

«

»

“

”

. - . . . .

31.08.2022

: . . . . .

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Физика

: 16.03.01

, :

: 1 2, : 1 2 3 4

- ,

		1	2	3	4
1	( )	8	9	8	7
2		288	324	288	252
3	, .	154	199	202	166
4	, .	72	72	72	72
5	, .	36	72	72	36
6	, .	32	32	32	32
7	, .	5	4,5	4,5	4
8	, .	8	8	8	8
9	, .	2	2	2	2
10	, .	12	21	24	24
11	, .	134	125	86	86
12	( , ( )/ , )				
13					

( ): 16.03.01

696 01.06.2020 ., : 08.07.2020 .

: 1,

( ): 16.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

, . - . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

	-1
	-1. 1 ,
	-1 ,
	-1. 2

## 2.

,

2.1

<b>ОПК-1. 1 Знает основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности</b>	
	; ;
<b>УК-1. 2 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</b>	
	; ; ;

## 3.

3.1

		„ .	„ .		
: 1					
:					
1. .	2	0	0	-1.1, -1.2	.

2.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	4	0	0	-1.1, -1.2	.
3.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	.
4.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	.
5.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	.
6.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	.

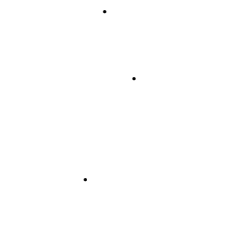



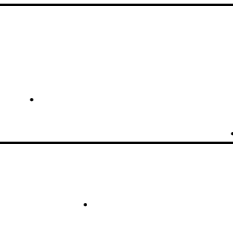
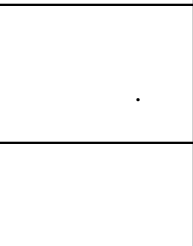
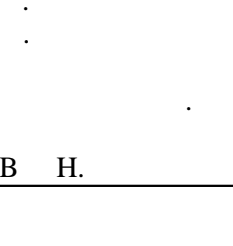
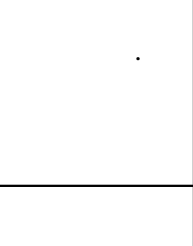


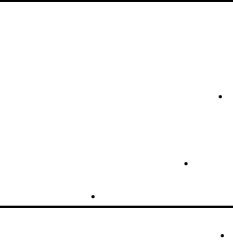
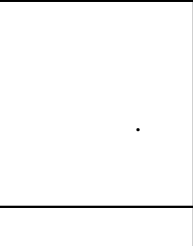


7.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	4	0	0	-1.1, -1.2	
8.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
9.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
10.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
11.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
12.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	

13.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	4	0	0	-1.1, -1.2	
14.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
15.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	2	0	0	-1.1, -1.2	
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$						
16.	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	4	0	0	-1.1, -1.2	

17.		4	0	0	-1.1, -1.2	
18.		4	0	0	-1.1, -1.2	
19.		4	0	0	-1.1, -1.2	
20.		4	0	0	-1.1, -1.2	
21.		4	0	0	-1.1, -1.2	
22.		4	0	0	-1.1, -1.2	
23.		4	0	0	-1.1, -1.2	

24.		4	0	0	-1.1, -1.2	
: 2						
:						
25.		2	0	0	-1.1, -1.2	
26.		2	0	0	-1.1, -1.2	
27.		2	0	0	-1.1, -1.2	
28.		2	0	0	-1.1, -1.2	
29.		2	0	0	-1.1, -1.2	
30.		2	0	0	-1.1, -1.2	

31.		4	0	0	-1.1, -1.2	
32.		4	0	0	-1.1, -1.2	
33.		2	0	0	-1.1, -1.2	
34.		2	0	0	-1.1, -1.2	
35.		4	0	0	-1.1, -1.2	
36.		2	0	0	-1.1, -1.2	
37.		2	0	0	-1.1, -1.2	
38.		2	0	0	-1.1, -1.2	

39.		2	0	0	-1.1, -1.2	
40.		2	0	0	-1.1, -1.2	
41.		2	0	0	-1.1, -1.2	
42.	 В    Н.	4	0	0	-1.1, -1.2	
43.		4	0	0	-1.1, -1.2	
44.		2	0	0	-1.1, -1.2	
45.		4	0	0	-1.1, -1.2	

46. .	2	0	0	-1.1, -1.2	.
47. - . . .	4	0	0	-1.1, -1.2	.
48. , ( ). . . - .	2	0	0	-1.1, -1.2	.
49. . - . .	2	0	0	-1.1, -1.2	.
50. . . ( ).	2	0	0	-1.1, -1.2	.
51. .	2	0	0	-1.1, -1.2	.
52. . . . . .	4	0	0	-1.1, -1.2	.
: 3					

:					
53.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
54.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
55.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
56.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
57.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
58.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
59.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
60.	2	0	0	-1.1, -1.2	.

