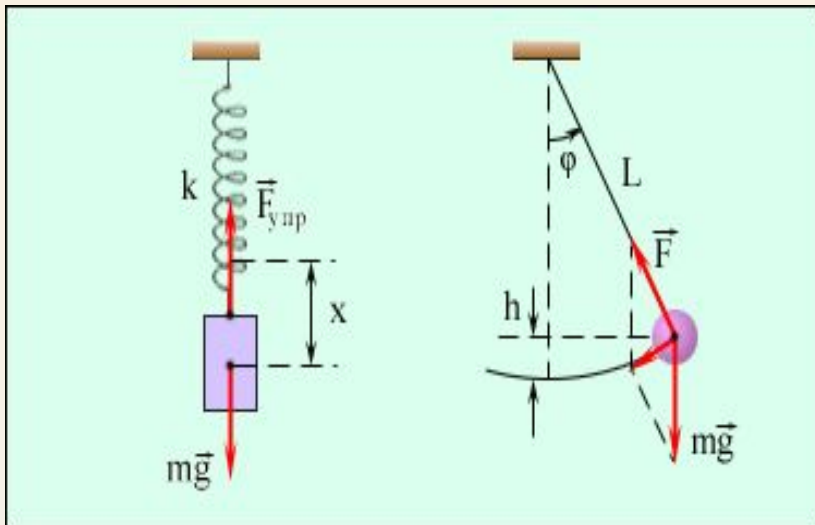
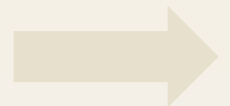


Механикалық тербелістер



Тербеліс

Механикалық тербеліс – дененің бірдей уақыт аралығында дәлме дәл немесе жуықтап қайталанып отыратын қозғалысы.



Тербелмелі қозғалыс пайда болуы үшін қажетті шарттар:

- Денені тепе теңдік қалпынан шығарған кезде бастапқы қалпына қайтаратын күштің болуы.**
- Үйкелістің аз болуы керек.**

Тербелістің сипаттамалары

- Дененің тепе теңдік күйден ауытқуы **ығысу** деп аталады.
- **Амплитуда** – тербелетін бөлшектің тепе теңдік қалпынан ең үлкен ауытқуы $A = x_{\max}$
 $[A] = m$
- **Период** – толық бір тербеліс жасауға кеткен уақыт. $[T] = c$



Тербелістің сипаттамалары

• **Жиілік** – бірлік уақыт ішінде жасаған тербеліс саны. (Жиілік – периодқа кері шама.)

Жүйенің еркін тербелісінің жиілігін **меншікті жиілік** дейді.

$$\nu = \frac{n}{t} \quad T = \frac{t}{n} \quad \nu = \frac{1}{T} \quad [\nu] = \Gamma_{\zeta} \quad 1\Gamma_{\zeta} = \frac{1}{1c}$$

Циклдің жиілік - 2π секундтағы тербеліс саны

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Тербелістің сипаттамалары

Тербеліс фазасы– уақыт мезетіндегі тербелмелі жүйенің күйін сипаттайтын шама.

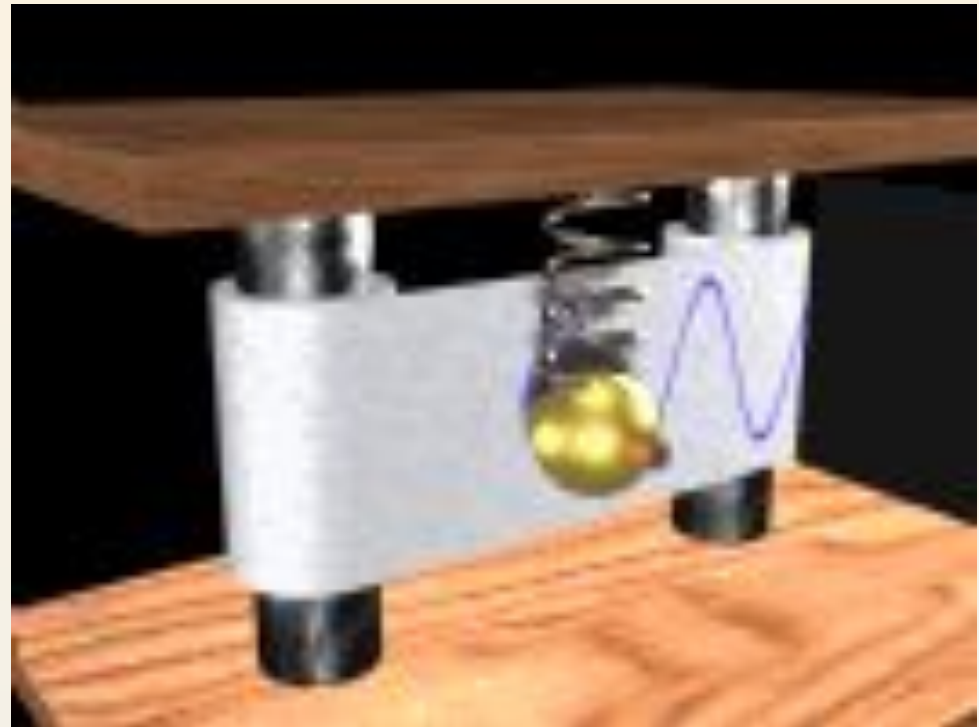
Алғашқы фазасы (ол дененің $t=0$ уақыт мезетіндегі тепе-теңдік жағдайдан ауытқуын көрсетеді). Тербеліс фазасы (амплитудамен қатар) өзгертін x шамасының берілген уақыттағы мәнін анықтайды. Фаза бұрыштық бірліктермен (градус немесе радиан) өлшенеді.

