

ЗАВДАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Модуль 4

Механічні і електромагнітні коливання і хвилі

Завдання:

- Розв'язати підстановочні і графічні задачі, використовуючи дані з таблиць 1, 2 і комбіновані задачі (за вказівкою викладача).
- Результати розв'язання підстановочних задач і відповіді на теоретичні питання занести до тест-карт 1, 2 додатка Б.
- Виконати контрольну роботу № 1.

Підстановочні (з виконанням обчислень) і графічні задачі

Задача 4.1.1

Маса матеріальної точки $m = 10$ г, амплітуда її гармонічних коливань - A , період коливань - T , зміщення точки від положення рівноваги в початковий момент часу x_0 .

Записати рівняння залежності від часу:

- зміщення x ;
- швидкості v ;
- прискорення a ;
- сили F ;
- енергій кінетичної W_K , потенціальної W_p , повної W .

Побудувати графіки залежності цих величин від часу в межах одного періоду.

Знайти середнє значення швидкості за час, що дорівнює одному періоду коливань.

Значення всіх величин, необхідних для розв'язання задач, наведені в табл. 4.

Таблиця 4 - Дані до задач 4.1.1, 4.1.2

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A , см	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
x_0 , см	0,25	0,5	1,29	1,0	1,25	2,58	1,75	3,2	2,25	4,3
T , с	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Задача 4.1.2

Для згасаючих коливань (коефіцієнт згасання $\delta = 0,25$) написати рівняння:

- зміщення x ;

– швидкості v .

Побудувати графіки залежності цих величин від часу в межах одного періоду.

Для розв'язання задачі використовувати початкові дані, наведені в табл.4. Вважати, що початкова амплітуда A_0 дорівнює амплітуді A (табл.4.)

Задача 4.2.1

Коливальний контур складається з конденсатора ємністю C і котушки індуктивністю L . Активний опір $R = 0$. Конденсатор заряджений до q_{\max} .

Для даного контуру написати рівняння:

- напруги на конденсаторі U ;
- сили струму I ;
- енергій електричного поля W_{el} , магнітного поля W_m та повної W .

Побудувати графіки залежності цих величин від часу в межах одного періоду.

Знайти середні значення кінетичної і потенціальної енергії за один період коливань.

Значення всіх величин, необхідних для розв'язання задачі, наведені в табл.5.

Таблиця 5 - Дані до задач 4.2.1, 4.2.2

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C , мкФ	7	5	3	1	0,2	0,1	0,08	0,06	0,04	0,02
L , Гн	0,23	0,25	0,32	0,38	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
q_{\max} , Кл	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-6}$	$9,2 \cdot 10^{-6}$	$8,8 \cdot 10^{-6}$	$4,2 \cdot 10^{-6}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$

Задача 4.2.2

Для згасаючих коливань (активний опір $R = 200$ Ом, початкові дані – див. табл. 5) написати рівняння:


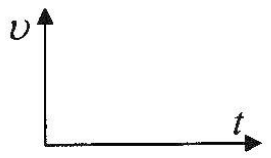
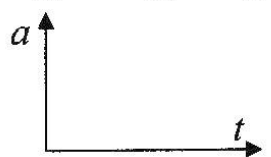


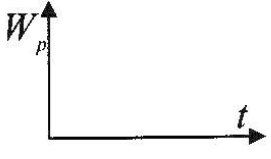
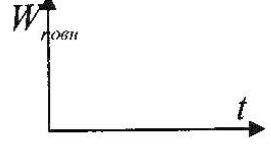
- різниці потенціалів між пластинами конденсатора;
- сили струму.

Побудувати графіки залежності цих величин від часу в межах одного періоду.