61.	2	0	0	-1.1, -1.2	
62.	4	0	0	-1.1, -1.2	
:					
63.	2	0	0	-1.1, -1.2	
64.	2	0	0	-1.1, -1.2	
65.	4	0	0	-1.1, -1.2	
66.	2	0	0	-1.1, -1.2	
67.	2	0	0	-1.1, -1.2	

68.		4	0	0	-1.1, -1.2	
69.		4	0	0	-1.1, -1.2	
:						
70.		2	0	0	-1.1, -1.2	
71.		4	0	0	-1.1, -1.2	
72.		4	0	0	-1.1, -1.2	

73.		2	0	0	-1.1, -1.2	
74.		4	0	0	-1.1, -1.2	
75.		4	0	0	-1.1, -1.2	
76.		4	0	0	-1.1, -1.2	
: 4						
: , .						
77.	:	2	0	0	-1.1, -1.2	
78.		2	0	0	-1.1, -1.2	
79.		4	0	0	-1.1, -1.2	
80.		2	0	0	-1.1, -1.2	

81.	<p>，</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>-</p>	2	0	0	-1.1, -1.2	·
82.	<p>:</p> <p>，</p> <p>，</p> <p>·</p> <p>:</p> <p>，</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>·</p>	2	0	0	-1.1, -1.2	·
83.	<p>·</p> <p>:</p> <p>·</p> <p>，</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p>	4	0	0	-1.1, -1.2	·
84.	<p>·</p> <p>(</p> <p>，</p> <p>).</p>	4	0	0	-1.1, -1.2	·
85.	<p>·</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p>	4	0	0	-1.1, -1.2	·
86.	<p>·</p> <p>-</p> <p>·</p> <p>·</p>	4	0	0	-1.1, -1.2	·

87.					
88.					
89.					
90.					
91.					
92.					
93.					

94.		4	0	0	-1.1, -1.2	
95.		2	0	0	-1.1, -1.2	
96.		4	0	0	-1.1, -1.2	
97.		4	0	0	-1.1, -1.2	
98.		2	0	0	-1.1, -1.2	
99.		2	0	0	-1.1, -1.2	
100.		2	0	0	-1.1, -1.2	

:1					
:					

1.	:	4	1	1	-1.2	.
2.	.	4	1	1	-1.2	.
3.		4	1	0,5	-1.2	.
4.		4	1	0,5	-1.2	.
5.		4	1	0,5	-1.2	.
:						
6.	.	4	1	0,5	-1.2	.
7.	( )	4	1	0,5	-1.2	.
8.	.	4	1	0,5	-1.2	.
: 2						
:						
9.	.	4	1	1	-1.2	.
10.	.	4	1	0,5	-1.2	.
11.	.	4	1	0,5	-1.2	.
12.		4	1	0,5	-1.2	.
13.	.	4	1	0,5	-1.2	.
14.		4	1	0,5	-1.2	.
15.		4	1	0,5	-1.2	.
16.		4	1	0,5	-1.2	.
: 3						
:						
17.		4	1	1	-1.2	.
18.	.	4	1	0,5	-1.2	.
19.	.	4	1	0,5	-1.2	.

20.	4	1	0,5	-1.2	.
21.	4	1	0,5	-1.2	.
:					
22.	4	1	0,5	-1.2	.
:					
25.	4	1	0,5	-1.2	.
27.	4	1	0,5	-1.2	.
: 4					
: , .					
28.	4	1	0,5	-1.2	.
29.	4	1	0,5	-1.2	.
30.	4	1	0,5	-1.2	.
31.	4	1	0,5	-1.2	.
32.	4	1	0,5	-1.2	.
:					
33.	4	1	0,5	-1.2	.
34.	4	1	0,5	-1.2	.
35.	4	1	0,5	-1.2	.

		„ .	, .		
: 1					
:					

1.		2	0	0	-1.1, -1.2	(            ),  .  .  .
2.	,  .	4	0	0	-1.1, -1.2	,  .
3.	.  .	4	0	0	-1.1, -1.2	,  .
4.	,  .	4	0	0	-1.1, -1.2	,  .

5.	.	4	0	0	-1.1, -1.2	,
6.	.	2	0	0	-1.1, -1.2	,
7.	.	2	0	0	-1.1, -1.2	,
8.	.	2	0	0	-1.1, -1.2	,
9.	.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
:						
10.	.	4	0	0	-1.1, -1.2	,
11.	.	2	0	0	-1.1, -1.2	,

12.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
13.	2	0	0	-1.1, -1.2	- ,
: 2					
:					
14.	4	0	0	-1.1, -1.2	,
15.	4	0	0	-1.1, -1.2	, ,
16.	4	0	0	-1.1, -1.2	,
17.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
18.	4	0	0	-1.1, -1.2	, ,

19.	4	0	0	-1.1, -1.2	
20.	4	0	0	-1.1, -1.2	D
21.	2	0	0	-1.1, -1.2	
22.	4	0	0	-1.1, -1.2	
23.	4	0	0	-1.1, -1.2	
24.	4	0	0	-1.1, -1.2	
25.	4	0	0	-1.1, -1.2	
26.	4	0	0	-1.1, -1.2	
27.	2	0	0	-1.1, -1.2	

28.	4	0	0	-1.1, -1.2	H.
29.	4	0	0	-1.1, -1.2	
30.	4	0	0	-1.1, -1.2	
31.	4	0	0	-1.1, -1.2	
32.	4	0	0	-1.1, -1.2	,
: 3					
:					
33.	4	0	0	-1.1, -1.2	, ,
34.	4	0	0	-1.1, -1.2	, ,

35.	4	0	0	-1.1, -1.2	:
36.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
37.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
38.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
39.	2	0	0	-1.1, -1.2	, .
:					
40.	4	0	0	-1.1, -1.2	, .
41.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
42.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
43.	2	0	0	-1.1, -1.2	.

