

26.05.2022

Група 26

Фізика і астрономія

Урок 61-62

Тема уроку: Математичний та пружинний маятники. Перетворення енергії під час коливань

Мета уроку:

Навчальна: Формувати знання учнів про математичний та пружинний маятники, уявлення про єдиний характер закономірностей коливальних процесів математичного й пружинного маятників; формувати вміння описувати коливальні рухи маятників за допомогою другого закону Ньютона.

Розвивальна. Розвивати пізнавальні навички учнів.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріали до уроку:

Для того, щоб описати коливання (листя й колосся; повітря в органних трубах та трубах духових музичних інструментів); для розрахунку вібрації (корпусів автомашин, укріплених на ресорах; фундаментів будинків і верстатів), уведемо модель реальних коливальних систем — пружинний маятник.

1. Коливання пружинного маятника

Пружинний маятник – це коливальна система, яка являє собою тіло, закріплене на пружині.

Коливання пружинного маятника

1. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = 0$)

$$v = 0; \Delta x = \Delta x_{\max}; F_{\text{пруж}} = k\Delta x_{\max};$$

$$E = E_p \text{ max} \left(E_k = 0; E_p = \frac{k\Delta x_{\max}^2}{2} \right)$$

2. Прискорений рух візка, швидкість руху збільшується.

$$v \uparrow; \Delta x \downarrow; F_{\text{пруж}} \downarrow \Rightarrow a \downarrow;$$

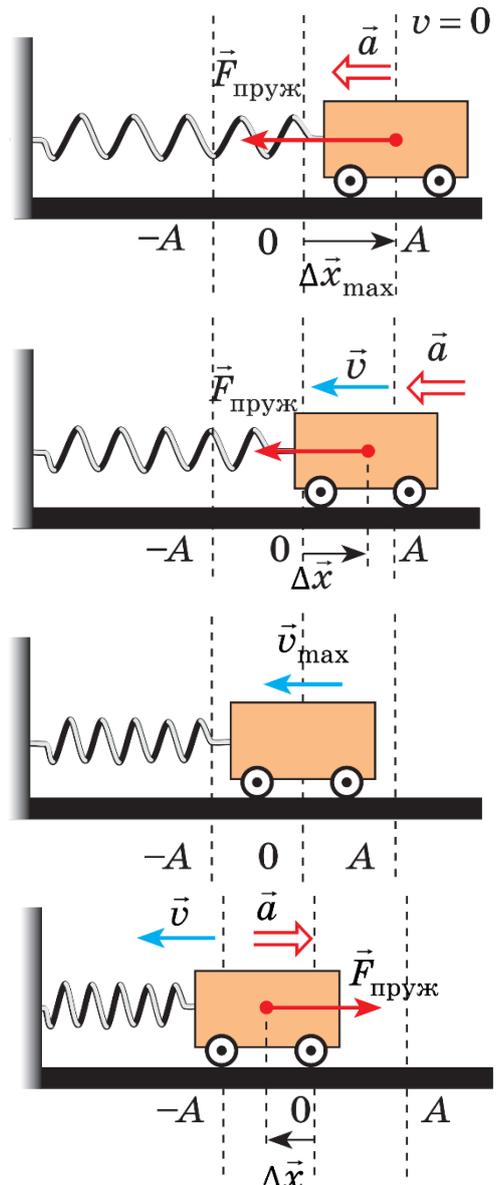
$$E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \uparrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \downarrow \right)$$

3. Стан рівноваги. ($t = T/4$)

$$F_{\text{пруж}} = 0; a = 0; v = v_{\max}; \Delta x = 0;$$

$$E = E_k \text{ max} \left(E_p = 0; E_k = \frac{mv_{\max}^2}{2} \right)$$

4. Сповільнений рух візка, швидкість руху зменшується.



