

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

Индивидуальное задание раздела «Интерференция, дифракция»

Задача 1. Пучок параллельных монохроматических лучей с длиной волны λ падает на находящуюся в воздухе тонкую пленку с показателем преломления n . α - угол падения лучей, d - наименьшая толщина пленки, при которой отраженные лучи максимально усилены (ослаблены) интерференцией. Используя данные таблицы 1, найдите недостающие величины. Начертите ход лучей в тонкой пленке, укажите интерферирующие лучи.

Задача 2. На дифракционную решётку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны λ . Помещённая вблизи решётки линза проецирует дифракционную картину на экран, удаленный от линзы на расстояние L . Расстояние между двумя максимумами интенсивности первого порядка на экране равно l . Постоянная решётки - d . Число штрихов решётки на единицу длины - n . Максимальный порядок спектра - m_{\max} . Число максимумов, которое при этом дает решётка - N . Угол дифракции первого порядка - φ_1 . Используя данные таблицы 2, найдите недостающие величины.

Задача 3. Два николя N_1 и N_2 расположены так, что угол между их плоскостями пропускания равен φ . I_0 - интенсивность естественного света, падающего на поляризатор; I_1 - интенсивность поляризованного света, падающего на анализатор; I_2 - интенсивность света, вышедшего из анализатора. Коэффициент поглощения света в каждом николе k . P - степень поляризации. Используя данные таблицы 3, найти недостающие величины.

Таблица 1

№ п/п	λ , нм	d , нм	α , град	n	Усиление (ослабление)
1	550	217	20		Ослабление
2		125	30	1,3	Усиление
3	500	104	30		Усиление
4	450	94		1,3	Усиление
5	700		30	1,3	Усиление
6		152	30	1,3	Усиление
7	500	94	45		Усиление
8		104	45	1,5	Усиление
9	650		45	1,5	Усиление
10	680	129		1,5	Усиление
11	720	272	45		Ослабление
12	740		60	1,28	Ослабление
13		255	60	1,28	Ослабление
14	500	248		1,33	Ослабление
15	400	74		1,47	Усиление
16	580	287	60		Ослабление
17	650	244		1,33	Ослабление
18	700		0	1,33	Ослабление
19		163	30	1,38	Ослабление
20	470		45	1,38	Ослабление
21	500	204	60		Ослабление
22	485	92		1,33	Усиление
23		88	0	1,33	Усиление
24	450	100		1,33	Усиление
25	500		45	1,55	Усиление
26	560	109	60		Усиление
27	600		50	1,55	Ослабление
28	680	225	20		Ослабление
29		254	45	1,55	Ослабление
30	720	167		1,55	Ослабление

Таблица 2

№ п/п	λ , нм	L , м	l , см	d , мкм	$n \times 10^5$, 1/м	m_{\max}	N	φ , град
1	434,1		16		1			
2	500,0	1,0	20,1					
3	449,4	2,0		5				
4	598,9		15		1			
5		1,0	20	5				
6		1,5	28		2			
7	700,2	1,0	30					
8	697,6	1,5	25					
9		2,0	25	10				
10		1,0	30		2			
11		1,0	25		2,5			
12	449,2		40	4				
13	649,7	1,0	30					
14	500,0	2,0		5				
15	602,4		25		2			
16		0,8	20	5				
17	581,0	1,0			2			
18	656,3		20		2,5			
19	648,4	1,38	30					
20	700,6		30	5				
21	577,1	1,0	20					
22	598,8	1,6	20					
23	677,8	2,5	40					
24		2,5	35		1			
25		2,5	40	10				
26	496,1	1,0	25					
27	649,9	2,0	50					
28	480,2	1,5		2				
29		0,8	30	3				
30		2,0	40	7				

Таблица 3

№ п/п	φ , град	k	I_0 , Вт/см ²	I_1 , Вт/см ²	I_2 , Вт/см ²	P
1	75	0,09		22,75		
2	60	0,05	15			
3		0,07	12		3,5	
4	40	0,15			8,3	
5		0,08	28		4,9	
6	45	0,09	16			
7	30	0,10		8,1		
8		0,11	20		1,4	
9	25	0,06		11,3		
10	20	0,07			3,8	
11	55	0,12	11			
12	20	0,14		9,0		
13		0,22	34		8,5	
14	30	0,21		13,8		
15		0,22	25		7,1	
16	35	0,17			8,3	
17	40	0,19		11,3		
18	45	0,18	39			
19		0,05	18		3,4	
20	55	0,06			2,9	
21	60	0,07		16,3		
22	36	0,08	24			
23	48	0,09		11,4		
24		0,10	26		4,0	
25	64	0,11			2,4	
26	60	0,12	26			
27	56	0,13			3,2	
28		0,14	34		7,8	
29	44	0,15			7,1	
30	47	0,20	40			

Индивидуальное задание раздела «Квантовая Оптика»

Вариант № _____

Выполнил студент гр. _____

Задача 1. Электрическая муфельная печь потребляет мощность P . Температура ее внутренней поверхности при открытом небольшом отверстии площадью S равна t . λ_{\max} – длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения.

