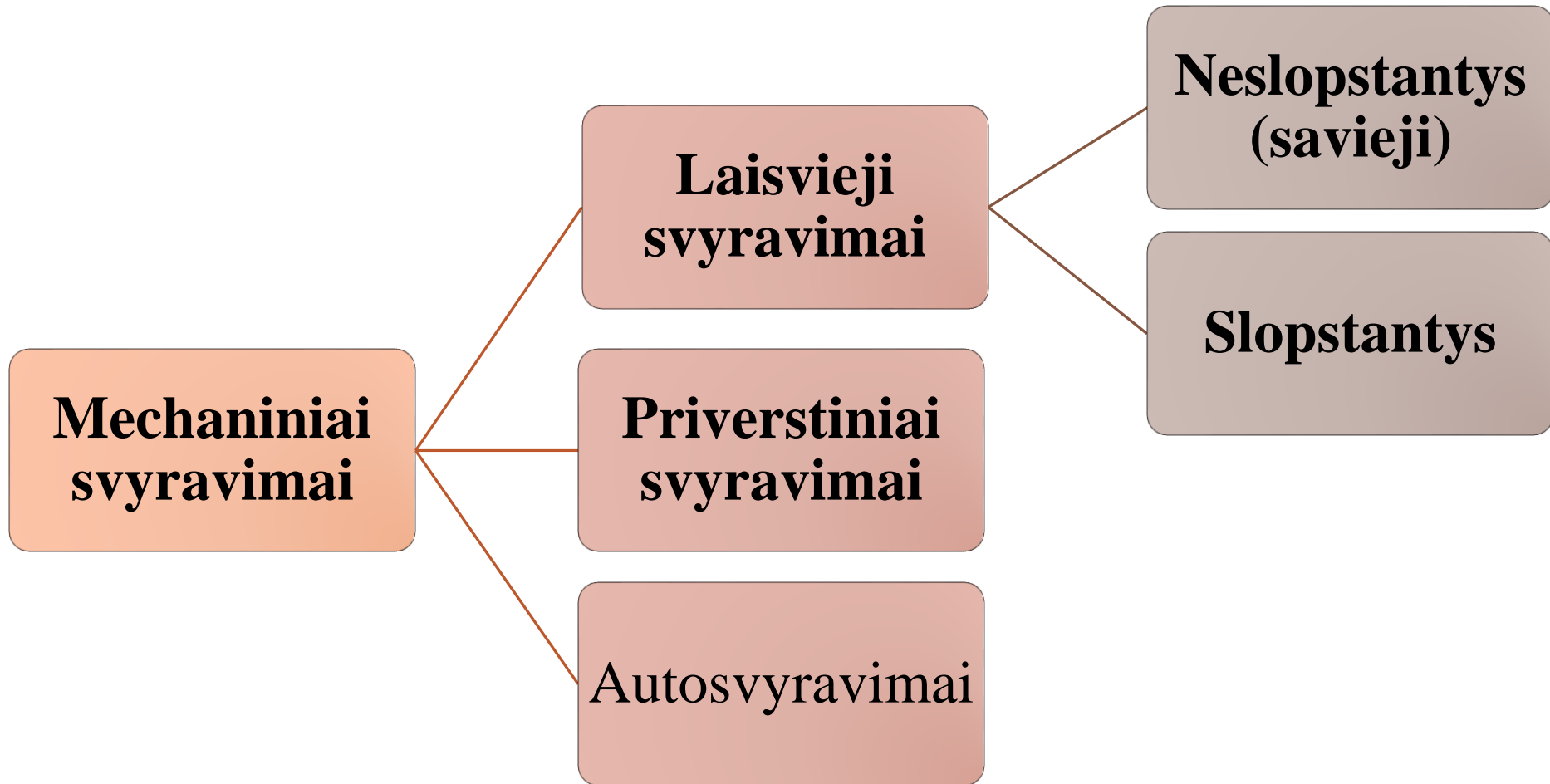


MECHANINIAI SVYRAVIMAI

Svyravimu vadinamas periodinis fizikinės sistemos būsenos kitimas.

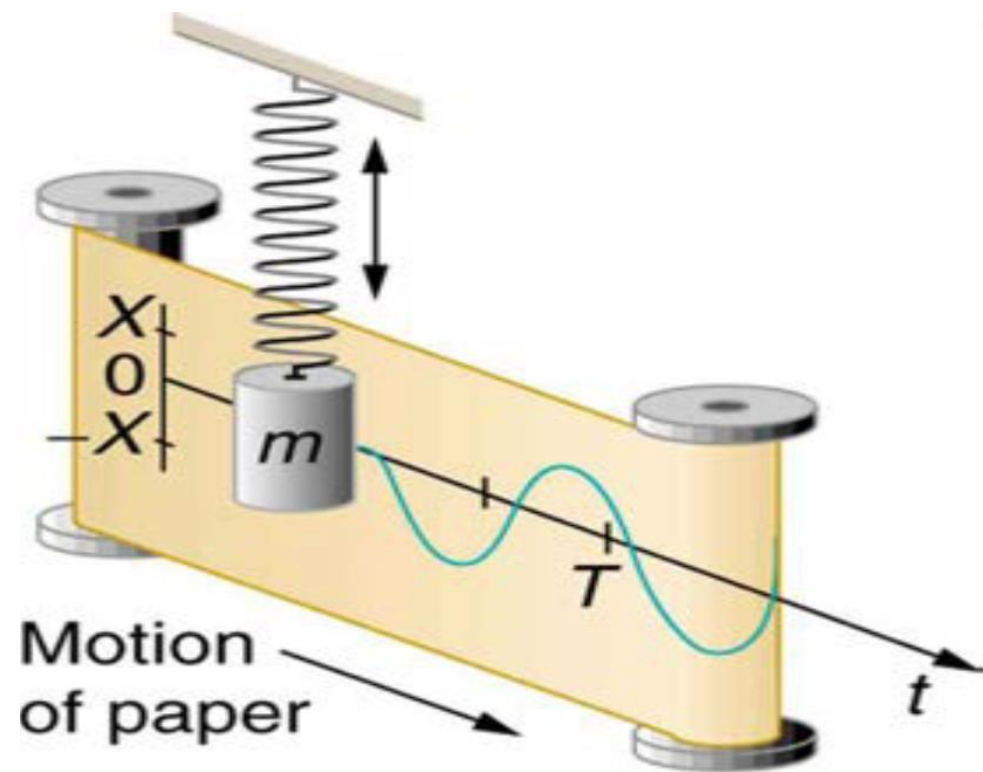
Harmoniniais vadinami svyravimai, kuriems vykstant, kūno atsilenkimas nuo pusiausvyros padėties kinta pagal sinuso arba kosinuso dėsnį.