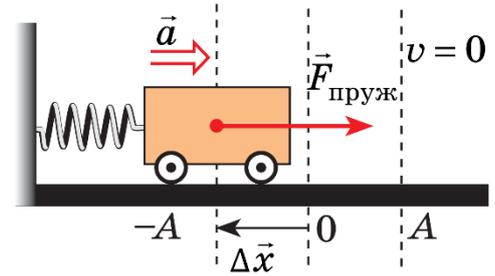
$$v \downarrow; \Delta x \uparrow; F_{\text{пруж}} \uparrow \Rightarrow a \uparrow;$$

$$E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \downarrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \uparrow \right)$$

5. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = T/2$)

$$v = 0; |\Delta x| = \Delta x_{\text{max}}; F_{\text{пруж}} = k\Delta x_{\text{max}};$$

$$E = E_{p \text{ max}} \left(E_k = 0; E_p = \frac{k\Delta x_{\text{max}}^2}{2} \right)$$



Наступну половину періоду характер руху візка буде таким самим, тільки у зворотному напрямку.

Причини вільних коливань пружинного маятника:

- 1) сила, що діє на тіло, завжди напрямлена до положення рівноваги;
- 2) тіло, що коливається, є інертним, тому воно не зупиняється в положенні рівноваги (коли рівнодійна сил стає рівною нулю), а продовжує рух у тому самому напрямку.

2. Період коливань пружинного маятника

$$\vec{F}_{\text{пруж}} + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

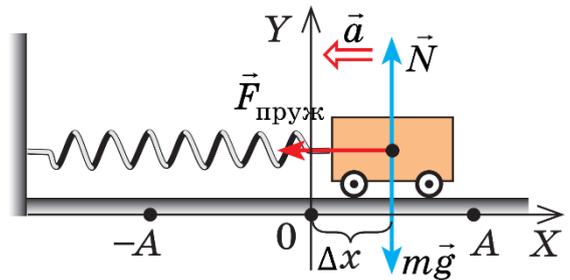
$$OX: F_{\text{пруж}x} = ma_x$$

$$F_{\text{пруж}x} = -k\Delta x$$

$$ma_x = -k\Delta x$$

$$a_x = -\frac{k}{m}\Delta x \quad a_x = -\omega^2\Delta x$$

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



3. Математичний маятник

Математичний маятник – це фізична модель коливальної системи, яка складається з матеріальної точки, підвішеної на невагомій і нерозтяжній нитці, та гравітаційного поля.

Коливання математичного маятника

1. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = 0$) (рис. а)

$$v = 0; h = h_{\text{max}};$$

$$E = E_{p \text{ max}} \left(E_k = 0; E_p = mgh_{\text{max}} \right)$$

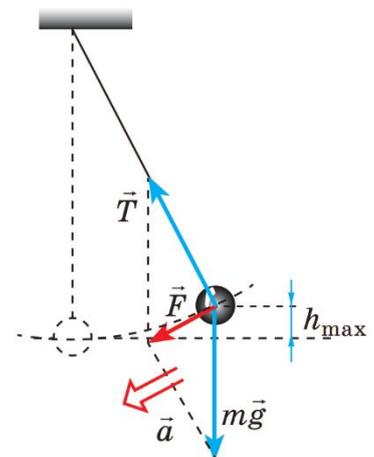


Рис. а

2. Прискорений рух кульки, швидкість руху збільшується. (рис. б)

$$v \uparrow; h \downarrow; E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \uparrow; E_p = mgh \downarrow \right)$$

3. Стан рівноваги. ($t = T/4$) (рис. в)