$$\varphi = [\text{рад}]$$

Гармоникалық тербеліс

Тербеліп тұрған нүктенің ығысуына пропорционал және осы ығысуға қарама-қарсы бағытталған күштер әсерінен туындайтын тербелістер **гармоникалық** болып табылады. $F = -kx$

Гармоникалық тербеліс – синус немесе косинус заңы бойынша өтетін тербелістер.



Гармоникалық тербеліс

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

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0')$$

$$\varphi_0' = \varphi_0 + \pi/2$$

немесе

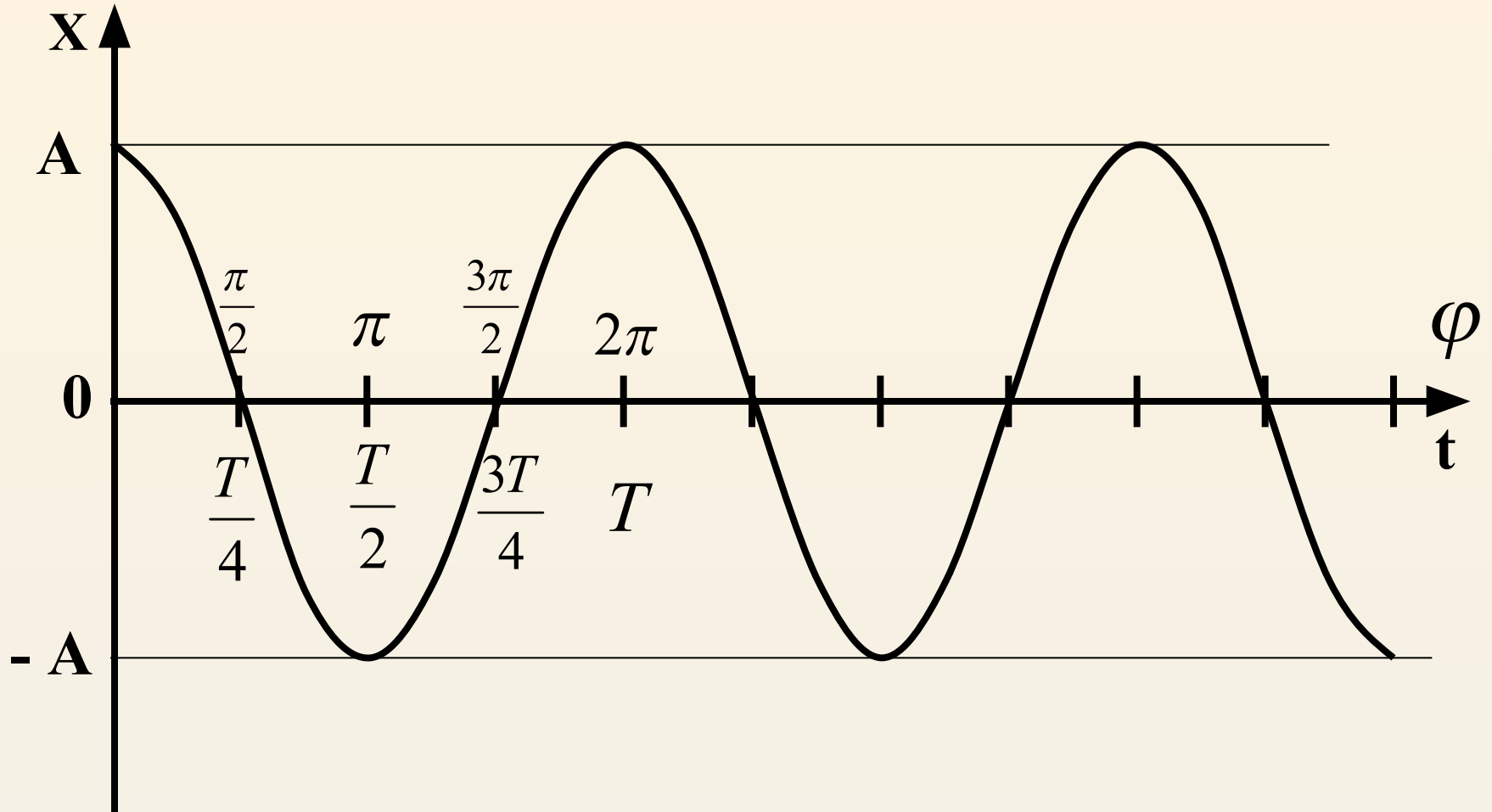
мұндағы x — уақыттың t моментіндегі тербеліп тұрған нүктенің тепе-теңдік қалпынан ауытқуы;

