
и  
пружинный  
маятники**





**Фупр.=max**  
**V=0**  
**Ек.=0**  
**X=-A**  
**Ер.=max**

**Фупр.=0**  
**V=max**  
**Ек.=max**  
**X=0**  
**Ер.=0**

**Фупр.=max**  
**V=0**  
**Ек.=0**  
**X=A**  
**Ер.=max**

**Математический маятник** - подвешенный на тонкой невесомой нити груз, размерами которого можно пренебречь по сравнению с размерами нити.

$$F = Mg \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{A}{L}$$

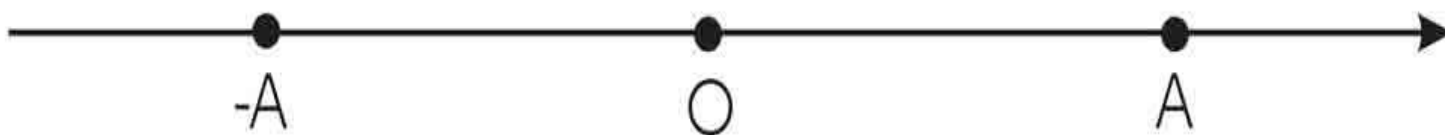
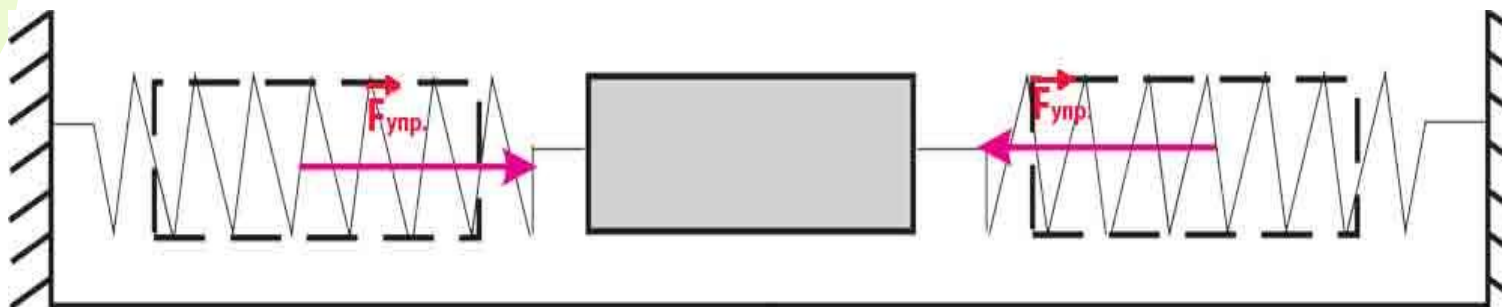
$$F = Mg \frac{A}{L}$$

*Вывод формулы для расчёта силы упругости*

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

*Формула для расчёта периода математического маятника*

## Пружинный маятник



$$F_{\text{упр.}} = \max$$

$$V = 0$$

$$E_{\text{к.}} = 0$$

$$X = -A$$

$$E_{\text{р.}} = \max$$

$$F_{\text{упр.}} = 0$$

$$V = \max$$

$$E_{\text{к.}} = \max$$

$$X = 0$$

$$E_{\text{р.}} = 0$$

$$F_{\text{упр.}} = \max$$

$$V = 0$$

$$E_{\text{к.}} = 0$$

$$X = A$$

$$E_{\text{р.}} = \max$$

**Пружинный маятник** - невесомая пружина, к которой прикреплено тело массой  $m$ .

# Словарь

**Амплитуда** ( $A=X_{max}$ ) - максимальным смещением от положения равновесия.

**Вынужденные колебания** - колебания, происходящие под действием вынуждающей силы.

**Гармонические колебания** - колебания, происходящие по закону  $\sin$  или  $\cos$ .

**Демпфирование** - характерная особенность свободных колебаний (объясняется наличием трения).

**Кинетическая энергия** ( $E_k$ ) - энергия, которая определяется скоростью тела.

**Колебания** - движение, при котором координата тела периодически повторяется.

**Математический маятник** - подвешенный на тонкой невесомой нити груз, размерами которого можно пренебречь по сравнению с размерами нити.

# Словарь

**Маятник** - модель для изучения колебаний.

**Период ( $T = t/N$ )** - время, в течении которого тело совершает 1 полное колебание.

**Потенциальная энергия ( $E_p$ )** - энергия, которая определяется взаимным расположением тел.

**Пружинный маятник** - невесомая пружина, к которой прикреплен груз массой  $m$ .

**Резонанс** - резкое возрастание амплитуды колебаний, в результате совпадения собственной частоты с частотой вынуждающей силы.

**Свободные колебания** - колебания, происходящие под действием собственных сил системы.

**Теория колебаний** - специальный раздел физики, занимающийся изучением закономерностей колебаний.

**Частота ( $\nu = N/t$ )** - количество колебаний в единицу времени.