

ца ў патэнцыяльную (у двух крайніх становішчах) і двойчы за перыяд — у кінетычную (пры праходжанні праз становішча раўнавагі) (мал. 22, в).



1. Якой энергіяй валодае матэматычны маятнік пры праходжанні становішча раўнавагі?
2. Якой энергіяй валодае спружынны маятнік пры найбольшым зруху ад становішча раўнавагі?
3. Чым адрозніваюцца патэнцыяльныя энергіі матэматычнага і спружынага маятнікаў?
4. Як змяняецца энергія маятніка пры ваганнях?
5. Запішыце формулы для вызначэння механічнай энергіі цела, што вагаецца, пры праходжанні ім становішча раўнавагі і пры максімальным зруху з яго.

Прыклад рашэння задачы

Вызначыце поўную механічную энергію W ваганняў грузу масай $m = 100$ г на спружыне, калі ён выконвае гарманічныя ваганні з цыклічнай частатой $\omega = 12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ і амплітудай $A = 4,0$ см.

Дадзена:

$$m = 100 \text{ г} = 0,10 \text{ кг}$$

$$\omega = 12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$A = 4,0 \text{ см} = 0,040 \text{ м}$$

W — ?

Рашэнне

Энергія ваганняў грузу:

$$W = \frac{kA^2}{2},$$

дзе k — жорсткасць спружыны.

Паколькі цыклічная частата ваганняў грузу вызначаецца

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ то}$$

$$k = m\omega^2.$$

Канчаткова,

$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}, \quad W = \frac{0,10 \text{ кг} \cdot \left(12 \frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)^2 \cdot (0,040 \text{ м})^2}{2} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 12 \text{ мДж}.$$

Адказ: $W = 12$ мДж.



Практыкаванне 3

- У якіх пунктах траекторыі пры ваганнях матэматычнага маятніка максімальная энергія:
 - кінетычная W_k ;
 - патэнцыяльная $W_{п}$? Чаму яна роўна?
- Матэматычны маятнік масай $m = 100$ г пры праходжанні становішча раўнавагі мае скорасць, модуль якой $v = 4,0 \frac{м}{с}$. Вызначыце:
 - поўную энергію $W_{мех}$ маятніка;
 - максімальную вышыню h_{max} , на якую паднімаецца маятнік.
- Матэматычны маятнік масай $m = 100$ г выводзяць са становішча раўнавагі, паднімаючы яго на вышыню $h = 10$ см над пачатковым узроўнем. Вызначыце:
 - змяненне патэнцыяльнай энергіі маятніка $\Delta W_{п}$ пры яго адхіленні ад становішча раўнавагі;
 - яго максімальную кінетычную энергію W_{kmax} .
- Цела выконвае гарманічныя ваганні. Вызначыце адносіну кінетычнай энергіі да яе патэнцыяльнай энергіі для момантаў часу, калі зрух цела ад становішча раўнавагі роўны:
 - $x = \frac{A}{2}$;
 - $x = \frac{3A}{4}$;
 - $x = A$.
- Груз масай $m = 250$ г выконвае гарманічныя ваганні на спружыне жорсткасцю $k = 80 \frac{Н}{м}$ з амплітудай $A = 3,6$ см. Вызначыце поўную механічную энергію ваганняў W , патэнцыяльную $W_{п}$ і кінетычную W_k энергіі ў момант часу, калі зрух грузу ад становішча раўнавагі $x = 2,2$ см. Патэнцыяльную энергію ў становішчы раўнавагі лічыць роўнай нулю.
- Груз масай $m = 100$ г, які знаходзіцца на гладкай гарызантальнай паверхні, замацаваны на спружыне жорсткасцю $k = 100 \frac{Н}{м}$, прымацаванай да апоры. Яго зрушваюць са становішча раўнавагі на адлегласць $x_1 = 5,0$ см і надаюць яму ў напрамку ад становішча раўнавагі скорасць, модуль якой $v_1 = 1,0 \frac{м}{с}$. Чаму роўны патэнцыяльная $W_{п}$ і кінетычная W_k энергіі грузу ў гэты момант часу? Запішыце кінематычны закон яго руху.

7. Спружынны маятнік, які знаходзіцца на гладкай гарызантальнай паверхні, вывелі са становішча раўнавагі і без штуршка адпусцілі. Праз якую частку n перыяду T кінетычная энергія прымацаванага да спружыны цела будзе роўна патэнцыяльнай энергіі $W_{\text{п}}$ дэфармаванай спружыны?
8. Вызначыце поўную механічную энергію $W_{\text{мех}}$ гарманічных ваганняў матэрыяльнага пункта, калі вядомы яго маса m , частата ν і амплітуда A ваганняў.



§ 4. Свабодныя і вымушаныя ваганні. Рэзананс

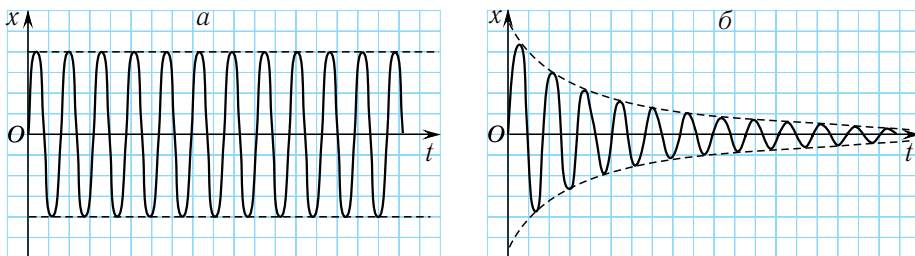
- Ваганні грузу, падвешанага на нітцы, з цягам часу затухаюць, паколькі ў сістэме дзейнічаюць сілы трэння і супраціўлення паветра. Пры якіх умовах механічныя ваганні не затухаюць? Ці можна дабіцца павелічэння амплітуды ваганняў, выкарыстаўшы знешняе ўздзеянне?



Сілы ўзаемадзеяння цёл сістэмы называюць унутранымі. Целы, якія не ўваходзяць у сістэму, называюцца знешнімі цэламі. Сілы, якія дзейнічаюць на целы сістэмы з боку знешніх цёл, называюць знешнімі.

Ваганні, што адбываюцца з пастаяннай у часе амплітудай, называюцца **незатухаючымі ваганнямі** (мал. 23, *а*). Незатухаючыя ваганні, якія выконвае сістэма каля становішча ўстойлівай раўнавагі пад дзеяннем унутраных сіл пасля таго, як яна была выведзена са стану раўнавагі і пакінута сам-насам, называюцца **свабоднымі (уласнымі) ваганнямі**.

Свабодныя ваганні (пры адсутнасці трэння) адбываюцца са строга вызначанай частатой ω_0 , якая называецца **частатой свабодных (уласных) ваганняў сістэмы**. Гэта частата залежыць толькі ад параметраў



Мал. 23. Механічныя ваганні: *а* — незатухаючыя; *б* — затухаючыя