44.	4	0	0	-1.1, -1.2	
45.	4	0	0	-1.1, -1.2	
46.	2	0	0	-1.1, -1.2	
47.	4	0	0	-1.1, -1.2	
48.	2	0	0	-1.1, -1.2	
49.	4	0	0	-1.1, -1.2	
50.	4	0	0	-1.1, -1.2	
51.	4	0	0	-1.1, -1.2	
52.	4	0	0	-1.1, -1.2	
53.	2	0	0	-1.1, -1.2	
54.	4	0	0	-1.1, -1.2	

55.	2	0	0	-1.1, -1.2	- ,
56.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
57.	2	0	0	-1.1, -1.2	, . .
58.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
59.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
60.	2	0	0	-1.1, -1.2	.
61.	2	0	0	-1.1, -1.2	.

62.	2	0	0	-1.1, -1.2	,
63.	2	0	0	-1.1, -1.2	
64.	2	0	0	-1.1, -1.2	
65.	2	0	0	-1.1, -1.2	
66.	4	0	0	-1.1, -1.2	: , , .. ,  ,  .
67.	2	0	0	-1.1, -1.2	( , ).  -

68.	4	0	0	-1.1, -1.2	.
69.	2	0	0	-1.1, -1.2	,
:					
70.	2	0	0	-1.1, -1.2	.

3.1

3.2

			( )
1	:		:
2			:
3			:
4			:
5			:
6			:

7	(       )		:
8	.		:
9	.		:
10	.		:
11	.		:
12	.		:
13	.		:
14			:
15			:
16			:
17			:
18	.		:
19	.		:
20	.		:
21	.		:
22	.		: ,
23			:

24			
25			
26			
27			
28			
29			p-n
30			
31			
32			

### 3.2

### 3.3

: 1				
1	/	2 -1.1, -1.	45	11
<p> : . . . ,  : / . . . , . . . ; . . .  . . . - . . . , 2010. - 173, [3] . . . -  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694</a> </p>				
2		2 -1.1, -1.	30	0
<p> : . . . ,  : / . . . , . . .  ; . . . - . . . , 2010. - 173, [3] . . . -  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694</a> </p> <p> : / . . . , . . . ;  . . . - . . . , 2011. - 89, [3] . . . -  <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388</a> </p>				

3		2	-1.1, -1.	35	1
<p> : / . . . . - ;[ . : . . . . ]. - , 2012. - 51, [2] .  : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000169024 </p>					
4		2	-1.1, -1.	24	0
<p> : / . . . . - ;[ . : . . . . ]. - , 2012. - 51, [2] .  : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000169024 </p>					
: 2					
1	/	2	-1.1, -1.	40	11
<p> : / . . . . , . . . . ; . . . . - . -  , 2011. - 89, [3] . : .. - :  http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388 </p>					
2		2	-1.1, -1.	30	0
<p> : / . . . . , . . . . ; . . . .  - . - , 2011. - 89, [3] . : .. - :  http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388 </p>					
3		2	-1.1, -1.	31	10
<p> : / . . . . , . . . . ; . . . . - .  - , 2011. - 89, [3] . : .. - :  http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388 </p>					
4		2	-1.1, -1.	24	0
<p> : / . . . . , . . . . ; . . . . - . -  , 2011. - 89, [3] . : .. - :  http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388 </p>					
: 3					
1	/	2	-1.1, -1.	27	14
<p> : , , , :  , 1-2 :  / . . . . - ;[ . : . . . . ]. - , 2006. - 50, [2] . :  : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000052812 </p>					
2		2	-1.1, -1.	10	0
<p> : . . 1 : / [ .  . ] ; . . . . - . - , 2007. - 59, [1] . : .. -  : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070602 </p>					
3		2	-1.1, -1.	25	10
<p> 1-2 :  , , , :  / . . . . - ;[ . : . . . . ]. - , 2007. - 47,  [1] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071149 </p>					



1	
<b>Краткое описание применения:</b> Обсуждение порядка выполнения лабораторной работы, снятия и обработки экспериментальных данных.	

## 4.

( ), - 15- ECTS.  
4.1.

## 4.1

<b>: 1</b>		
<b>Лабораторная:</b>	10	20
( ) " : 1- 2- / . . . . . ; [ . . . . . ]. - , 2009. - 75, [1] . : . . . : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000132705">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000132705</a>		
<b>Практические занятия:</b>	8	15
( ) " : / . . . . . ; . . . . . - . - , 2010. - 173, [3] . : . . . : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694</a>		
<b>РГЗ/Реферат:</b>	12	25
( ) " : / . . . . . ; . . . . . - . - , 2010. - 173, [3] . : . . . : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694</a>		
<b>Экзамен:</b>	20	40
<b>: 2</b>		
<b>Лабораторная:</b>	10	20
( ) " : 1- 2- / . . . . . - . - ; [ . . . . . , . . . . . ]. - , 2006. - 30, [2] . . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066627">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066627</a>		
<b>Практические занятия:</b>	8	15
( ) " : / . . . . . ; . . . . . - . - , 2011. - 89, [3] . : . . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388</a>		
<b>РГЗ/Реферат:</b>	12	25
( ) " : / . . . . . ; . . . . . - . - , 2011. - 89, [3] . : . . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388</a>		
<b>Экзамен:</b>	20	40
<b>: 3</b>		
<b>Лабораторная:</b>	10	20
( ) " : 1-2 / . . . . . - . - ; [ . . . . . , . . . . . , . . . . . ]. - , 2007. - 47, [1] . : . . - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071149">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071149</a>		
<b>Практические занятия:</b>	8	15



3. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 3 : Молекулярная физика и термодинамика — 2022. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-9197-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187739> (дата обращения: 16.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 4 : Волны. Оптика — 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-9198-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 00.00.0000). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 16.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Сарина М. П. Механика, молекулярная физика и термодинамика. [Ч. 2] : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 94, [1] с.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000232321](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232321)
7. Сарина М. П. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Ч. 1 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 185, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000208180](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000208180)
8. Сарина М. П. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 150, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000179482](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179482)
9. Сарина М. П. Электричество и магнетизм. Ч. 2 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 127, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000213960](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000213960)
10. Сарина М. П. Колебания, волны, оптика. Ч. 1 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 98, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000184890](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184890)
11. Сарина М. П. Колебания, волны, оптика. Ч. 2 : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 114, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000220090](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000220090)
12. Сарина М. П. Квантовая физика : учебное пособие / М. П. Сарина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 129, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000229627](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229627)

1. Кикоин, А. К. Молекулярная физика : учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0737-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210119> (дата обращения: 16.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Грабовский, Р. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Р. И. Грабовский. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-9073-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184052> (дата обращения: 16.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Teach-in. Лекции ученых МГУ. — / МГУ имени М. В. Ломоносова : [сайт]. — 2023. — URL: <https://teach-in.ru/> (дата обращения : 24.03.2023). — Текст : электронный.

2. Физика : учебный курс. – Текст : электронный // Образовательный портал НИЯУ МИФИ. – Москва. – URL: <https://online.mephi.ru/local/staticpage/view.php?page=open-courses-physic> (дата обращения: 23.09.2021).

6.

### 6.1

1. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1-го и 2-го курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Г. Дубровский и др. ]. - Новосибирск, 2009. - 75, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000132705](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000132705)
2. Механика и термодинамика : лабораторный практикум по физике для 1, 2 курсов всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Дубровский и др.]. - Новосибирск, 2015. - 78, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000221982](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221982)
3. Физика твердого тела : учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу общей физики / [А. А. Корнилович и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 68, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000178691](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178691)
4. Измерение физических величин : лабораторный практикум по физике : учебное пособие / [В. Н. Холявко и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 58, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000169357](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000169357)
5. Электричество и магнетизм. Ч. 1 : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев]. - Новосибирск, 2006. - 30, [2] с.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000066627](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000066627)
6. Дубровский В. Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 173, [3] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000136694](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694)
7. Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм : сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 89, [3] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000153388](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388)
8. Колебания и волны : лабораторный практикум по курсу общей физики для 1-2 курсов РЭФ, ФЭН, ФТФ, ИДО всех направлений подготовки и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. Ф. Ким, Э. А. Кошелев, Ю. Е. Невский]. - Новосибирск, 2007. - 47, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000071149](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000071149)
9. Ядерная физика : методические указания к лабораторным работам № 50-52 по физике для 1-2 курсов всех специальностей и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Кибис, Ю. В. Соколов]. - Новосибирск, 2014. - 15, [3] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000199389](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199389)
10. Оптика. Лабораторный практикум. Ч. 1 : учебное пособие / [В. Г. Дубровский и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 59, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000070602](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000070602)
11. Гринберг Я. С. Механика : учебное пособие для студентов 1-го курса РЭФ, ФЭН, ФТФ дневного отделения / Я. С. Гринберг, Э. А. Кошелев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 135, [4] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000181979](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181979)

- 12.** Оптика, тепловое излучение, квантовая природа излучения, элементы квантовой механики, элементы физики твердого тела, ядерная физика : методические указания и сборник заданий по физике для 1-2 курсов дневного отделения НГТУ факультетов: РЭФ, ФЭН, ФТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ознобихин, М. П. Сарина]. - Новосибирск, 2006. - 50, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000052812](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000052812)
- 13.** Колебания, волны, оптика. Сборник задач, заданий и упражнений : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. В. Спутай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова]. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 37, [2] с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000199522](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199522)
- 14.** Программированный контроль знаний по физике : методическое руководство к лабораторным работам по механике и термодинамике для 1 курса всех факультетов и форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: К. Л. Заринг и др. ]. - Новосибирск, 2012. - 51, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000169024](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000169024)
- 15.** Колебания, волны, оптика. Сборник задач, заданий и упражнений : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. В. Спутай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова]. - Новосибирск, 2014. - 37, [2] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000199522](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199522)
- 16.** Ядерная физика : методические указания к лабораторным работам № 50-52 по физике для 1-2 курсов всех специальностей и всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Кибис, Ю. В. Соколов]. - Новосибирск, 2014. - 15, [3] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000199389](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199389)
- 17.** Оптика, тепловое излучение, квантовая природа излучения, элементы квантовой механики, элементы физики твердого тела, ядерная физика : методические указания и сборник заданий по физике для 1-2 курсов дневного отделения НГТУ факультетов: РЭФ, ФЭН, ФТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ознобихин, М. П. Сарина]. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 50, [2] с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000052812](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000052812)

