

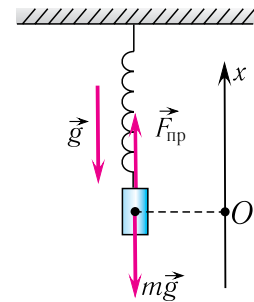
► Адным з найважнейшых дасягненняў Хрысціана Гюйгенса было вынаходства гадзінніка з маятнікам. Ён запатэнтаваў сваё вынаходства 16 ліпеня 1657 г. У 1673 г. пабачыла свет яго праца «Маятнікавы гадзіннік», у якой былі выкладзены тэарэтычныя асновы яго вынаходства. Менавіта пастаянства перыяду (частаты) ваганняў маятніка дазволіла выкарыстаць яго для стварэння гадзінніка.



1. Які маятнік называюць спружынным? Запішыце кінематычны закон руху спружыннага маятніка.
2. Па якой формуле вызначаецца цыклічная частата ваганняў спружыннага маятніка? Перыяд яго ваганняў?
3. Ці зменіцца перыяд ваганняў спружыннага маятніка, калі яго «перанесці» з паверхні Зямлі на паверхню Месяца? Прывесці ў стан бязважкасці?
4. Які маятнік называюць матэматычным? Запішыце кінематычны закон руху матэматычнага маятніка.
5. Як накіравана раўнадзейная сіл, прыкладзеных да грузу маятніка, у моманты, калі ён знаходзіцца ў крайніх становішчах? Калі праходзіць праз становішча раўнавагі?
6. Маятнікавы гадзіннік спяшаецца. Як трэба змяніць даўжыню падвеса, каб ён ішоў дакладна?
7. Якім чынам, выкарыстаўшы матэматычны маятнік, можна вызначыць паскарэнне свабоднага падзення ў дадзеным месцы?
8. Ці ўплывае змяненне тэмпературы на дакладнасць ходу маятнікавага гадзінніка?

### Прыклад рашэння задачы

Вызначыце цыклічную частату  $\omega$  і перыяд ваганняў  $T$  цела масай  $m = 500$  г, прымацаванага да вертыкальнай спружыны (мал. 17). Вядома, што ў стане спакою цела расцягвае спружыну на адлегласць  $x_0 = 10$  мм і для ўзбуджэння ваганняў яго зрушваюць уніз на адлегласць  $x = 30$  мм і адпускаюць.



Мал. 17

Дадзена:

$$m = 500 \text{ г} = 0,500 \text{ кг}$$

$$x = 30 \text{ мм} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$x_0 = 10 \text{ мм} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\omega \text{ — ? } T \text{ — ?}$$

Рашэнне

Цыклічная частата ваганняў вертыкальнага спружыннага маятніка, таксама як і гарызантальнага, вызначаецца па формуле:

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

Знойдзем жорсткасць  $k$  спружыны. З умовы раўнавагі цела вынікае:

$$\vec{F}_{\text{пр}} + m\vec{g} = \vec{0}.$$

Па законе Гука ў праекцыі на вось  $Ox$  маем:

$$F_{\text{пр}x} = -k(-x_0).$$

Тады ў праекцыі на вось  $Ox$  умова раўнавагі запішацца:

$$mg = kx_0, \quad k = \frac{mg}{x_0}.$$

Адсюль для цыклічнай частаты  $\omega$  атрымліваем:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg}{x_0 m}} = \sqrt{\frac{g}{x_0}}, \quad \omega = \sqrt{\frac{9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}}{1,0 \cdot 10^{-2} \text{М}}} = 31 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Перыяд ваганняў знаходзім з суадносін:

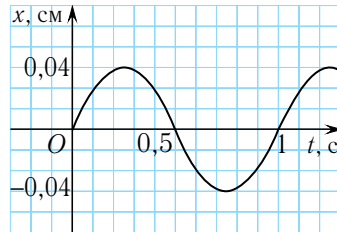
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}}, \quad T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{1,0 \cdot 10^{-2} \text{М}}{9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}}} = 0,20 \text{ с}.$$



Адказ:  $\omega = 31 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ ,  $T = 0,20 \text{ с}$ .