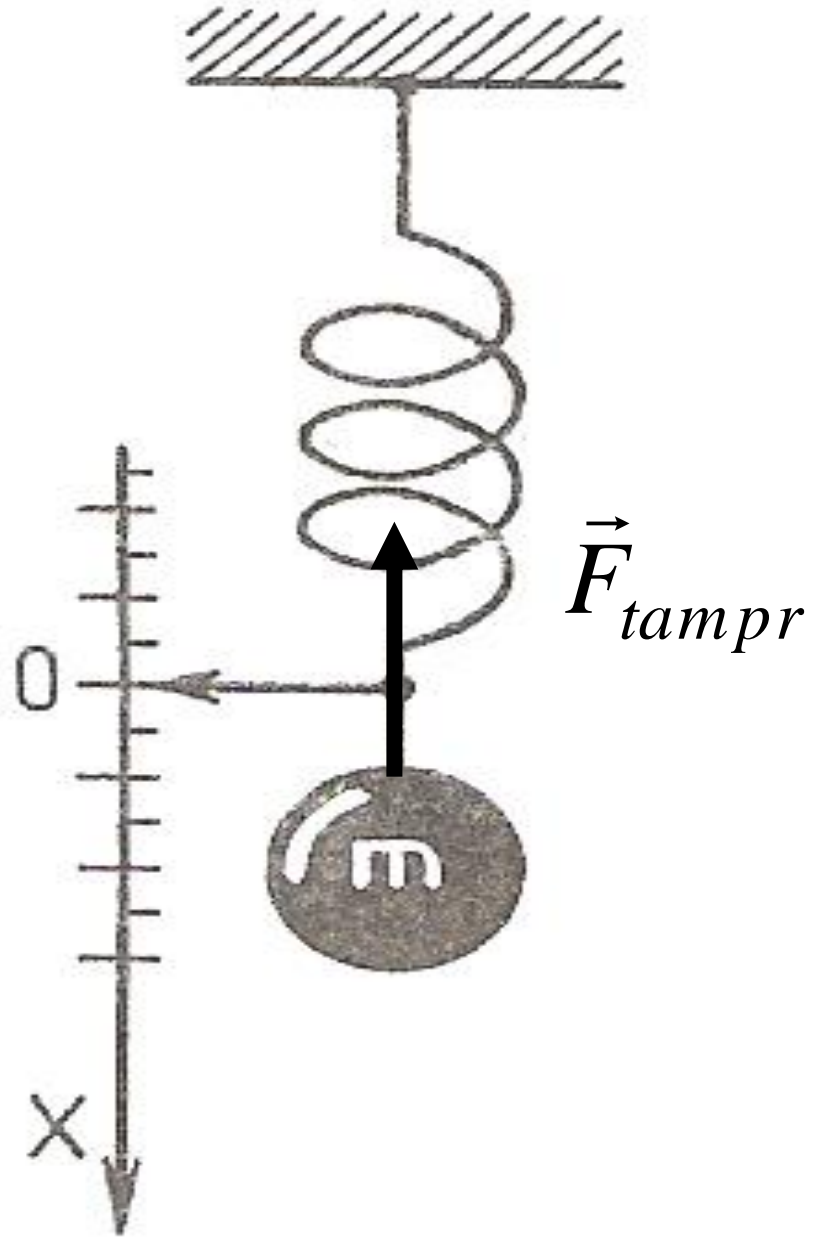


Laisvieji neslopstantys (*savieji*) svyravimai

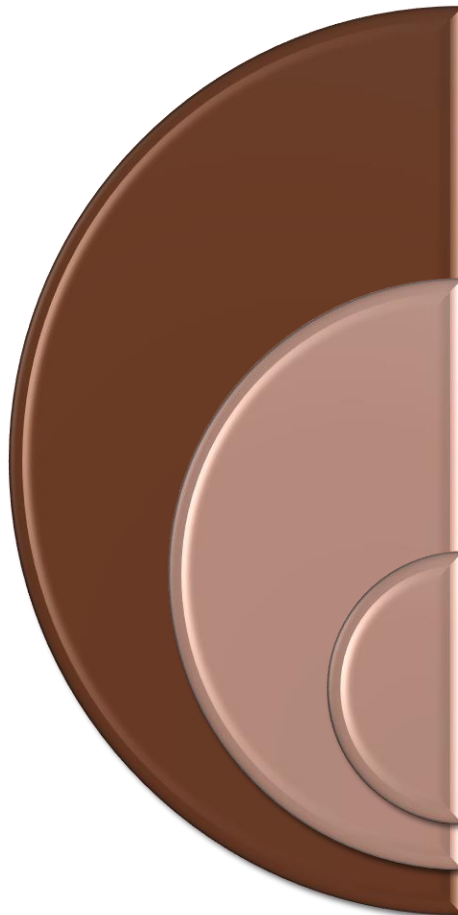
Laisvieji (*savieji*) svyravimai - tai svyravimai vykstantys tik veikiant gražinančiajai jėgai.

Gražinančioji jėga – tai jėga, kuriai veikiant, vyksta svyravimas. Ši jėga stengiasi kūną gražinti į pusiausvyros padėtį ir yra nukreipta šios padėties link.





Laisvieji svyravimai



Atsiradimo sąlygos	<ul style="list-style-type: none">• Sistema, turi pradinę energiją
Periodas priklauso	<ul style="list-style-type: none">• Nuo savųjų parametrų
Amplitudė priklauso	<ul style="list-style-type: none">• Nuo pradinių sąlygų

Ant spyruoklės pakabintą ir išvestą iš pusiausvyros padėties pasvarėlį **veikia gražinančioji jėga ir suteikia jam pagreitį** (*II-ąs Niutono dėsnis*):

$$\vec{F}_{tampri} = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

Kur

$$\vec{F}_{tamp\,r} = -k \cdot \vec{x} \quad (2)$$

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3)$$

(2) ir (3) iestatome į (1) ir suprojektuojame į x ašį bei padaliname iš m:

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + k \cdot x = 0 \quad / :m \quad (4)$$

(4) lygtyje įvedame pažymėjimą :

$$\frac{k}{m} = \omega_0^2$$

(ω_0 - savasis ciklinis dažnis).

Perrašę (4) lygtį, gauname **laisvųjų svyravimų diferencialinę lygtį**:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot x = 0 \quad (5)$$

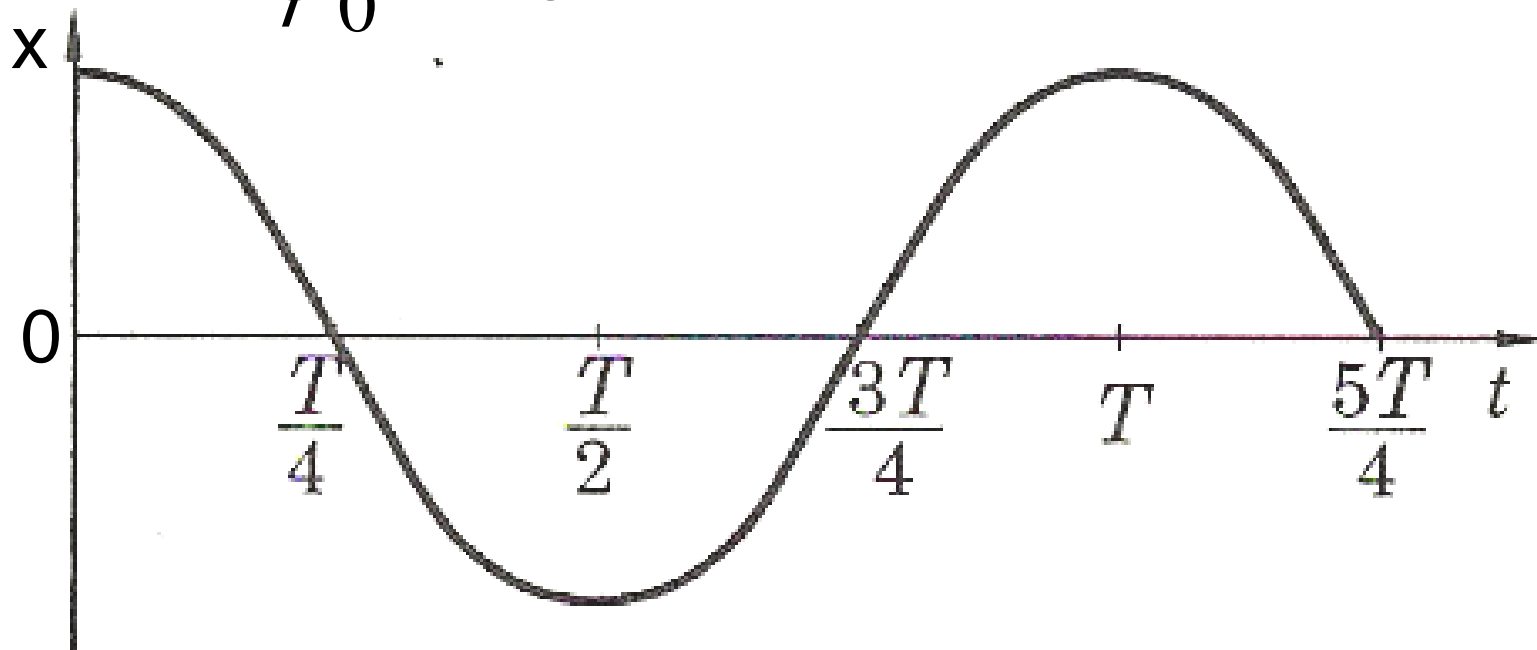
Laisvųjų svyravimų lygtis
(*diferencialinės lygties sprendinys*):

$$x = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Laisvai svyruojančio taško koordinatės priklausomybė nuo laiko $x(t)$:

$$x = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

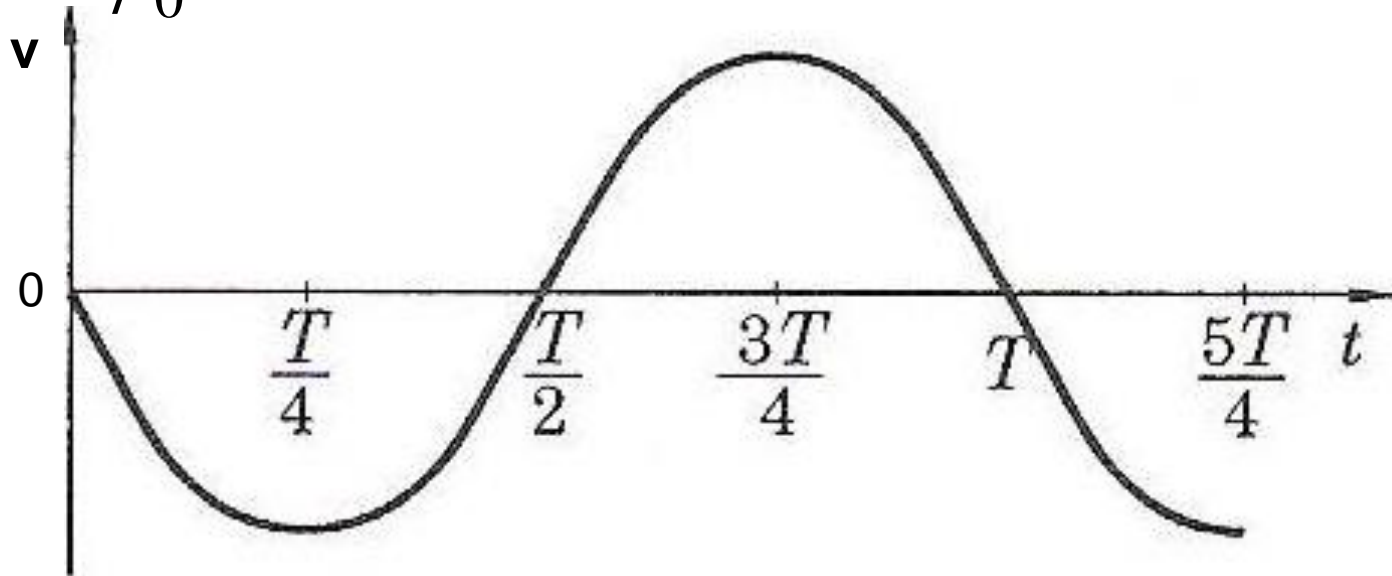
$$\varphi_0 = 0$$



Laisvai svyruojančio taško greičio priklausomybė nuo laiko $v(t)$:

$$v = \frac{dx}{dt} = -A \cdot \omega_0 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