A — тербеліс амплитудасы - тербеліп тұрған нүктенің тепе-теңдік жағдайынан максимал ауытқуын көрсететін шама;

ω — циклдік жиілік, 2π секунд ішіндегі болатын толық тербелістердің санын көрсететін шама;

Косинус шамасы $+1$ -ден -1 -ге
дейін өзгертін болғандықтан,
 x -те A -дан $-A$ -ға дейінгі
мәндерге ие болады

Тербеліс графигі



Тербеліс фазасы



Тербеліс бірдей фазада жүреді.

$$\Delta\varphi = 0$$



Тербеліс қарама қарсы фазада жүреді.

$$\Delta\varphi = \pi$$



Тербеліс әр түрлі фазада жүреді.

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



Тербелістің түрлері:

- **Еркін** тербеліс дене тепе теңдік күйінен шығарылған соң сыртқа күштердің әсерінсіз болатын тербелістер.
- **Еріксіз** тербеліс сыртқы периоды күштің әрекетінен болатын тербелістер.
- **Автотербелістер** деп - өздігінен-өзі қозып, үздіксіз тербелетінін және тербеліс жиілігі осы жүйенің қасиеттеріне /параметрлеріне/ байланысты құбылысты айтады.

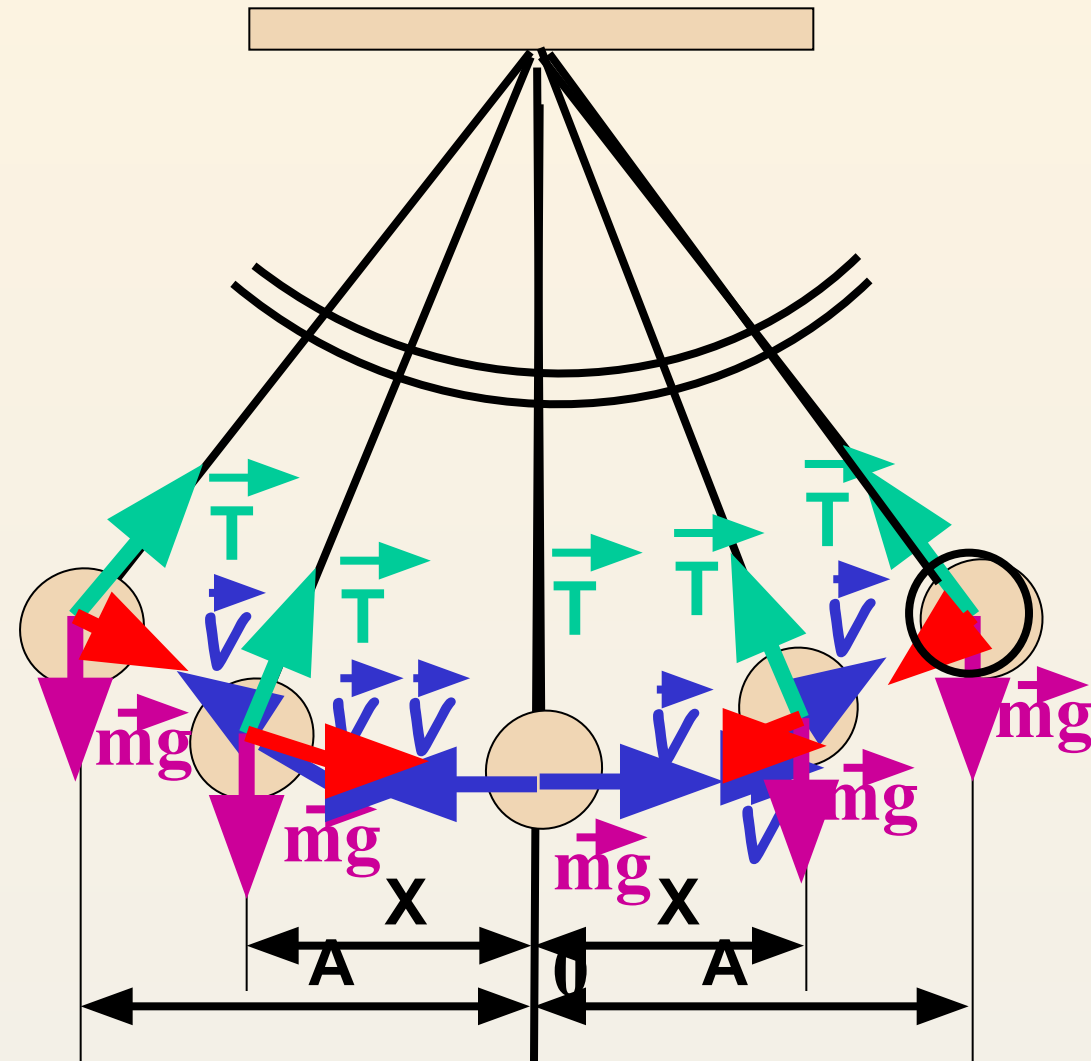
Тербелмелі жүйе

Тербелмелі жүйе – еркін тербеліс жүре алатын жүйе.(Маятник).