## 6.2

- 1 Операционная система Microsoft Windows
- 2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

## 6.3

## 7.

1	( - , , )	

1	( Internet )	Internet

1	( )	
2		
3	" , "	
4		
5		
6	NI ELVIS/PCI-6251	
7		
8		
9		
10		
11	( )	
12		
13		
14		
15	Sympodium ID370 17"	
16	3- 1	
17		
18	2	

1	28	VIRTLAB
2	29	VIRTLAB
3		

1	5 BenQ Projector MX501 (DLP, 2700 , 4000:1, 1024 768, D-Sub, RCA, S-Video, USB, , 2D/3D)	
2	( 25DVD)	
3	40" Samsung LE40C530F	

4	40" Samsung LE40C530F(4 .,206 .)	
5	TDS-1002B	
6	TDS-2002B	
7		
8		
9	DPAPEP	
10	1-64	
11	1-77	
12	SONY DCR-SR65E	
13		
14	-5	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прикладной и теоретической физики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФТФ  
к.ф.м.н., доцент И.И. Корель  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## ДИСЦИПЛИНЫ

# Физика

Образовательная программа: 16.03.01 Техническая физика, профиль: Интеллектуальные геофизические системы в нефтегазовой индустрии

## 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Физика представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Физика.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК-1 Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	1. Знает основные законы физики, являющиеся базовыми для решения задач профессиональной деятельности	<b>Дидактическая единица:1 Основы механики и специальной теории относительности</b> 1.1 Метод размерностей и координатный способ описания движений 1.1 Предмет физики. Развитие физики и техники и их взаимное влияние друг на друга. Методы физического исследования. Роль курса физики в техническом вузе. Структура курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана 1.2 Пространство и время в механике Ньютона. Инерциальные системы отсчета, метод координат. Алгебра векторов. Векторы координат, скорости и ускорения. Координатный, векторный и естественный способы описания движения материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорения 1.2 Векторный и естественный способы описания движений, нормальное и тангенциальное ускорения. 1.3 Законы динамики Ньютона. Силы в механике. Импульс в механике Ньютона. Закон сохранения импульса. Центр инерции и его закон движения. Движение тела с переменной массой. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея и их следствия. 1.3 Динамика материальной точки. Законы Ньютона. 1.4 Законы сохранения импульса, энергии и момента импульса. 1.4 Работа и мощность. Теорема о приращении кинетической энергии. Потенциальные силы. Примеры потенциальных силовых полей: поле сил тяготения, поле упругих сил деформации. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике. 1.5 Динамика вращательного движения твердого тела. 1.5 Применение законов сохранения импульса и энергии: распады, упругие и неупругие столкновения частиц в нерелятивистском приближении. Импульсные диаграммы. 1.6 Движение материальной точки в центральном поле. Задача Кеплера. 1.6 Момент импульса частицы и системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса. Связь законов сохранения импульса, энергии и момента импульса с симметриями пространства-времени. 1.7 Элементы кинематики вращательного движения твердого тела: векторы элементарного угла поворота, угловой скорости и углового ускорения. Момент импульса твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. 1.7 Кинематика специальной теории относительности. 1.8 Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Свободные оси вращения и главные моменты инерции.	РГЗ 1, 2,3,4 семестры.  (Варианты РГЗ содержатся в паспортах РГЗ.)	Экзамен 1 семестр. Вопросы: 1 – 30.  Экзамен 2 семестр. Вопросы: 1 – 41.  Экзамен 3 семестр. Вопросы: 1 – 48.  Экзамен 4 семестр. Вопросы: 1 – 31.  (Вопросы содержатся в паспортах экзаменов.)