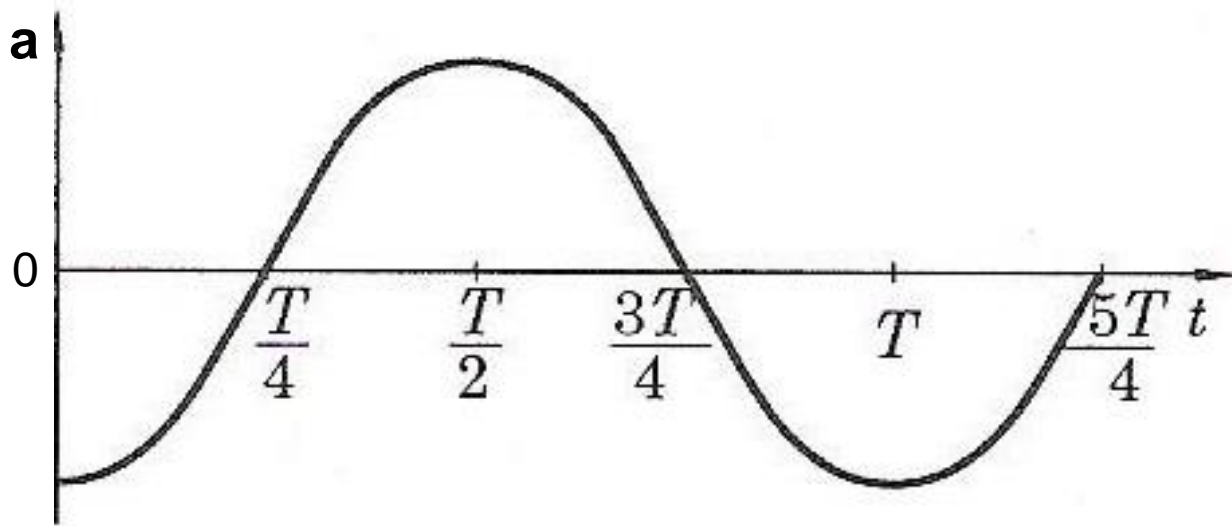
$$\varphi_0 = 0$$

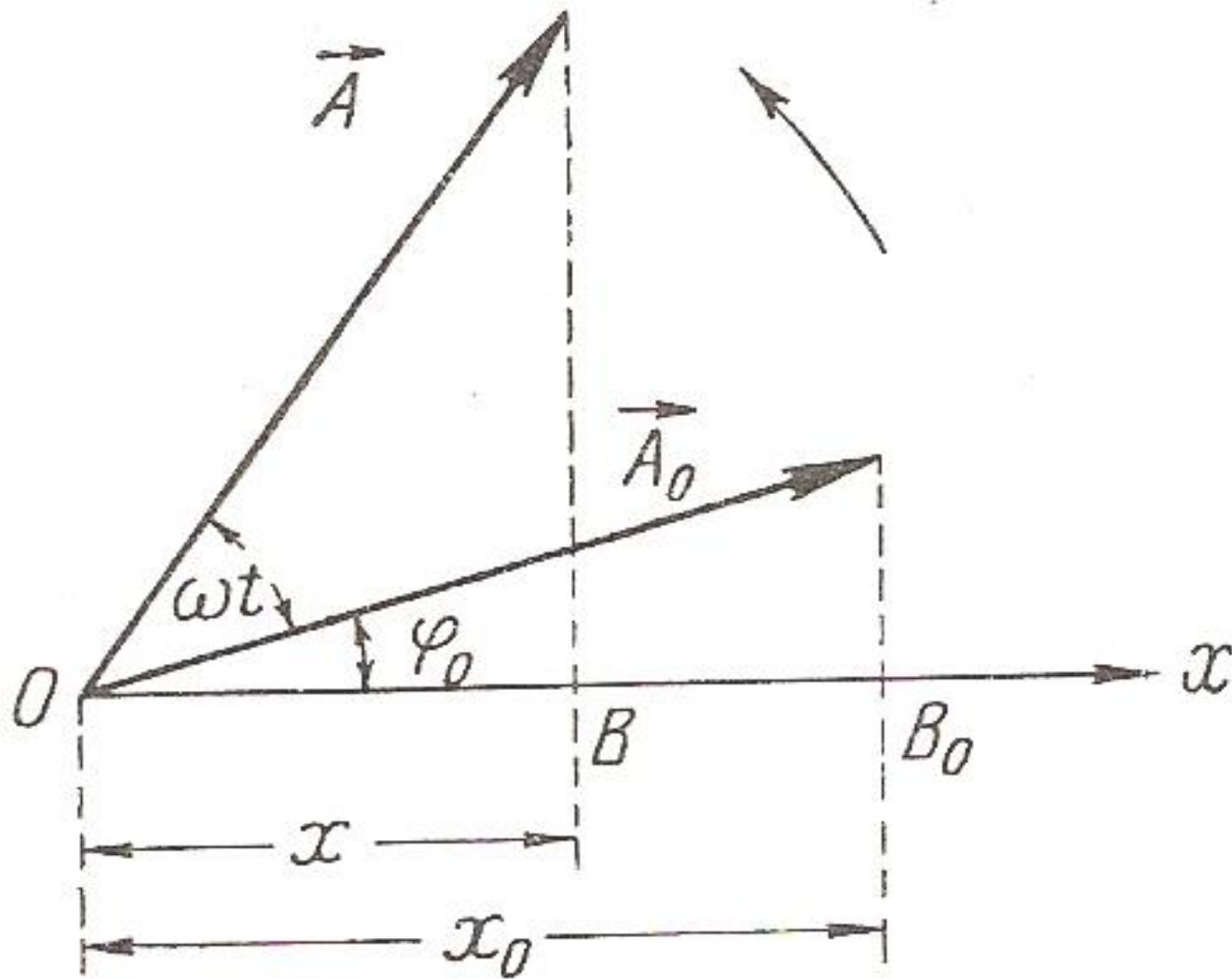


Laisvai svyruojančio taško pagreičio priklausomybė nuo laiko $a(t)$:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \cdot \omega_0^2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

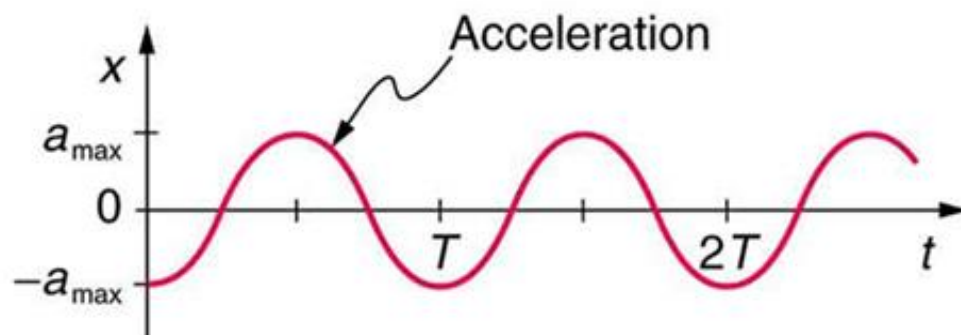
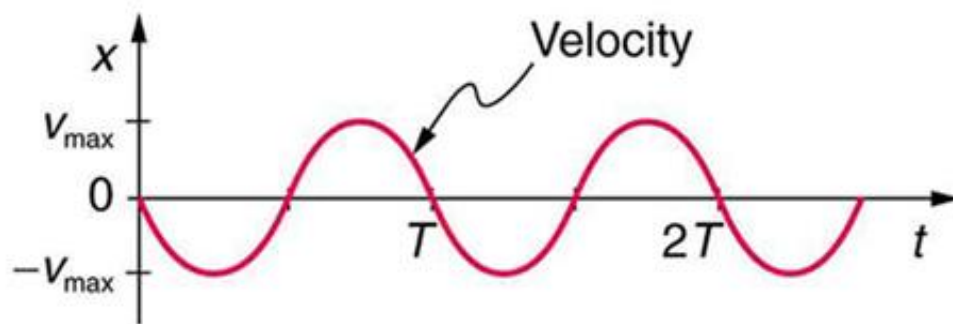
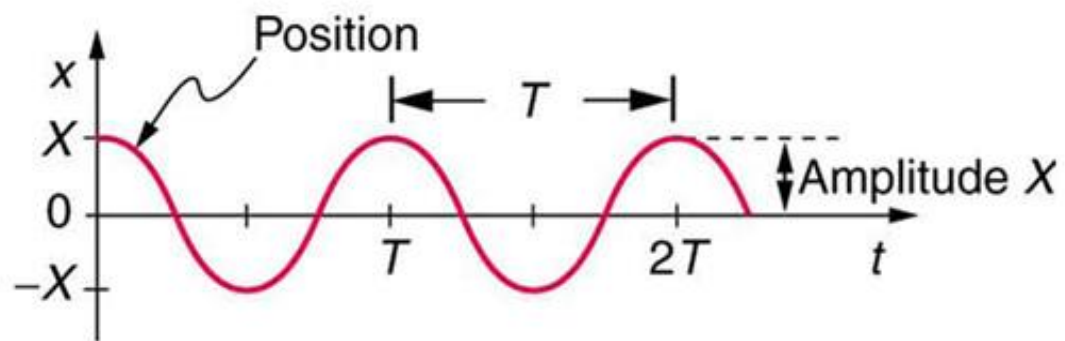
$$\varphi_0 = 0$$