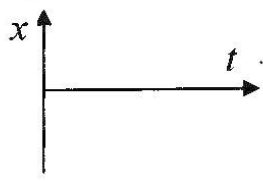
ДОДАТОК Б

Тест-карти для внесення результатів виконання підсумкових завдань

Таблиця Б1 - Тест-карта 1 "Механічні коливання"

№ з/п	Фіз. величина, одиниця вимірюван- ня	Рівняння	Розрахункові величини (формули, значення)	Графік (залежність фіз. величини від часу)	Додаткові обчислення
1	2	3	4	5	6
Незгасаючі коливання					
1	x	$x(t) =$	$\varphi_n =$ $\omega =$ $A =$		Шлях, пройдений за $t = T$
2	v	$v(t) =$	$v_{\max} =$		$\bar{v} =$ $v_n =$
3	a	$a(t) =$	$a_{\max} =$		$\frac{a_{\max}}{v_{\max}} =$
4	F	$F(t) =$	$F_0 =$		F , при $t = \frac{T}{2}$
5	W_k	$W_k(t) =$	$W_k^{\max} =$		W_k , при $t = \frac{T}{8}$
6	W_p	$W_p(t) =$	$W_p^{\max} =$		W_p , при $t = \frac{T}{8}$
7	$W_{\text{повн}}$	$W_{\text{повн}}(t) =$	$W_{\text{повн}} =$		$\frac{W_{\text{повн}}}{F_{\max}}$

Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5	6
Згасаючі коливання					
8	x	$x(t) =$	$\delta T =$ $A_0 =$ A_1 при $t = T$		$\frac{A_1}{A_0} =$ $\frac{W_0 - W_1}{W_0} =$
9	Диференціальне рівняння вільних згасаючих коливань і його розв'язок				
10	Диференціальне рівняння вимушених коливань і його розв'язок. Резонанс				

Комбіновані задачі

1 Початкова фаза гармонічних коливань $\varphi_0 = 0$. Через яку частину періоду швидкість матеріальної точки буде дорівнювати половині її максимальної швидкості?

2 Рівняння руху точки має вигляд $x = \sin \frac{\pi}{6} t$. Знайти моменти часу, в які досягаються максимальна швидкість і максимальне прискорення.

3 Максимальна кінетична енергія коливань тягарця, підвішеного до пружини, становить $W_{k, \max} = 1$ Дж, при цьому амплітуда коливань $A = 5$ см. Знайти жорсткість пружини.

4 Залізобетонний будівельний блок масою $m = 900$ кг при підйманні його краном коливається. На яку висоту може піднятися блок під час коливання, щоб при подальших коливаннях сила натягу троса не перевищувала $F_{\text{н}} = 9,2$ кН. Знайти швидкість v при проходженні блоком положення рівноваги.

5 На вісь електромеханічного вібратора (електродвигуна) насаджено ексцентрик масою $m = 22$ кг. Відстань центра його маси від центра обертання $r = 10$ мм. Визначити амплітудне значення сили F_{\max} і частоту вібрації ν , якщо частота обертання вала двигуна $n = 2000$ об/хв. Як, маючи два однакові вібратори, отримати коливання, що відбуваються у вертикальному напрямку?

6 Залізобетонний виріб формується на вібромайданчику при коливаннях амплітудою $A = 0,3$ мм і частотою $\nu = 50$ Гц. Знайти максимальну швидкість v_{\max} і відношення відцентрової (змушуючої) сили $F_{\text{віо}}$ до сили тяжіння. За яких умов виріб може відокремитися від вібромайданчика?

7 При роботі з пневматичним відбійним молотком для операторів допустимою вважається швидкість $v_{\max} = 50$ мм/с при частоті $\nu = 16$ Гц. Записати рівняння коливань, що діють на руки оператора. Знайти амплітуду віброприскорення a_{\max} , що визначає допустиму тривалість безперервної роботи з відбійним молотком.

8 Період згасаючих коливань $T = 4$ с; логарифмічний декремент загасання $\varkappa = 1,6$; початкова фаза $\varphi_0 = 0$. При $T = t/4$ зміщення матеріальної точки $x = 4,5$ см. Написати рівняння цього коливання. Побудувати графік цього коливального руху в межах двох періодів.

9 Знайти логарифмічний декремент \varkappa математичного маятника, якщо за час $t = 1$ хв амплітуда коливань зменшилася в 2 рази. Довжина маятника $\ell = 1$ м.

10 Рівняння незгасаючих коливань має вигляд $x = 10 \sin \frac{\pi}{2} t$ (см). Знайти рівняння хвилі, якщо швидкість поширення коливань $v = 300$ м/с. Написати рівняння коливання для точки, віддаленої на $\ell = 600$ м від джерела коливань, зобразити графічно цей процес. Написати і зобразити графічно рівняння хвилі в момент часу $t = 4$ с після початку коливань.