	<p>Уравнения Эйлера. Свободный симметричный волчок, тяжелый симметричный волчок, гироскопы и их применения. 1.8 Энергия и импульс в специальной теории относительности. 1.9 Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. 1.9 Одномерное движение в потенциальных силовых полях: финитное и инфинитное движения, период финитного движения. 1.10 Проблема двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Выделение движения центра инерции, описание относительного движения, приведенная масса. 1.11 Задача Кеплера: законы сохранения, качественный анализ движения двух тел, взаимодействующих посредством кулоновских сил. Законы Кеплера, типы орбит в задаче Кеплера. 1.12 Движение в неинерциальных системах отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции. Движение материальной точки в гравитационном поле Земли с учетом ее вращения. Размыв берегов рек. Маятник Фуко. 1.13 Принцип относительности Эйнштейна. Опыт Майкельсона-Морли Преобразования Лоренца и их следствия: относительность одновременности, замедление хода времени движущихся часов, сокращение длины движущихся предметов, закон сложения скоростей. 1.14 Пространство-время специальной теории относительности: понятие о геометрии и пространстве Минковского, причинно-следственная структура событий в этом пространстве. Инварианты преобразований Лоренца: интервал и собственное время. Четырехвекторы. 1.15 Четырехвекторы скорости и импульса. Импульс, полная энергия и кинетическая энергия релятивистской частицы. Распады и столкновения релятивистских частиц. Релятивистское уравнение движения. Четырехсила.</p> <p><b>Дидактическая единица:2 Статистическая физика и термодинамика.</b></p> <p>2.10 Уравнение состояния идеального газа. Первое начало термодинамики. 2.11 Цикл Карно. Энтропия. Второе начало термодинамики. 2.12 Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. 2.13 Явления переноса в газах. 2.16 Термодинамический и статистический методы описания тепловых свойств вещества. Термодинамическое равновесие. Описание состояния вещества с помощью набора макроскопических параметров: давления, температуры, объема. Статистический смысл абсолютной температуры. Диаграммы состояний. Уравнение состояния идеального газа. 2.17 Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Закон равнораспределения энергии по классическим степеням свободы. Теплоемкости при постоянных давлении и объеме. Адиабатический процесс. 2.18 Обратимые и необратимые процессы. Циклический процесс. Анализ идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно. КПД тепловых машин и эффективность холодильных машин 2.19 Равенство Клаузиуса для обратимых циклических процессов и энтропия - функция состояния вещества. Неравенство Клаузиуса для необратимых циклических процессов. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Неубывание энтропии теплоизолированных термодинамических систем. 2.20 Статистическое распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей и по кинетическим энергиям. Опыт Штерна 2.21 Идеальный газ во внешнем поле, барометрическая формула. Статистическое распределение Больцмана. Опыт Перрена. Распределение Максвелла-Больцмана. 2.22 Элементарная теория явлений переноса. Вязкость, теплопроводность, диффузия. 2.23 Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. 2.24 Фазовые переходы. Условия равновесия фаз. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p> <p><b>Дидактическая единица:3 Электричество и магнетизм.</b></p>	
--	---	--

		<p>3.14 Расчет равновесия системы зарядов. 3.15 Расчет потенциала и напряженности поля системы зарядов. 3.16 Расчет напряженности электрических полей с помощью принципа суперпозиции. 3.17 Метод изображений. 3.18 Теорема Гаусса. 3.19 Электроемкость. 3.20 Электростатические поля в диэлектриках. 3.21 Диполь в электрическом поле. 3.22 Законы постоянного тока. 3.23 Индукция магнитного поля. 3.24 Токи в магнитном поле. 3.25 Применение теоремы о циркуляции <math>\mathbf{B}</math> для расчетов магнитных полей. 3.25 Электрические заряды. Закон Кулона. Методы получения электрических зарядов. Напряженность электростатического поля. Поток вектора напряженности и теорема Гаусса. 3.26 Расчеты движения заряженных частиц в магнитном и электрическом полях. 3.26 Применение теоремы Гаусса: электростатическое поле бесконечной равномерно заряженной плоскости; поле бесконечной прямой линии и бесконечно длинного цилиндра; поле сферы и шара; поле плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. 3.27 Магнитный диполь и его магнитное поле. 3.27 Скачок нормальной составляющей вектора <math>\mathbf{E}</math> на заряженной поверхности. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Применение теоремы Гаусса в дифференциальной форме. 3.28 Работа в электрическом поле. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Вычисление потенциала по напряженности поля. Общая задача электростатики. 3.28 Магнитное поле в веществе. 3.29 Закон электромагнитной индукции. 3.29 Электрический диполь (поле диполя). Электрический диполь в электрическом поле. 3.30 Энергия магнитного поля. Индуктивность. 3.30 Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Емкость простых конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля. 3.31 Поляризация диэлектриков. Напряженность поля внутри диэлектриков. Изотропные и анизотропные диэлектрики. Преломление линий смещения и напряженности поля. Законы электрического поля в диэлектриках. Электрическое поле равномерно поляризованного шара. 3.31 Применение уравнений Максвелла для расчета электромагнитных полей. 3.32 Теория поляризации диэлектриков с неполярными молекулами. Теория поляризации диэлектриков с полярными молекулами. Сегнето- и пьезоэлектрики. 3.32 Расчеты движения релятивистских частиц в электромагнитных полях. 3.33 Вывод уравнений поля в диэлектриках путем усреднения микроскопического поля. 3.34 Характеристики электрического тока. Уравнение непрерывности. Действия электрического тока. Закон Ома. Сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. 3.35 Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Конденсатор в цепи с сопротивлением. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность во внешней цепи и коэффициент полезного действия источника. 3.36 Элементарная классическая теория электропроводности металлов. 3.37 Магнитное взаимодействие токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции магнитного поля различных токов. Напряженность магнитного поля. 3.38 Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Контур с током в магнитном поле. Магнитное поле соленоида. 3.39 Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле. Определение заряда и массы электрона. 3.40 Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле бесконечно длинного соленоида и тороида. 3.41 Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Векторный потенциал магнитного поля. 3.42 Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент. Магнитное поле в</p>	
--	--	--	--

