

Индивидуальное задание раздела «Колебания и волны»

Задача 1. Пружинный маятник совершает гармонические колебания по закону $x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. Используя данные таблицы 1, выполните следующее:

1. Найдите недостающие в таблице величины.
2. Запишите уравнение колебаний $x(t)$ с числовыми коэффициентами и постройте график зависимости $x(t)$ в пределах $0 \leq t \leq T$ с шагом $\Delta t = T/12$.

Обозначения, принятые в таблице:

x_0 – значение координаты в начальный момент времени; φ_0 – начальная фаза;
 k – коэффициент жесткости пружины; v_0 и a_0 – значения скорости и ускорения в начальный момент времени; v_{\max} и a_{\max} – максимальные значения скорости и ускорения.

Задача 2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и конденсатора ёмкостью C . Напряжение на конденсаторе изменяется по закону $u_c(t) = U_{\max} \cos \omega_0 t$. Используя данные таблицы 2, выполните следующее:

1. Нарисуйте схему колебательного контура.
2. Найдите недостающие в таблице величины.
3. Запишите уравнение изменения $u_c(t)$ с числовыми коэффициентами.
4. Получите уравнения изменения с течением времени заряда $q(t)$ на обкладках конденсатора, силы тока $i(t)$ в контуре, энергии магнитного $W_m(t)$ и электрического $W_{эл}(t)$ полей и запишите их с числовыми коэффициентами.

Задача 3. Маятник совершает затухающие колебания. Используя данные таблицы 3, выполните следующее:

1. Найдите недостающие в таблице величины.
2. Запишите уравнение колебаний с числовыми коэффициентами.
3. Постройте график зависимости амплитуды затухающих колебаний от времени $A = f(t)$ в пределах $0 \leq t \leq 2\tau$ с шагом $\Delta t \approx \tau/5$.

Обозначения, принятые в таблице: β – коэффициент затухания; ω_0 – собственная частота колебаний; λ – логарифмический декремент затухания, τ – время релаксации, N_e – число колебаний, за которое амплитуда уменьшается в $e=2,718\dots$ раз, Q – добротность колебательной системы.

Таблица 1

№ п/п	m , г	k , Н/м	T , с	φ_0 , град	x_0 , см	A , см	v_0 , см/с	v_{\max} , см/с	a_0 , м/с ²	a_{\max} , м/с ²	ω_0 , рад/с
1		1,23	0,80	10		2,0					
2	15		0,62		1,60	1,6					
3	25	0,65		30	1,30						
4		0,31	1,12		2,07			12,34			
5	12		1,69	40				7,06			
6	18	3,08			1,54					4,11	
7		1,75	0,75	60						1,47	
8	22		1,05	70			-10,1				
9	28	2,13		75					-0,39		
10		0,50	1,23	80		2,6					
11	24		1,08		- 1,10	2,2					
12	20	1,04		150					0,86		
13		1,01	0,74	180			0,0				
14	18		1,05	30	1,56						
15	30	0,56			1,48			9,10			
16		2,77	0,62		1,35					2,77	
17	22		0,83	75	0,78						
18	14	0,29		20				11,38			
19		0,38	1,25		2,22	2,9					
20	21		0,75	30		2,5					
21	19	0,42		120	- 1,15						
22		0,82	0,79	45				15,11			
23	20		1,12	150						0,66	
24	28	1,57		30					1,36		
25		0,59	1,32	60		2,4					
26	22		1,55		2,76			11,35			
27	21	0,44			- 0,40					0,48	
28		1,03	0,76	75				20,67			
29	18		0,93		2,90	3,0					
30	10	0,25			1,88					0,50	

Таблица 2

№ п/п	ν , МГц	T , нс	C , пФ	L , мГн	q_{\max} , пКл	I_{\max} , мкА	U_{\max} , мВ	$W_{\max}^{\text{эл}}$, фДж	$W_{\max}^{\text{маг}}$, фДж	ω_0 рад/с
1			1,5	2,00			30			
2		10,83		0,04			25			
3	92,7		47				20			
4			33	0,09			35			
5	96,0			0,12			40			
6		10,10	15				25			
7			10	0,26			10			
8				0,37			18			
9	100,5		4,7				34			
10			3,3	0,75			26			
11	101,6			1,12			45			
12		9,79	1,5				30			
13			1,0	2,41			25			
14		9,66		0,03			15			
15	104,1		47				50			
16			33	0,07			45			
17	105,1			0,10			40			
18		9,50	15				35			
19			10	0,23			48			
20		9,45		0,33			20			
21	106,0		4,7				50			
22			3,3	0,68			45			
23	106,8			1,01			32			
24		9,33	1,5				25			
25			1,0	2,19			46			
26		10,10		0,05			15			
27	100,5		33				20			
28			22	0,11			35			
29	106,4			0,15			45			
30		9,33	10				30			

Таблица 3

№ п/п	β , с ⁻¹	A_0 , см	T , с	λ	τ , с	N_e	Q	Φ_0 , град
1	0,012	15		0,03				75
2	2	6,5	0,3					45
3		12,0	2,0	0,01				15
4		13,0			50	100		20
5		7,0	1,0				300	35
6		8,0	0,15		40			50
7		10,0	3,0	0,005				40
8	0,008	20		0,04				30
9	3	7,5	0,15					37
10		15,0			60	120		60
11		11,0	2,0				800	75
12		10,0			30	145		82
13		8,5	1,0	0,02				55
14	3	7,5		0,38				25
15		9,5			30	80		65
16		13,0	2,0				1000	18
17		11,0			20	126		30
18	4	11,5		0,63				46
19		12,5	0,5	0,01				32
20		7,0			40	20		17
21		6,5	1,0				1200	44
22		14,0			10	125		38
23	2	9,0		0,40				22
24		8,0	0,2	0,001				13
25		15,0			50	200		61
26		13,0			20	285		73
27		12,5	1,6				1600	84
28	0,2	8,5					50	33
29		13,0	0,3	0,009				47
30		6,5			100	100		52