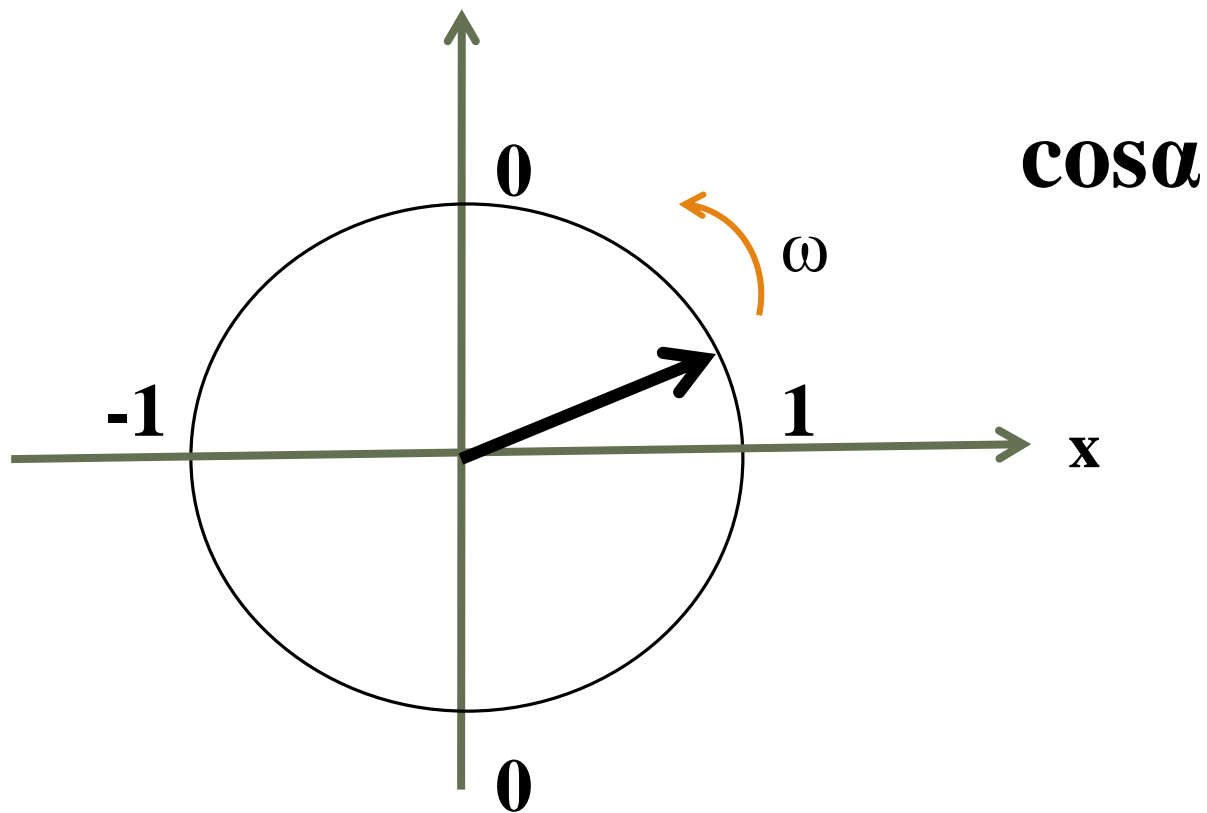


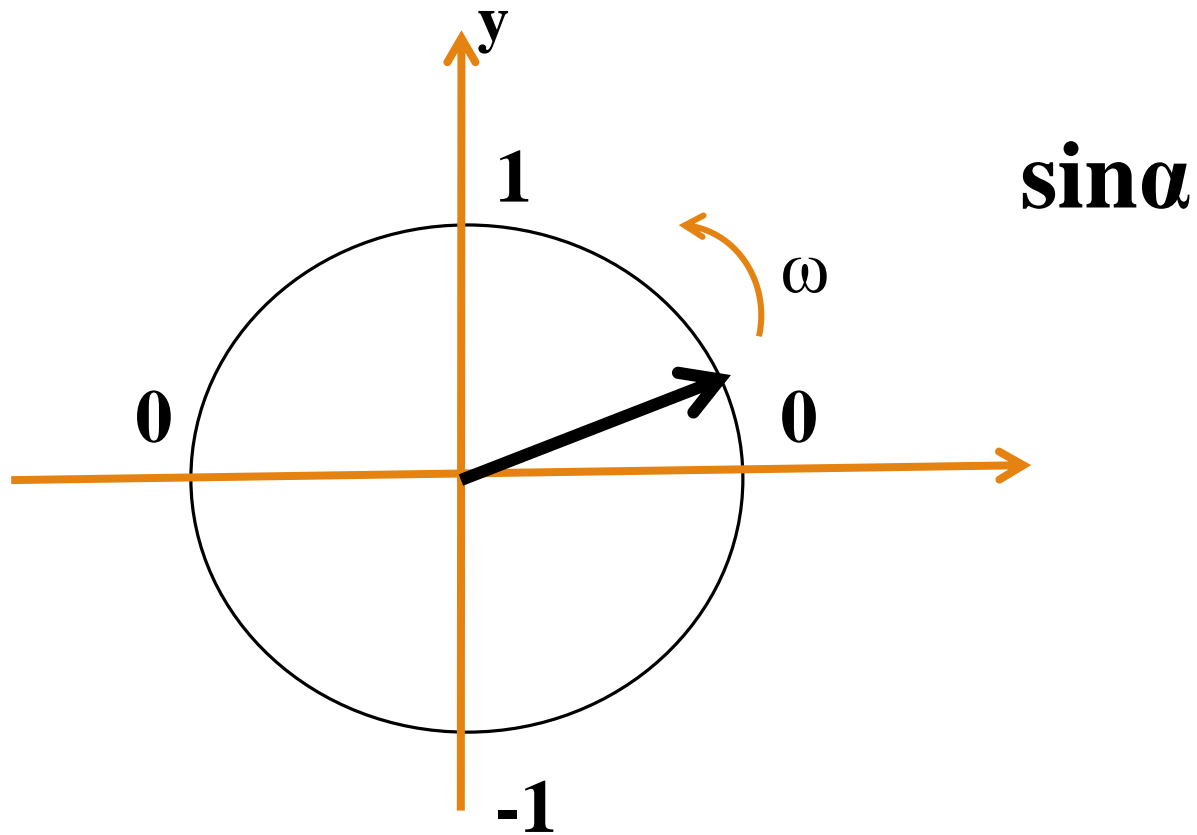


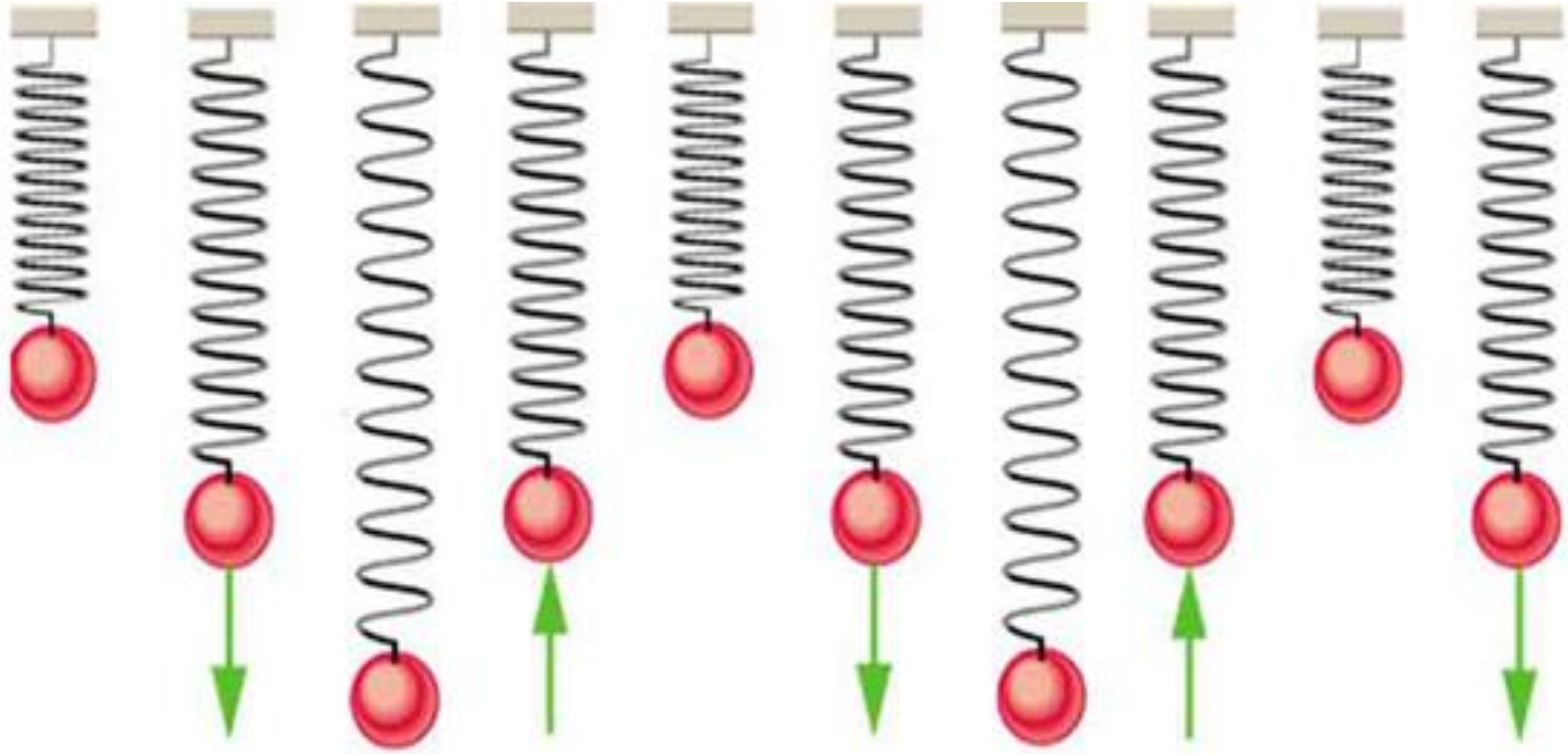
$$x_0 = A_0 \cos \varphi_0$$

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









KINEMATINIAI PARAMETRAI

x - svyruojančio taško koordinatė;

A - svyravimų amplitudė;

T - svyravimų periodas;

ν - svyravimų dažnis;

ω_0 - savasis svyravimų ciklinis dažnis;

φ - svyravimų fazė;

φ_0 - pradinė svyravimų fazė.

x - svyruojančio taško koordinatė – tai kūno atsilenkimas nuo pusiausvyros padėties laiko momentu **t** .