- Серішпелі маятник
- Математикалық маятник.



Математикалық маятник



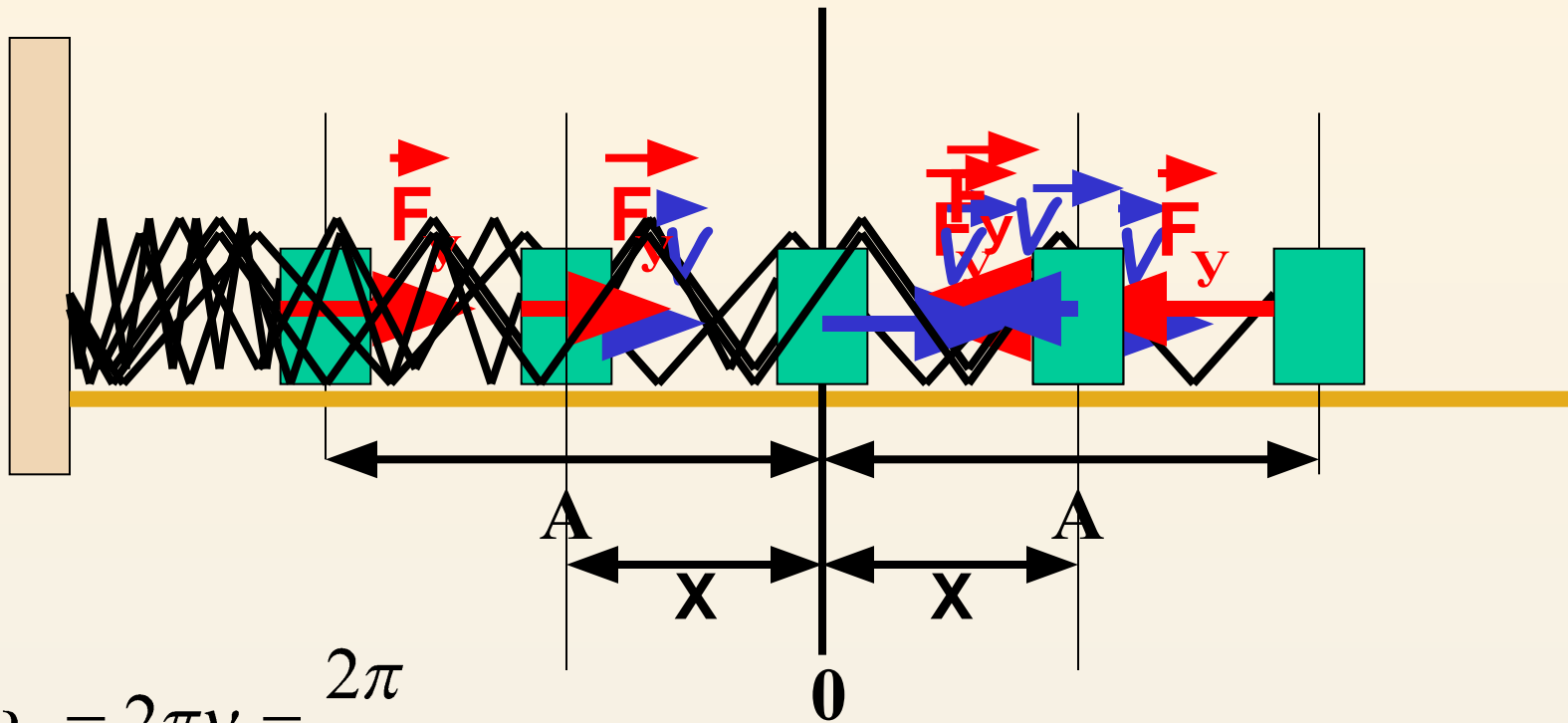
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\omega_0 = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Серіпелі маятник.