Считая, что отверстие печи излучает как абсолютно черное тело, определить, какая часть мощности η рассеивается стенками, а также другие недостающие в Таблице 1 величины.

Задача 2. На поверхность некоторого материала падает свет частоты ν . Энергия фотона, падающего на поверхность; λ_0 – красная граница фотоэффекта для этого вещества; $A_{\text{вых}}$ – работа выхода электрона, v_{\max} – максимальная скорость фотоэлектронов; U_3 – адерживающее напряжение.

Используя данные Таблицы 2, найдите недостающие величины. Используя приведенную ниже справочную таблицу, определите название материала.

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА

Работа выхода электронов из металлов

Металл	W , эВ	Металл	W , эВ	Металл	W , эВ
Алюминий	4,25	Медь	4,40	Ртуть	4,52
Барий	2,49	Никель	4,50	Серебро	4,3
Вольфрам	4,54	Олово	4,38	Цезий	1,81
Железо	4,31	Платина	5,32	Цинк	4,24

1 эВ=10⁻¹⁹ Дж

Таблица 1

№ п/п	P , Вт	t , °C	S , см ²	λ_{\max} нм	η
1	1150		36	2100	
2	1000	927	25		
3	1500	1000	25		
4	1100		20	2000	
5	1150	900	30		
6	1200	927	25		
7	1000		20	1900	
8	950	1027	20		
9	2150		32	2300	
10	1300		25	1900	
11	1100	1127	30		
12	1000		22	2000	
13	1120	1140	20		
14	1150		28	1900	
15	1250		32	2000	
16	1200	1227	32		
17	1250		30	2200	
18	1080	925	35		
19	1000	1000	35		
20	1060		30	2400	
21	1110	1100	20		
22	2120		25	1500	
23	1100	1000	24		
24	1200	1100	20		
25	1150		26	2100	
26	1300		24	1900	
27	1000		20	2100	
28	1100	1057	30		
29	1150	1300	25		
30	1200	1200	30		

Таблица 2

№ п/п	λ_0 , нм	A , эВ	$\nu \cdot 10^{15}$, с ⁻¹	ϵ , эВ	v_{\max} , км/с	U_3 , В
1		1,56		3,03		
2	641,1				826	
3		1,37	0,80			
4	942,0					2,45
5		3,30		4,0		
6	460,1				699	
7		2,35		5,0		
8	560,1					1,34
9		1,81			704	
10	792,0		1,0			
11		1,90		4,2		
12	807,2				870	
13		2,10				3,80
14	758,0		0,69			
15	710,1				949	
16		4,80	1,50			
17	1130,2				998	
18		1,71				1,59
19	570,2			4,0		
20		1,82			757	
21		2,20			775	
22	540,1					1,86
23		1,45			899	
24		2,58			731	
25	377,2				596	
26		1,72			613	
27		3,64	1,40			
28	857,1				886	
29		1,47			909	
30	1130,0					2,77

Индивидуальное задание раздела «Физика атома и Ядерная физика»

Вариант № _____

Выполнил студент гр. _____

Задача 1. При измерении сопротивления собственного полупроводника было установлено, что при температуре t_1 его сопротивление равно R_1 , а при температуре t_2 равно R_2 . ΔE – ширина запрещенной зоны. Используя данные таблицы 1, выполните следующее:

1. Найдите недостающие величины.
2. Постройте график зависимости сопротивления полупроводника от температуры в интервале от t_2 до t_1 с шагом Δt .
3. Найдите значения температурного коэффициента сопротивления полупроводника при температурах t_2 и t_1 .
4. Используя справочные таблицы, определите название полупроводника.

Задача 2. В таблице 2 приведена сокращенная форма записи ядерной реакции. Дайте полную запись реакции и найдите энергетический выход в МэВ. Укажите характер реакции – экзотермическая или эндотермическая.

Принятые обозначения: $\alpha = {}^4_2\text{He}$ – α -частица, $p = {}^1_1\text{p}$ – протон, $n = {}^1_0\text{n}$ – нейтрон, $d = {}^2_1\text{He}$ – дейтон, γ – гамма-квант, X – исковаемый элемент.

Задача 3. Масса радиоактивного препарата изотопа ${}^A_Z\text{X}$ равна m .

Используя данные таблицы 3, выполните следующее:

1. Найдите значение начальной активности препарата и его удельную активность.
2. Рассчитайте промежуток времени, в течение которого активность препарата уменьшится в k раз?