A - svyravimų amplitudė – tai maksimalus kūno atsilenkimas nuo pusiausvyros padėties:
 $x_{max} = A$.

x ir **A** matuojami : **$[x, A] = m$** .

T - **svyravimų periodas** – tai laiko tarpas per kurį įvyksta vienas pilnas svyravimas

$$T = t'/n .$$

T matuojamas: $[T]=s$.

ν - **svyravimų dažnis** – tai svyravimų, įvykstančių per laiko vieneta, skaičius

$$\nu = n / t' = 1/T .$$

ν matuojamas: $[\nu]=s^{-1}$.

ω_0 - savasis svyravimų ciklinis dažnis – tai svyravimų fazės kitimo greitis

$$\omega_0 = 2\pi / T = 2\pi\nu$$

ω_0 matuojamas : $[\omega_0] = \text{rad/s}$.

φ - **svyravimų fazė** nusako, kūno svyruojančio amplitudė A , atsilenkimą nuo pusiausvyros padėties laiko momentu t :

$$\varphi = \omega_0 t + \varphi_0 = 2\pi \nu t + \varphi_0$$

φ_0 (arba α) - **pradinė svyravimų fazė**
nusako kūno atsilenkimą nuo
pusiausvyros padėties pradinio laiko
momentu $t = 0$.

φ ir φ_0 matuojami: *rad*.

Laisvai svyruojančio kūno energijos priklausomybė nuo laiko

Potencinės energijos $E_p(t)$:

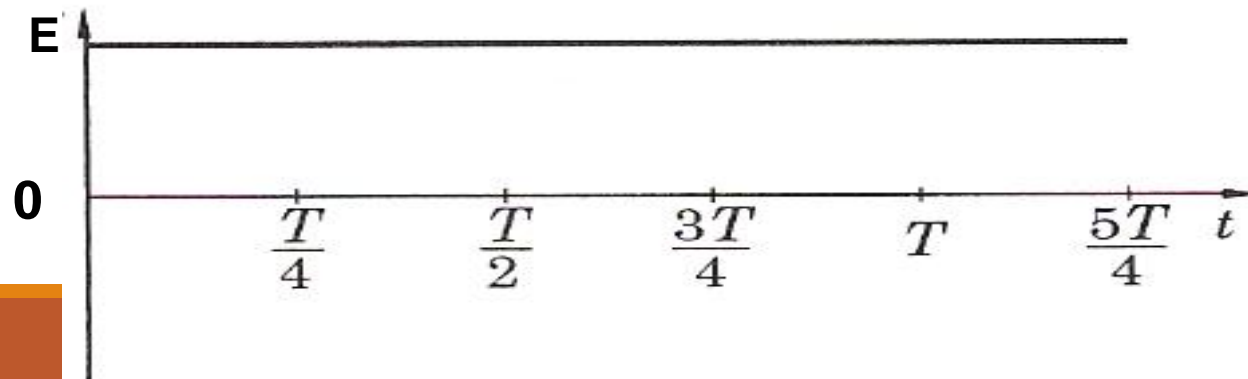
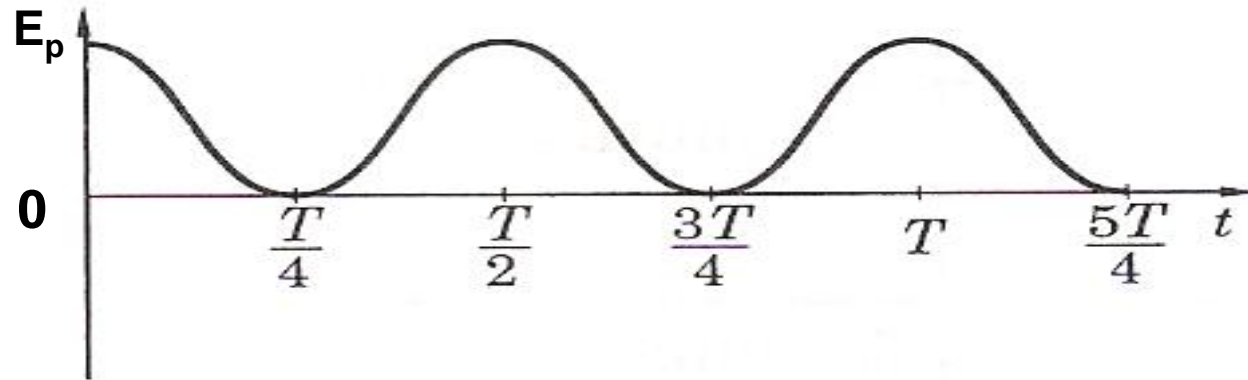
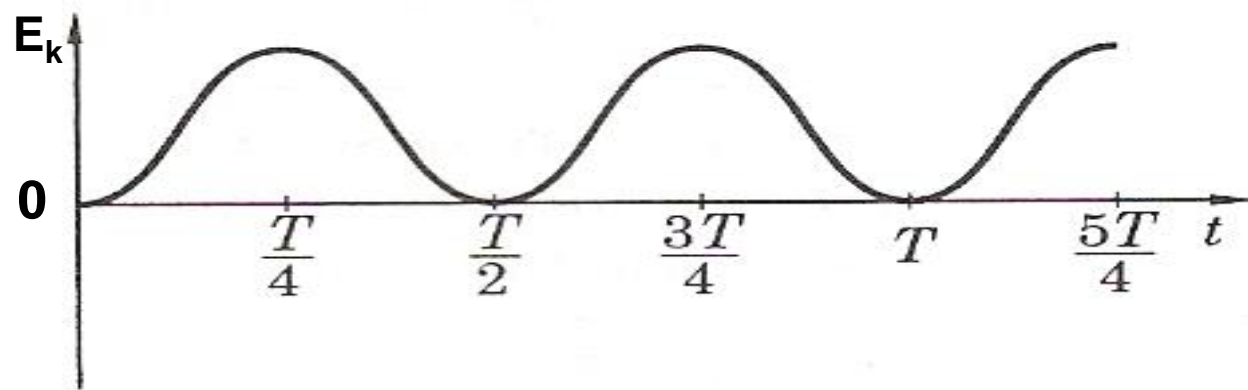
$$E_p = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{k \cdot A^2}{2} \cdot \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0)$$