$$\omega_0 = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$



$$F = ma = m \frac{v^2}{R} = m \frac{\omega^2 R^2}{R} = m\omega^2 R$$

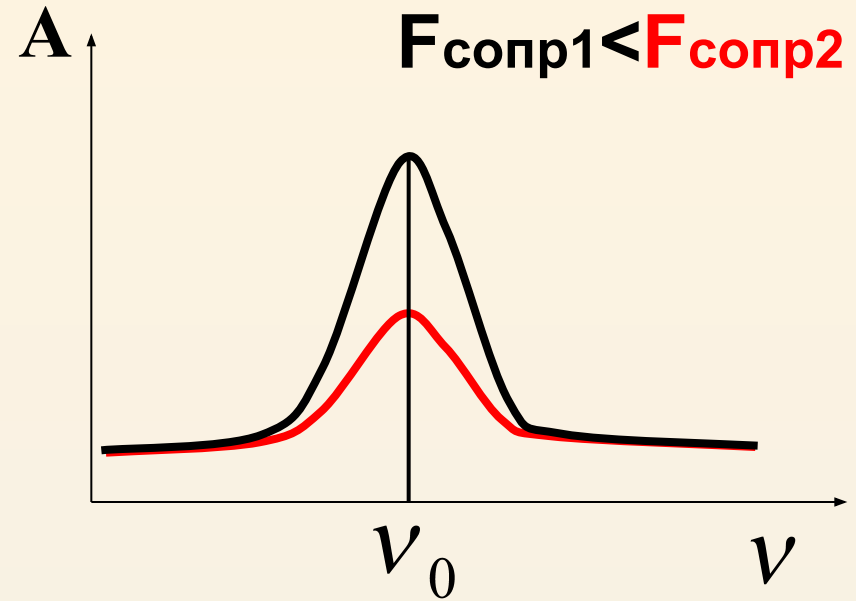
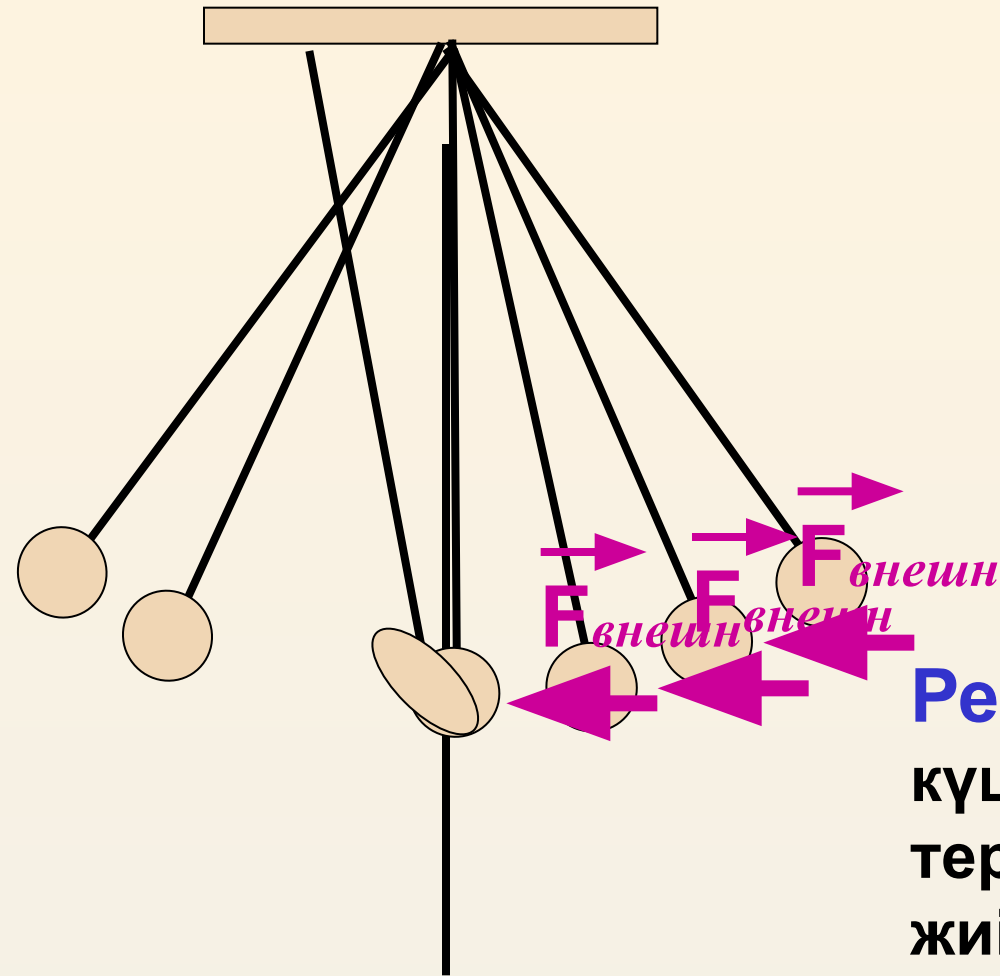
$$F = kx$$

$$m\omega^2 R = kx$$

$$m\omega^2 = k$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Резонанс

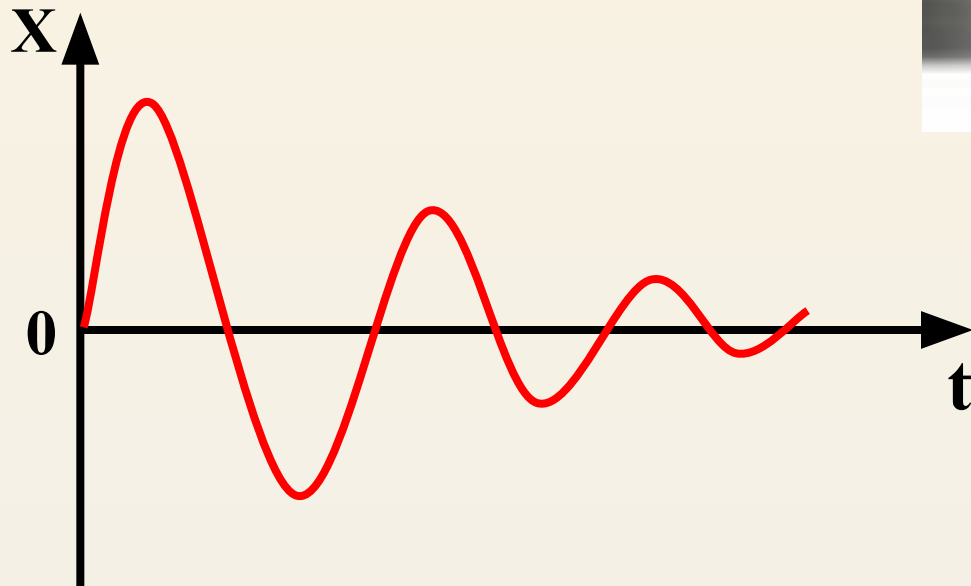


Резонанс – мәжбүр етуші күштің тербеліс жиілігі мен тербелмелі жүйенің меншікті жиілігі дәл келген кездегі еріксіз тербелістер амплитудасының кенет арту құбылысы