## Практыкаванне 2

1. Вызначыце перыяд  $T$  і частату  $\nu$  ваганняў грузу масай  $m = 200 \text{ г}$ , падвешанага на спружыне жорсткасцю  $k = 0,15 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ .
2. Вызначыце даўжыню  $l$  матэматычнага маятніка каля паверхні Зямлі, калі частата яго ваганняў  $\nu = 1,0 \text{ Гц}$ .
3. Вызначыце жорсткасць  $k$  спружыны маятніка масай  $m = 400 \text{ г}$ , які выконвае ваганні, паказаныя на малюнку 18.
4. Груз, падвешаны да спружыны, выклікае яе падаўжэнне на велічыню  $\Delta l$ . Вызначыце  $\Delta l$  спружыны, калі цыклічная частата вертыкальных ваганняў такой сістэмы  $\omega = 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ .



Мал. 18

5. Два цэлы з аднолькавымі масамі падвешаны да дзвюх аднолькавых спружын. Цэлы зрушваюць уніз: адно на адлегласць  $x_1 = 10 \text{ см}$ , дру-

гое — на  $x_2 = 20$  см ад становішча раўнавагі, затым адначасова адпускаяюць. Якое з іх першым пройдзе становішча раўнавагі?

6. Адзін матэматычны маятнік выканаў за некаторы час  $N_1 = 20$  ваганняў, а другі за той жа час выканаў  $N_2 = 16$  ваганняў. Вызначыце даўжыню  $l_2$  другога маятніка, калі вядома, што рознасць даўжынь маятнікаў  $\Delta l = 10$  см.
7. Перыяд малых ваганняў матэматычнага маятніка на паверхні Зямлі роўны  $T = 0,80$  с. Якім будзе перыяд  $T_1$  яго ваганняў каля паверхні Марса, калі паскарэнне свабоднага падзення  $g_m = 0,37g_s$ ?
8. Вызначыце даўжыню  $l$  секунднага маятніка, усталяванага ў Мінску, дзе паскарэнне свабоднага падзення  $g = 9,815 \frac{M}{c^2}$ . Знайдзіце адносную хібнасць разліку, у якім паскарэнне свабоднага падзення было б прынята роўным  $g = 10 \frac{M}{c^2}$ .



### § 3. Ператварэнні энергіі пры гарманічных ваганнях

- Пры гарманічных ваганнях поўная механічная энергія сістэмы застаецца нязменнай, хоць скорасць грузу і яго зрух непарыўна змяняюцца з цягам часу. Якія ператварэнні энергіі назіраюцца ў сістэме пры гэтым? Як вылічыць кінетычную або патэнцыяльную энергію ў любы момант часу?



Механічная энергія сістэмы роўна суме яе кінетычнай і патэнцыяльнай энергій. Кінетычнай энергіяй цела валодае з прычыны свайго руху, а патэнцыяльная энергія вызначаецца ўзаемадзеяннем цела з іншымі цэламі ці сілавымі палямі. Механічная энергія замкнутае сістэмы, у якой не дзейнічаюць сілы трэння (супраціўлення), захоўваецца.

Прывесці ў рух вагальную сістэму можна або шляхам адхілення яе ад становішча раўнавагі, або надаваннем цэлу пачатковай скорасці (г. зн. пасродкам штуршка). У першым выпадку мы надаём сістэме дадатковую *патэнцыяльную* энергію, а ў другім — дадатковую *кінетычную* энергію.

Калі сілу трэння можна не ўлічваць, то пры ваганнях механічная энергія сістэмы захоўваецца. Пры гэтых умовах для дадзенай сістэмы выконваецца закон захавання механічнай энергіі:

$$W = W_k + W_{\text{п}} = \text{const.}$$