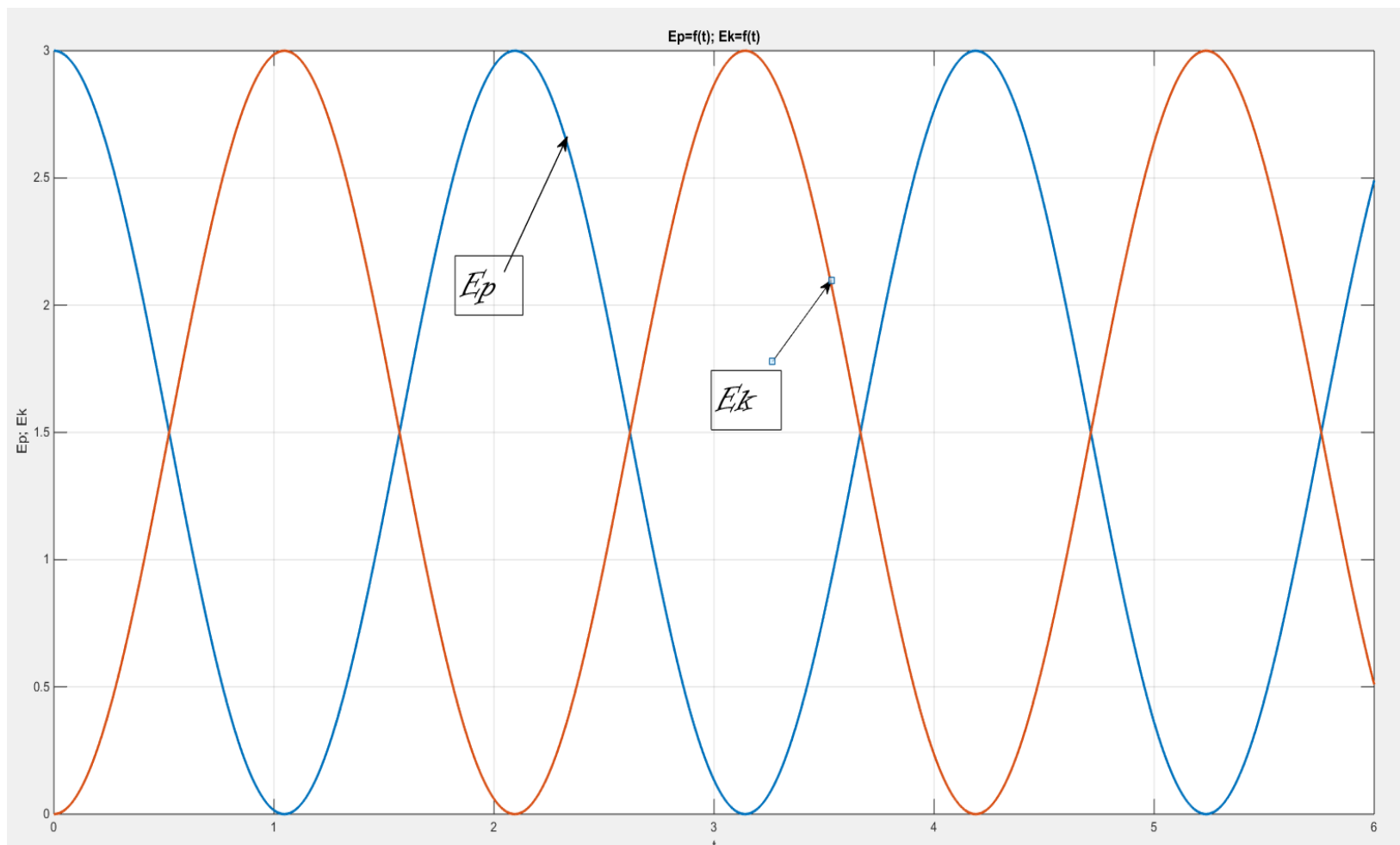
Kinetinės energijos $E_k(t)$:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{k \cdot A^2}{2} \cdot \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0)$$

Pilnutinė laisvai svyruojančio kūno energija nuo laiko nepriklauso:

$$E = E_p + E_k = \frac{k \cdot A^2}{2}$$





Trys svyruoklių rūšys

Matematinė švytuoklė

Spyruoklinė svyruoklė

Fizikinė (*fizinė*) svyruoklė

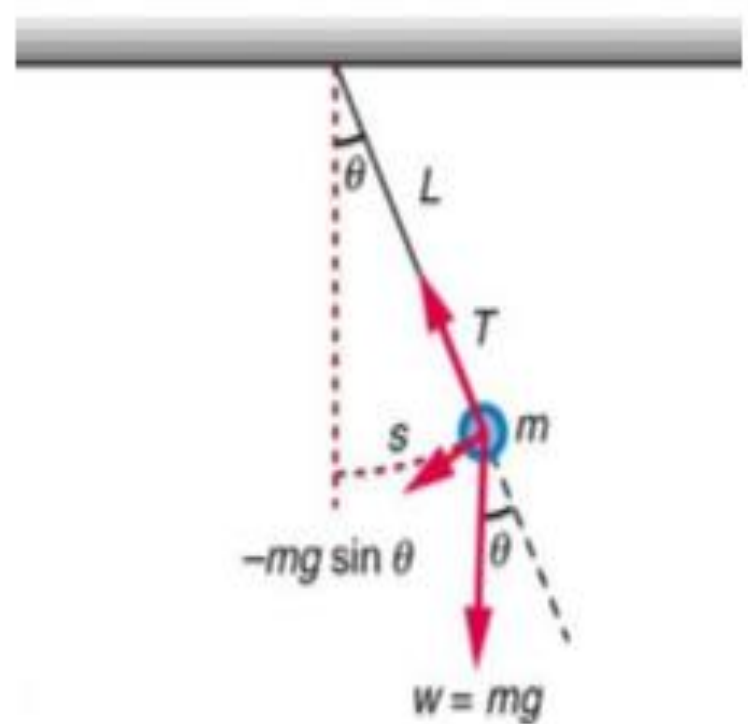
Matematinė švytuoklė vadiname ant netįsaus ir nesvaraus siūlo pakabintą kūną, kurio masė sukoncentruota viename taške.

Matematinė švytuoklė

Svyravimų periodas:

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

$$T = f(\ell, g)$$



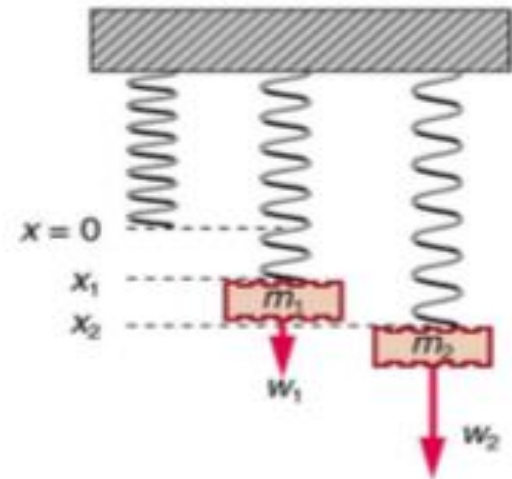
Spyruoklinė svyruoklė

Spyruoklinė svyruoklė -tai m masės kūnas, pakabintas ant spyruoklės.

Spyruoklinės svyruoklės svyravimų periodas:

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

$$T = f(m, k)$$



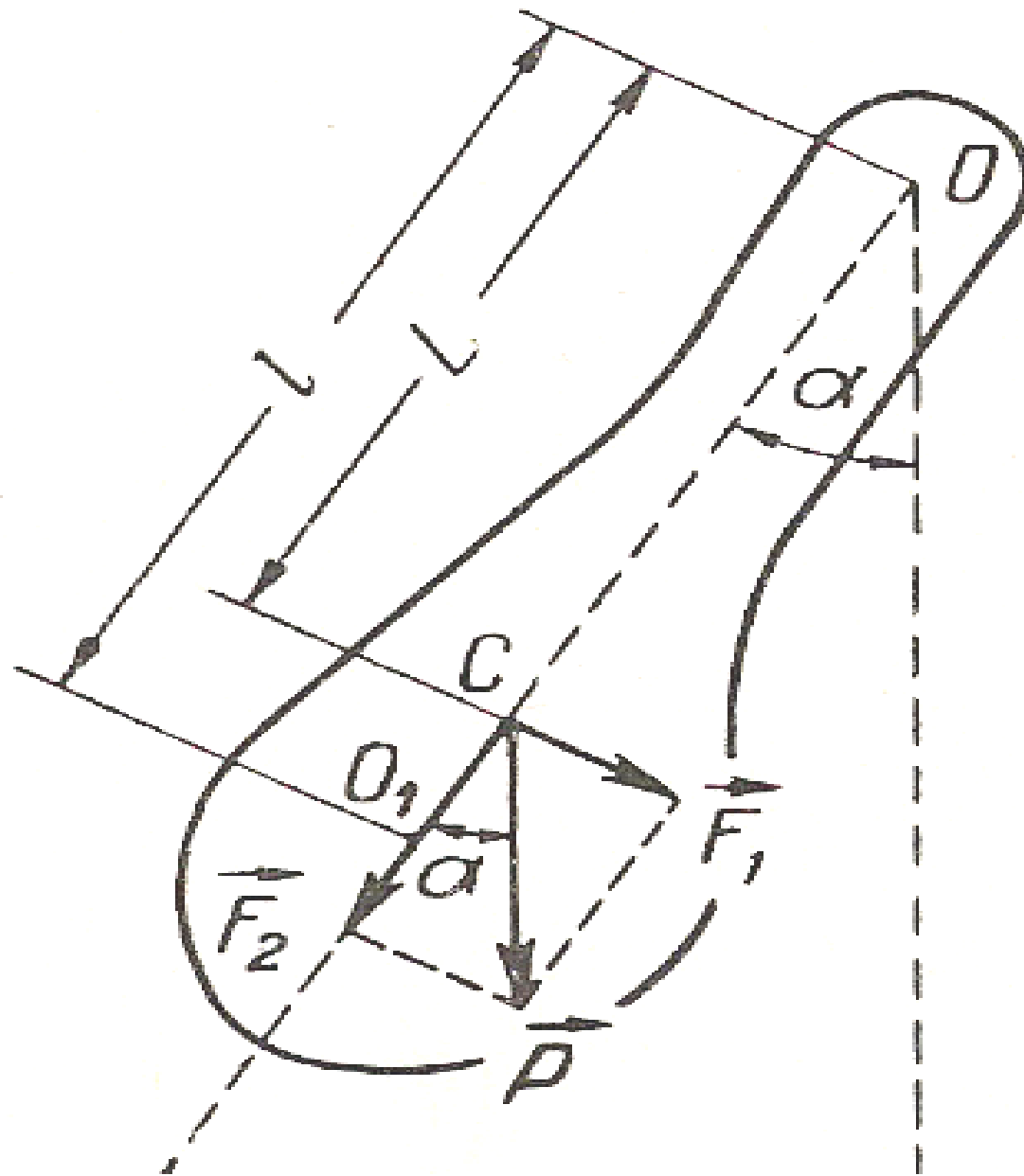
Fizikinė (*fizinė*) svyruoklė

Fizikine svyruokle vadinamas kietas kūnas, kuris svyruoja vertikalioje plokštumoje apie horizontalią ašį O, neinančią per jo masių centrą.