Өшетін тербеліс

Тербелістің өшу себебі – кедергі күштері.



Тербелістегі нүкте жылдамдығы:

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0) =$$
$$= A\omega \cos(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$$

Ydey:

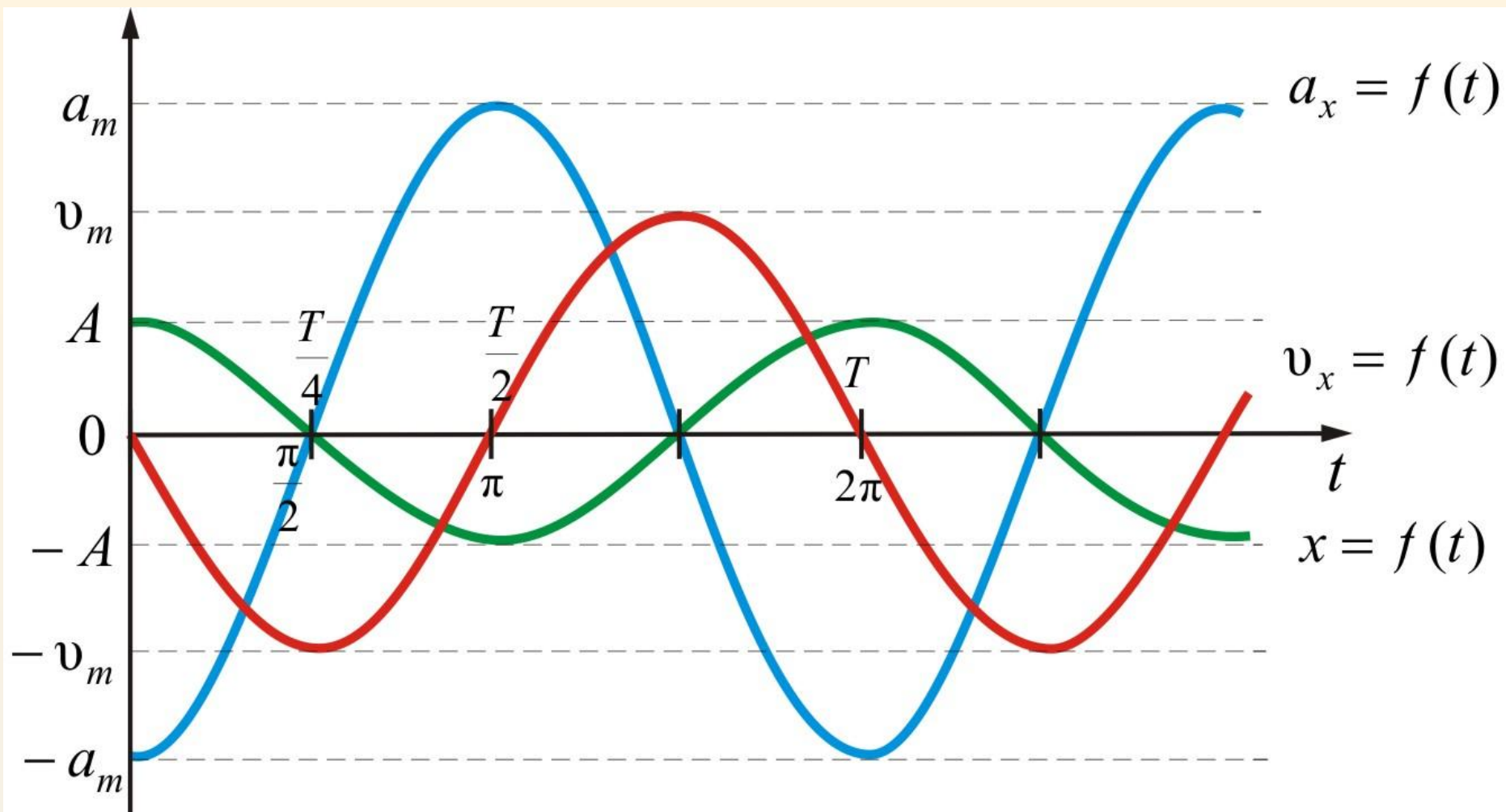
$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) =$$

$$= A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$$

$$a = A\omega^2$$

$$v = \omega R$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R$$



Кинетикалық энергия:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0) =$$
$$= \frac{m\omega^2 A^2}{4} (1 - \cos 2(\omega t + \varphi_0)).$$