Таблица 1

№ п/п	R_1 , Ом	t_1 , °C	t_2 , °C	ΔE , эВ	R_2 , Ом	Δt , °C
1	15000	22	92		2000	7
2		7	72	0,66	188	7
3	5387	17	77		121	6
4	856	25	45		221	2
5	7119	25	55	0,66		3
6	893		65	0,66	157	5
7	5038	46	80		1587	3
8	1500	27	87		600	6
9	1807	20	53	1,428		3
10	3525	34		1,428	92	5
11	4277	15	70		345	5
12	4752	23		0,78	712	4
13	907		84	0,78	57	6
14	1546	31	70		285	4
15		18	44	0,356	567	3
16	2518	25		0,356	1015	5
17	3922	30	67	0,356		4
18	2635	10	63		834	5
19	1341		53	1,79	85	3
20		13	45	1,79	213	3
21	7640	15		1,79	154	3
22	1004	14	73		540	6
23		13	67	0,18	4240	5
24	1195	8	54	0,18		5
25	2275	0		0,32	937	4
26	5657		57	0,32	3428	3
27	6025	25	65		2884	4
28		27	70	1,26	188	3
29	2231	16		1,26	373	2
30	7060	14	42	1,26		4

Таблица 2

№ п/п	Реакция
1	${}^6\text{Li}(n, x) {}^6\text{He}$
2	${}^{14}\text{N}(\alpha, p) X$
3	${}^9\text{Be}(\alpha, n) X$
4	${}^7\text{Li}(p, \alpha) X$
5	${}^6\text{Li}(p, \alpha) X$
6	${}^{10}\text{B}(n, \alpha) X$
7	${}^6\text{Li}(n, \alpha) X$
8	${}^2\text{H}(p, \gamma) X$
9	${}^3\text{H}(p, \gamma) X$
10	${}^2\text{H}(d, n) X$
11	${}^2\text{H}(d, \gamma) X$
12	${}^2\text{H}(x, p) \alpha$
13	${}^3\text{H}(d, n) X$
14	${}^{16}\text{O}(n, x) {}^{16}\text{N}$
15	${}^3\text{H}(x, 2n) \alpha$
16	${}^2\text{H}(d, p) X$
17	${}^3\text{He}(x, 2p) \alpha$
18	${}^6\text{Li}(d, p) X$
19	${}^7\text{Li}(d, 2\alpha) X$
20	${}^6\text{Li}(d, \alpha) X$
21	${}^9\text{Be}(p, \alpha) X$
22	${}^9\text{Be}(x, 2\alpha) d$
23	${}^7\text{Li}(\alpha, n) X$
24	${}^{11}\text{B}(p, 2\alpha) X$
25	${}^{15}\text{N}(p, \alpha) X$
26	${}^{55}\text{Mn}(x, n) {}^{55}\text{Fe}$
27	${}^{14}\text{N}(n, x) {}^{14}\text{C}$
28	${}^{19}\text{F}(p, x) {}^{16}\text{O}$
29	${}^{27}\text{Al}(\alpha, p) X$
30	$X(p, \alpha) {}^{23}\text{Na}$

Таблица 3

№ п/п	Изотоп	Символ	m , г	k	a , Бк	t , с
1	Олово	${}_{50}\text{Sn}^{123}$	1,55	30		
2	Актиний	${}_{89}\text{Ac}^{228}$	0,01	5		
3	Йод	${}_{53}\text{I}^{131}$	0,10	15		
4	Иридий	${}_{77}\text{Ir}^{192}$	0,12	30		
5	Кобальт	${}_{27}\text{Co}^{60}$	1,50	40		
6	Магний	${}_{12}\text{Mg}^{27}$	0,70	50		
7	Радий	${}_{88}\text{Ra}^{220}$	0,05	25		
8	Радий	${}_{88}\text{Ra}^{227}$	0,08	4		
9	Радон	${}_{86}\text{Rn}^{222}$	0,12	8		
10	Стронций	${}_{38}\text{Sr}^{90}$	0,04	10		
11	Торий	${}_{90}\text{Th}^{229}$	1,20	100		
12	Фосфор	${}_{15}\text{P}^{32}$	1,40	2		
13	Натрий	${}_{11}\text{Na}^{22}$	2,00	6		
14	Уран	${}_{92}\text{U}^{239}$	0,40	45		
15	Плутоний	${}_{94}\text{Pu}^{239}$	0,15	80		
16	Цирконий	${}_{40}\text{Zr}^{95}$	0,80	50		
17	Актиний	${}_{89}\text{Ac}^{228}$	0,14	65		
18	Йод	${}_{53}\text{I}^{126}$	0,18	50		
19	Кобальт	${}_{27}\text{Co}^{58}$	1,40	55		
20	Углерод	${}_{6}\text{C}^{14}$	3,00	7		
21	Фосфор	${}_{15}\text{P}^{30}$	1,60	9		
22	Торий	${}_{90}\text{Th}^{230}$	0,08	15		
23	Цезий	${}_{55}\text{Cs}^{134}$	0,06	18		
24	Ксенон	${}_{54}\text{Xe}^{135}$	0,22	16		
25	Тритий	${}_{1}\text{H}^3$	0,03	20		
26	Бериллий	${}_{4}\text{Be}^7$	0,25	50		
27	Кремний	${}_{14}\text{Si}^{31}$	0,80	2		
28	Сера	${}_{16}\text{S}^{35}$	2,60	100		
29	Германий	${}_{32}\text{Ge}^{68}$	2,80	75		
30	Цинк	${}_{30}\text{Zn}^{65}$	2,50	90		