		<p>магнетиках. Классификация магнетиков. Уравнения магнитного поля в присутствии магнетиков. Граничные условия для векторов <math>\mathbf{B}</math> и <math>\mathbf{H}</math>. 3.43 Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Закон электромагнитной индукции. Дифференциальная форма закона электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Ток при замыкании и размыкании цепей с индуктивностью. 3.44 Энергия магнитного поля изолированного контура с током. Взаимная индукция. Взаимная энергия двух токов. Трансформаторы. Магнитные цепи. 3.45 Цепи переменного тока. Сопротивление в цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Индуктивность в цепи переменного тока. Векторные диаграммы колебаний. Закон Ома для переменных токов. Резонанс напряжений. 3.46 Работа и мощность переменного тока. Генераторы постоянного и переменного тока. Электродвигатели. 3.47 Магнитные свойства атомов. Магнито-механические явления. Объяснение диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма. Объяснение ферромагнетизма. 3.48 Проводники, диэлектрики и полупроводники (понятие о зонной теории). Электрический ток в металлах и полупроводниках. Эффект Холла. Импульс и энергия электронов в металлах. Распределение Ферми-Дирака. Сверхпроводимость. 3.49 Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применения. Вторичная и автоэлектронная эмиссия. 3.50 Электрический ток в газах. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный разряд. Самостоятельный разряд (теория Таунсенда). Виды самостоятельного разряда. 3.51 Теория Максвелла. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. 3.52 Релятивистский характер силы Лоренца. Релятивистская инвариантность уравнений Максвелла. Релятивистское преобразование полей. Четырехмерный потенциал и четырехмерная плотность тока. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в инвариантной форме. Энергия электромагнитного поля.</p> <p><b>Дидактическая единица: 4 Механические и электромагнитные колебания.</b></p> <p>4.33 Модель гармонического осциллятора. 4.34 Энергетический метод описания колебаний. 4.35 Затухающие колебания. 4.36 Вынужденные колебания. 4.37 Электромагнитные колебания. 4.38 Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу. 4.39 Нормальные колебания систем связанных осцилляторов. 4.53 Гармонические колебания. Грузик на пружине. 4.54 Гармонические колебания. Динамика колебаний. Грузик на пружине. Модель гармонического осциллятора. 4.55 Динамика колебаний. Физический и математический маятники. Энергия гармонических колебаний. Энергетический метод решения задачи о колебаниях. 4.56 Затухающие механические колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Колебания в случае слабого затухания. Диссипация энергии. Добротность. Случай сильного затухания. Промежуточный случай. 4.57 Вынужденные механические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты. Резонанс. Поглощение энергии при резонансе. 4.58 Колебания связанных маятников. Дифференциальные уравнения двух связанных маятников. Нормальные колебания. Биения. 4.59 Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Затухающие колебания в колебательном контуре. Вынужденные колебания в колебательном контуре. Закон Ома для переменных токов. 4.60 Связанные электромагнитные колебания. Общее решение задачи о связанных осцилляторах. 4.61 Сложение колебаний. Сложение одинаково направленных колебаний. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. 4.62</p>	
--	--	--	--

	<p>Нелинейные колебания. Осциллятор с квадратичной нелинейностью. Осциллятор с кубической нелинейностью. Зависимость периода колебаний физического маятника от амплитуды колебаний. Резонанс в нелинейных колебаниях. Параметрические и автоколебания. Ламповый генератор.</p> <p><b>Дидактическая единица: 5 Механические и электромагнитные волны.</b></p> <p>5.40 Нормальные колебания цепочек связанных осцилляторов. Волновое уравнение. 5.41 Поведение упругих волн на границе раздела сред. Стоячие волны. 5.42 Волны в упругих средах. Звуковые волны. 5.43 Эффект Доплера для звуковых волн. 5.44 Плоские электромагнитные волны. 5.45 Энергия электромагнитной волны. Излучение электромагнитных волн. 5.46 Энергия, импульс и давление электромагнитных волн. 5.47 Отражение и преломление электромагнитных волн. 5.48 Распространение электромагнитных волн в проводящих средах. 5.63 Колебания линейных цепочек тождественных связанных осцилляторов. Продольные колебания грузов на пружинах. Поперечные колебания грузов, закрепленных на струне. 5.64 Колебания струны. Дифференциальное уравнение колебаний струны. Бегущие волны. Стоячие волны на струне. 5.65 Волны в упругих средах. Плоские волны в трехмерном пространстве. Продольные и поперечные волны в твердых телах. Звуковые волны в газах и жидкостях. Энергия упругой волны. Вектор Умова. 5.66 Элементы акустики. Звуковые волны в воздухе. Ультразвук и инфразвук. 5.67 Сферические волны. Перенос энергии сферической волной. Волновое уравнение в сферических координатах. 5.68 Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны. Уравнения Даламбера для потенциалов. Решение уравнения Даламбера. Запаздывающие и опережающие потенциалы. Излучение диполя. Электрическое и магнитное поле линейного осциллятора. Излучение ускоренно движущегося заряда. Энергия, излучаемая осциллятором. Шкала электромагнитных волн. 5.69 Преломление и отражение плоских электромагнитных волн на границе между диэлектриками. Граничные условия для векторов электромагнитной волны. Соотношение между углами падения, отражения и преломления. Соотношения между интенсивностями падающей, отраженной и преломленной волн. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения.</p> <p><b>Дидактическая единица: 6 Волновая оптика.</b></p> <p>6.49 Интерференция света. 6.50 Дифракция света. 6.51 Поляризация света. 6.52 Дисперсия света. 6.53 Фазовая и групповая скорости волн. 6.54 Эффект Доплера. 6.55 Законы теплового излучения. 6.56 Формула Планка. 6.57 Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Комpton-эффект. 6.70 Понятие об интерференции света. Интерференция света. Интерференция от двух точечных источников. 6.71 Пространственная и временная когерентность. Способы наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Многолучевая интерференция. 6.72 Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция от прямолинейного края полуплоскости. Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Голография. 6.73 Геометрическая оптика. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Линза. Общая формула линзы. 6.74 Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Двойное лучепреломление. Закон Малюса. Эллиптическая и круговая поляризация света. Вращение плоскости поляризации. Искусственное двойное лучепреломление. 6.75 Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Групповая скорость. Классическая теория дисперсии. Дисперсия вдали от линий поглощения. Аномальная дисперсия. Поглощение света. 6.76 Эффект Доплера. Эффект</p>	
--	--	--