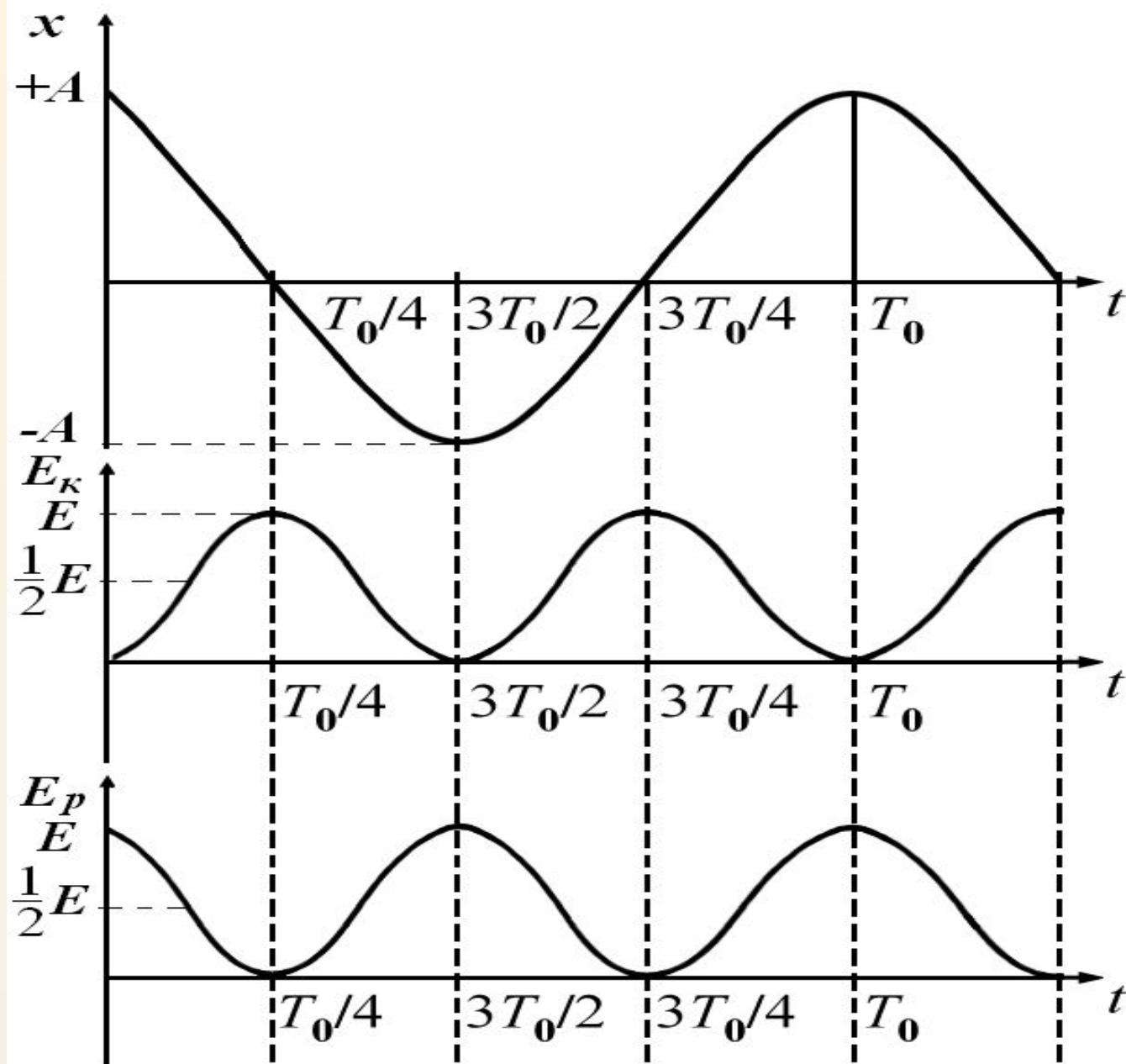
Потенциалдық энергия

$$\begin{aligned} E_p &= -\int_0^x F dx = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \\ &= \frac{m\omega^2 A^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0) = \\ &= \frac{m\omega^2 A^2}{4} (1 + \cos 2(\omega t + \varphi_0)). \end{aligned}$$