Fizikinės svyruoklės svyravimų periodas:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}}$$

$$T = f(m, g, I, \ell)$$



Svyravimų sudėtis

Sudėti galima tik ta pačia
trigonometrine funkcija
(*cos* arba *sin*) aprašomus
svyravimus.

**Harmoninių svyravimų,
vykstančių išilgai vienos
tiesės, sudėtis**

Materialus taškas tuo pačiu metu dalyvauja dviejuose išilgai x ašies vykstančiuose svyravimuose.

Abiejų svyravimų savasis ciklinis dažnis yra vienodas :

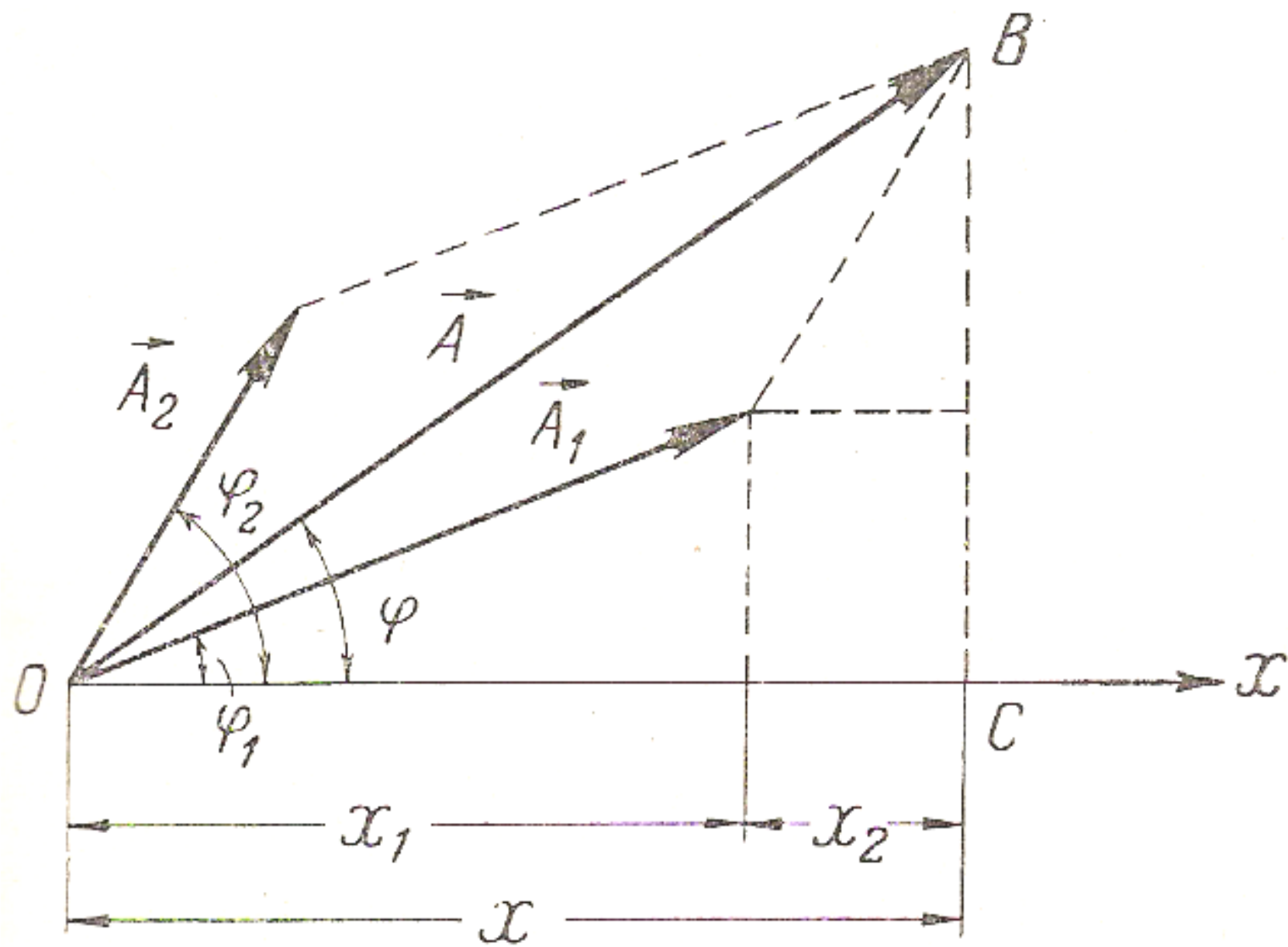
$$\omega_{01} = \omega_{02} = \omega_0$$

Svyravimus patogų sudėti vektorinių diagramų metodu

Svyravimai aprašomi lygtimis:

$$x_1 = A_1 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_{01})$$

$$x_2 = A_2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_{02})$$



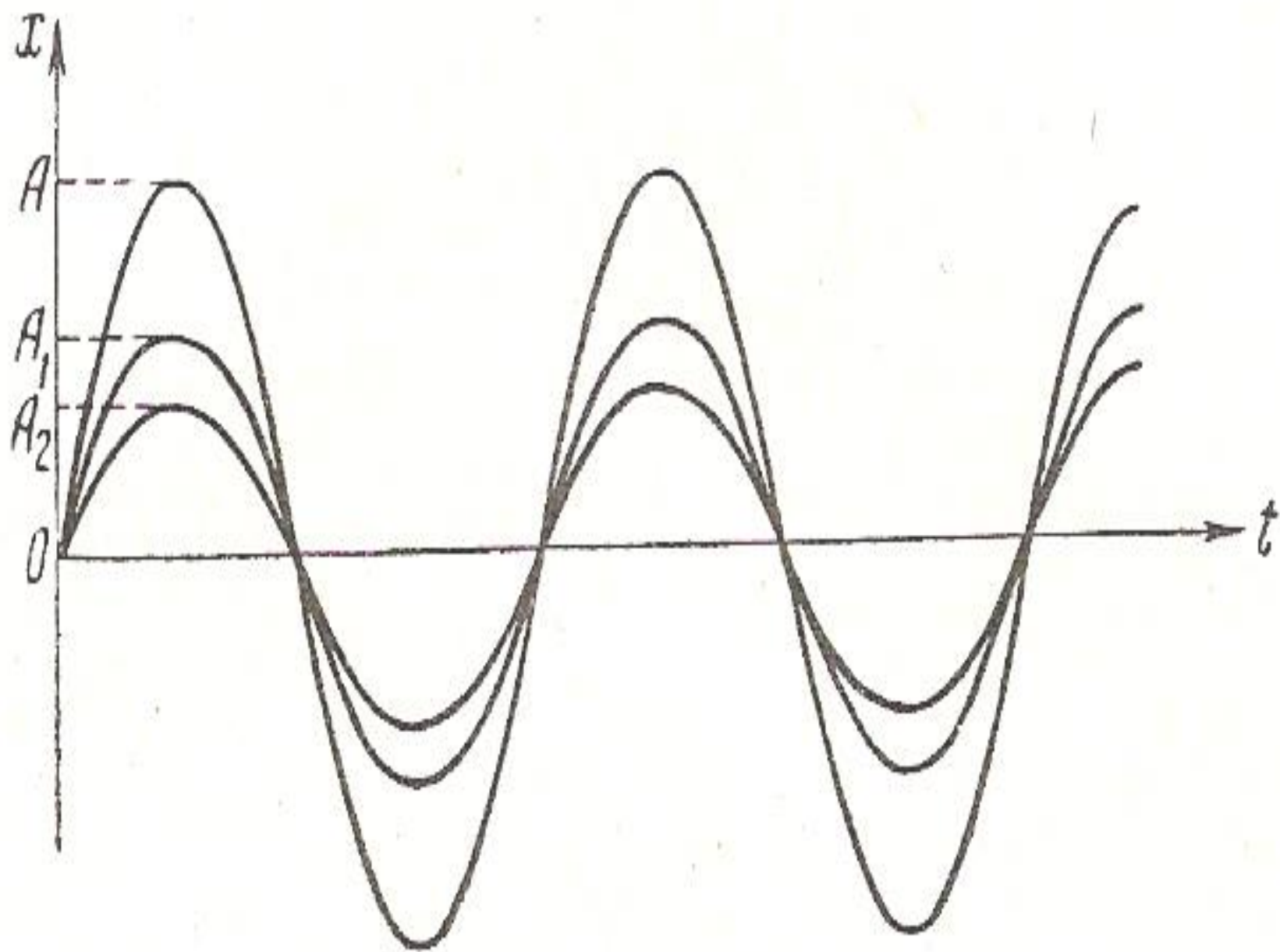
Atstojamasis svyravimas vyks išilgai tos pačios tiesės, tuo pačiu cikliniu dažniu ir aprašomas ta pačia trigonometrine funkcija (bus harmoninis):

$$x = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

kur

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01})}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{A_1 \cdot \sin \varphi_{01} + A_2 \cdot \sin \varphi_{02}}{A_1 \cdot \cos \varphi_{01} + A_2 \cdot \cos \varphi_{02}}$$



Vienas kitam statmenų svyravimų sudėtis

Materialus taškas tuo pat metu vienodais ω_0 harmoningai svyruoja dviem viena kitai statmenomis kryptimis:

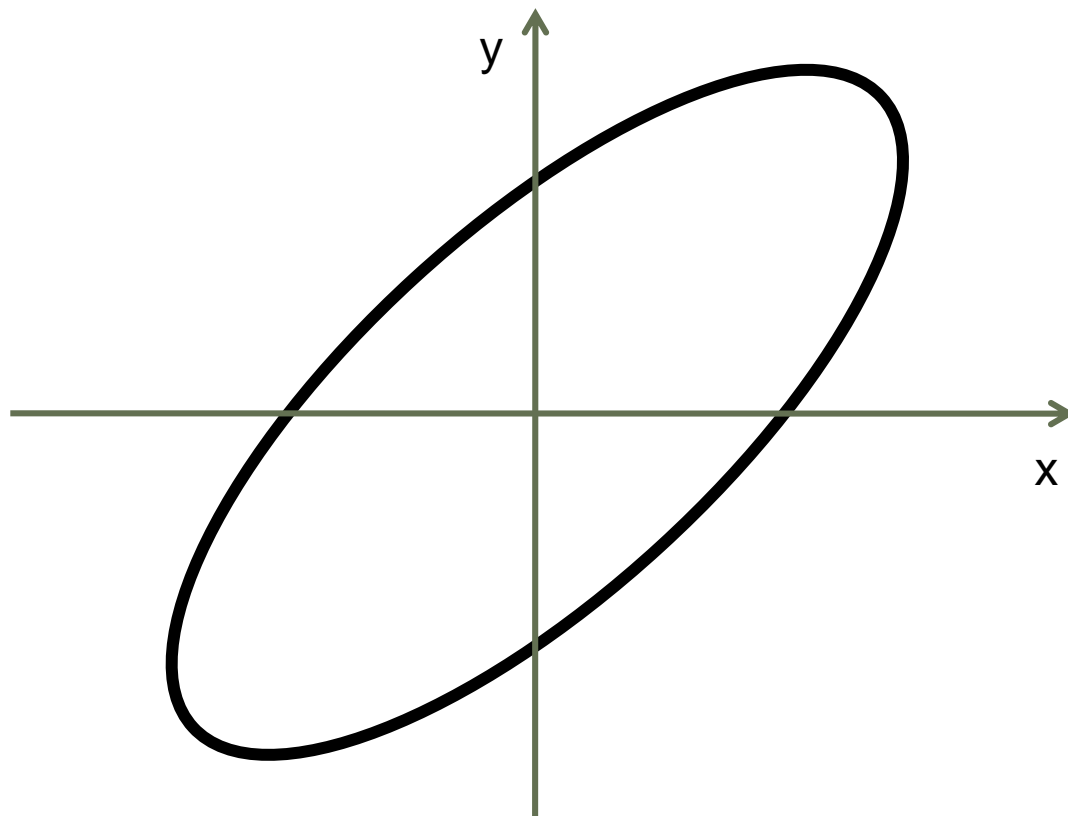
$$x = A_1 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_{01})$$

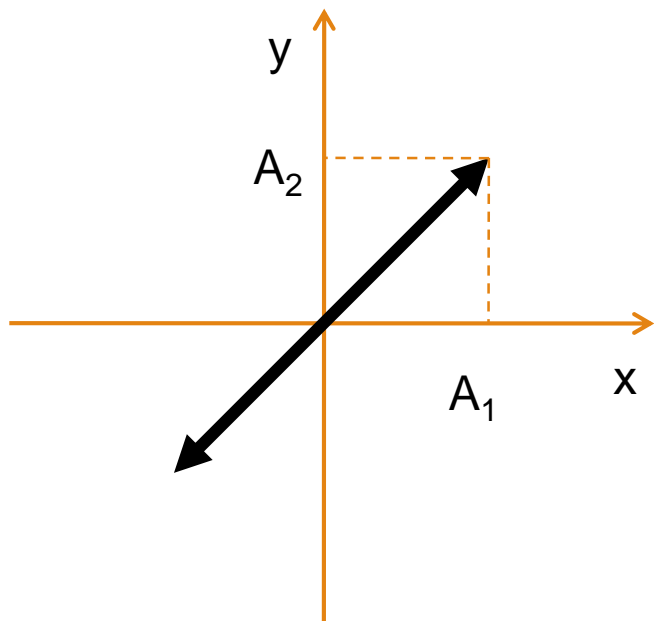
$$y = A_2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_{02})$$

Atstojamojo svyravimo trajektorijos lygtis

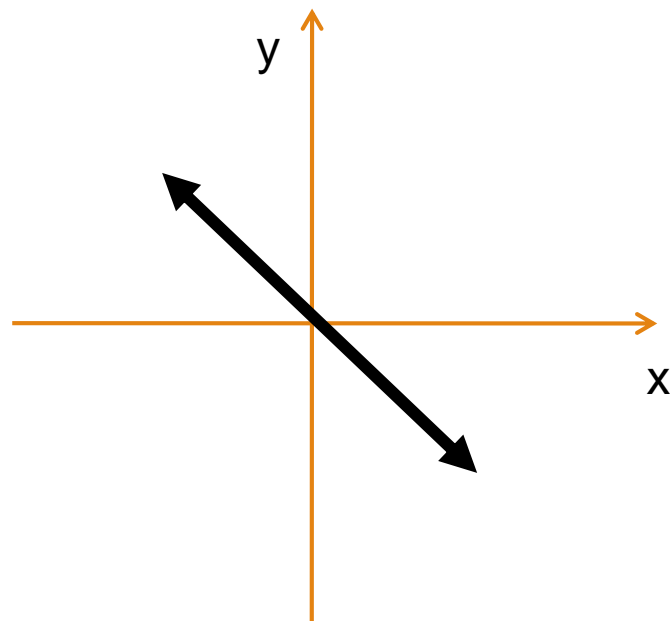
$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - 2 \frac{x \cdot y}{A_1 \cdot A_2} \cdot \cos(\varphi_{02} - \varphi_{01}) = \sin^2(\varphi_{02} - \varphi_{01})$$

$$\Delta\varphi_0 = \varphi_{02} - \varphi_{01}$$



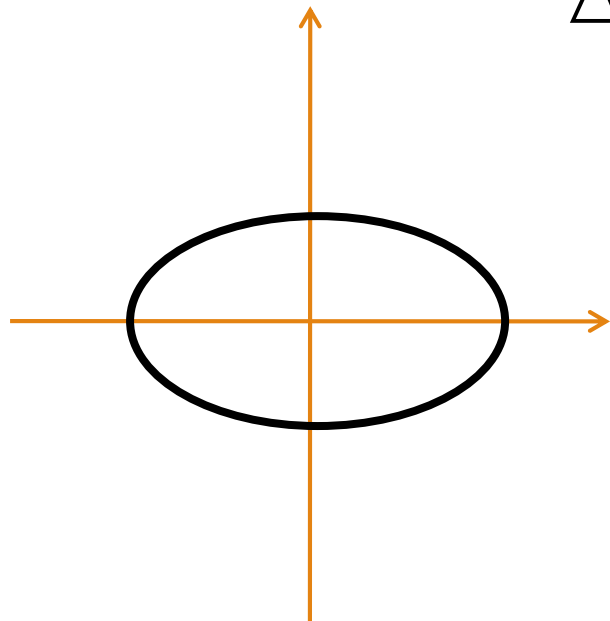


$$\Delta\varphi_0 = 0$$

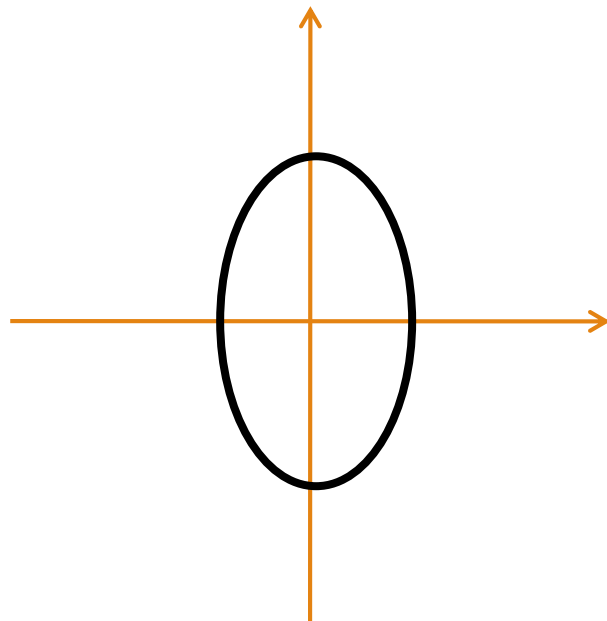


$$\Delta\varphi_0 = \pi$$

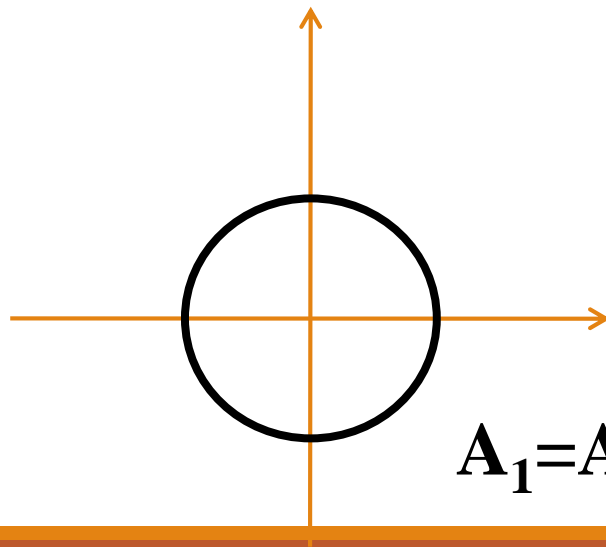
$$\Delta\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$



$$A_1 > A_2$$



$$A_2 > A_1$$



$$A_1 = A_2$$