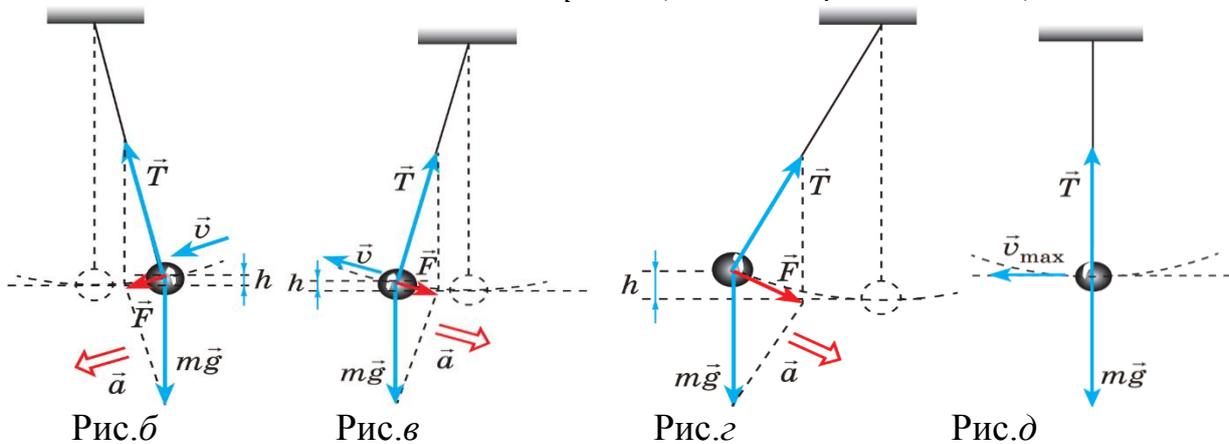
$$v = v_{\max}; h = 0; E = E_{k \max} \left(E_p = 0; E_k = \frac{mv_{\max}^2}{2} \right)$$

4. Сповільнений рух кульки, швидкість руху зменшується. (рис. г)

$$v \downarrow; h \uparrow; E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \downarrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \uparrow \right)$$

5. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = T/2$) (рис. д)

$$v = 0; h = h_{\max}; E = E_{p \max} \left(E_k = 0; E_p = mgh_{\max} \right)$$



4. Період коливань математичного маятника

Формулу періоду коливань математичного маятника вперше одержав у XVII ст. голландський учений Крістіан Гюйгенс, тому її називають формулою Гюйгенса.

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

Задачі

1. На довгій нитці коливається маленька свинцева кулька. Як зміниться період коливань, якщо свинцеву кульку замінити скляною? Чому?

Формула періоду коливань: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

Період коливань залежить тільки від довжини нитки маятника та географічної широти, а від маси не залежить, тому якщо свинцеву кульку замінити скляною то період коливань не зміниться.

2. Довжина математичного маятника 10 м. Визначте період його коливань.

Дано:

$l = 10 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$T = ?$

Розв'язання

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad [T] = \sqrt{\frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{\text{с}^2} = \text{с}$$

$$T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{10}{10}} = 6,28 \text{ (с)}$$

Відповідь: $T = 6,28 \text{ с}$.

3. Визначте масу вантажу, який здійснює 100 повних коливань за 1 хв 20 с на пружині жорсткістю 250 Н/м.

Дано:

$N = 100$

$t = 80 \text{ с}$

$k = 250 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$m = ?$

Розв'язання

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

$$\frac{t}{N} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\left(\frac{t}{N}\right)^2 = (2\pi)^2 \cdot \frac{m}{k}$$

$$m = k \cdot \left(\frac{t}{2\pi N}\right)^2$$

$$[m] = \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot \text{с}^2 = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{м}} \cdot \text{с}^2 = \text{кг}$$

$$m = 250 \cdot \left(\frac{80}{2 \cdot 3,14 \cdot 100}\right)^2 \approx 4 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m \approx 4 \text{ кг}$.**Домашнє завдання:**

Дайте письмово відповідь на запитання

1. опишіть коливання пружинного маятника. Чому тіло не зупиняється, коли проходить положення рівноваги?
2. За якою формулою визначають період коливань пружинного маятника?
3. Дайте означення математичного маятника.
4. опишіть коливання математичного маятника. За якою формулою визначають період його коливань?
5. Які перетворення енергії відбуваються під час коливань пружинного маятника? математичного маятника?
6. У якому положенні потенціальна енергія маятника сягає максимального значення? мінімального? Що можна сказати про кінетичну енергію маятника в ці моменти?

Зворотній зв'язок

E-mail vitasergiiivna1992@gmail.com

!!!! у повідомленні з д/з не забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.