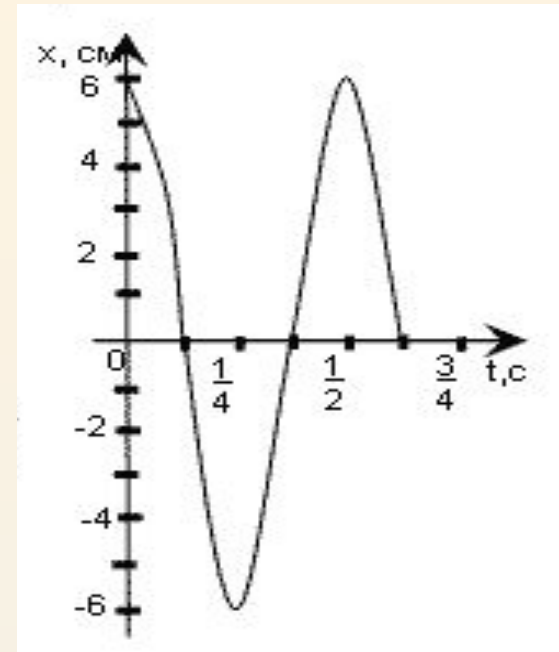
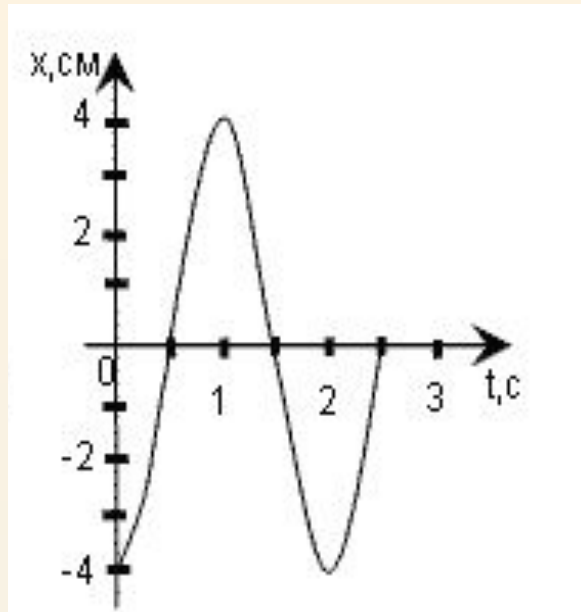
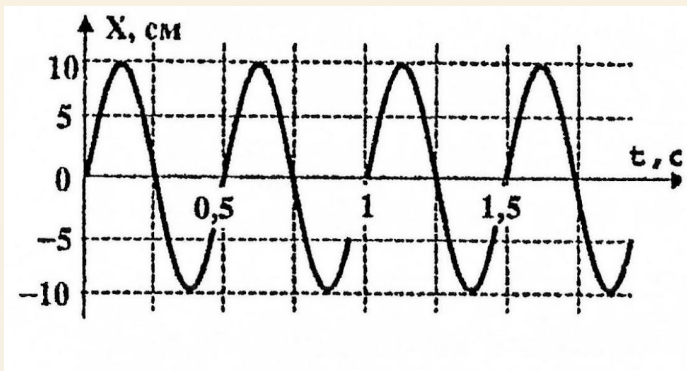
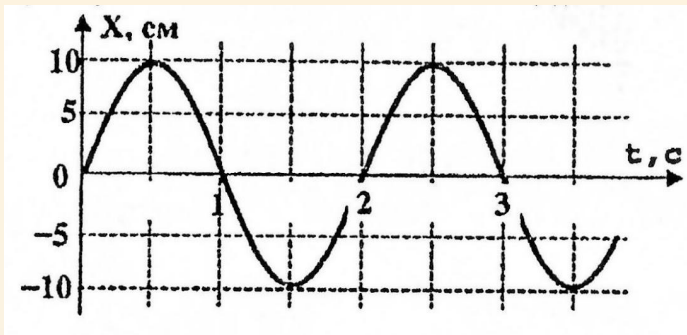
Толық энергия:

$$\begin{aligned} E &= E_k + E_p = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = \\ &= \frac{k A^2}{2} = \text{const}, \end{aligned}$$

мұндағы $k = m\omega^2$.



*



**Маятникті жерден айға апарса
, оның тербелістер периоды
қалай өзгереді. Ай массасы
жерден 81 есе кем , ал жер
радиусы айдікінен 3,7 есе үлкен**

.

Маятниктің бірі 10 тербеліс жасайды. Екіншісі дәл сондай уақытта 6 тербеліс жасайды.

Маятниктердің ұзындықтарының айырмасы 16 см. Маятниктердің l_1 және l_2 ұзындықтарын табыңдар.

**Математикалық маятниктің $h=3,2$
км биіктіктегі тербеліс периоды ,
жер бетіндегі тербеліс периодына тең
болу үшін ұзындығын қалай өзгерту
керек.**

**Амплитудасы 8 см –ге тең , 1 мин
уақыт ішінде 60 тербеліс жасайтын
гармоникалық тербелістің теңдеуін
жазыңдар?**

Физикалық диктант

1) Дененің бірдей уақыт аралығында дәлме-дәл немесе жуықтап

қайталанып отыратын қозғалысын

----- айтады

2. Герц ----- өлшем бірлігі.

3. Толық бір тербеліске кеткен уақыт

--- ν --- $\frac{n}{t}$ --- аталады.

4. = ----- формуласы.

5. Ығысуды ----- әрпімен белгілейді

Физикалық диктант

- 1) Дененің бірдей уақыт аралығында дәлме-дәл немесе жуықтап қайталанып отыратын қозғалысын **тербеліс** деп атайды.
2. Герц **тербеліс жиілігінің** өлшем бірлігі.
3. Толық бір тербеліске кеткен уақыт **тербеліс периоды** деп аталады.
4. $\nu = \frac{n}{t}$ **тербеліс жиілігінің** формуласы.
5. Ығысуды **x** әрпімен белгілейді