	<p>Доплера для звуковых волн. Эффект Доплера в оптике. Фотометрические величины</p> <p><b>Дидактическая единица: 7 Квантовая физика, физика атома.</b></p> <p>7.58 Модель атома Бора. 7.59 Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей. 7.60 Уравнение Шредингера для простейших систем. 7.61 Частица в потенциальной яме. 7.62 Рассеяние частиц на одномерных потенциальных барьерах. 7.63 Квантовый гармонический осциллятор. 7.64 Атом водорода в квантовой механике. 7.65 Магнитный момент электрона в атоме. 7.66 Квантовая механика двухуровневых систем. 7.67 Квантовые статистические распределения. 7.68 Элементы квантовой теории твердого тела. 7.69 Рассеяние частиц на одномерных потенциальных барьерах. 7.77 Тепловое излучение: исходные понятия и элементарные законы. 7.78 Термодинамика излучения абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. 7.79 Объемная плотность энергии равновесного излучения. Формулы Рэлея-Джинса и Вина. Ультрафиолетовая катастрофа. Интерполяционная формула Планка и ее вывод на основе гипотезы о кванте энергии. Вывод законов теплового излучения из формулы Планка. 7.80 Фотонный газ. Опыт Боте. Давление света. Уравнение состояния фотонного газа. Адиабатический процесс сжатия излучения. 7.81 Фотоэффект, его законы, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотохимические реакции. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения. 7.82 Предпосылки открытия квантовой механики: дискретные оптические спектры, квантование магнитного и орбитального моментов, гипотеза кванта энергии. Элементы старой квантовой теории: постулаты Бора, условие квантования Бора-Зоммерфельда. Опыт Франка-Герца. 7.83 Гипотеза де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля: опыты К. Дэвиссона и Л. Джермера, опыты Томсона и Тартаковского и др. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. 7.84 Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера. Квантовая частица в бесконечно глубокой потенциальной яме (одномерный, двумерный и трёхмерный случаи). 7.85 Вектор плотности потока вероятности. Коэффициенты отражения и прохождения. Движение квантовой частицы в области потенциального порога. Прохождение квантовой частицы через потенциальный барьер. Квантовая частица в потенциальной яме конечной глубины. 7.86 Решение уравнения Шредингера для гармонического осциллятора. Полиномы Чебышева-Эрмита. Волновые функции линейного осциллятора. 7.87 Элементы математического аппарата квантовой механики: наблюдаемые, состояния квантово-механических систем и принцип суперпозиции. Операторы физических величин, их спектры и базисы из собственных состояний. Собственные функции и собственные значения операторов координат, импульсов, проекции момента импульса на избранную ось. 7.88 Решение задачи на собственные значения оператора квадрата момента импульса. 7.89 Квантовая теория атома водорода и водородоподобных атомов. Энергетический спектр и волновые функции атома водорода. 7.90 Измерения физических величин в квантовых системах. Коммутаторы физических величин. Одновременно измеримые наблюдаемые. Эволюция состояний во времени. 7.91 Опыт Штерна-Герлаха. Частицы со спином и угловым моментом. Спин-1/2. Прецессия магнитного момента в магнитном поле. Термы многоэлектронных атомов. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. 7.92 Квантовая теория излучения. Спонтанное излучение атомов. Вынужденное излучение атомов. Лазеры и мазеры. 7.93 Квантово-механическое описание системы многих частиц.</p>	
--	---	--

		<p>Неразличимость тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния. Принцип Паули. Понятие о методе Хартри-Фока. Периодическая система элементов Менделеева. 7.94 Молекула водорода. Метод орбиталей. Полный спин молекулы. Параводород и ортоводород. Метод валентных связей. Метод молекулярных орбиталей. 7.95 Частица в периодическом потенциале. Модель Фейнмана одномерной решетки. Энергетические зоны в кристаллах. 7.96 Бозоны и фермионы. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение электронов по энергетическим зонам: металлы, диэлектрики, полупроводники. Квазичастицы - электроны и дырки. 7.97 Полупроводники: электропроводность чистых и примесных полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. Элементы теории сверхпроводимости.</p> <p><b>Дидактическая единица:8 Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц</b></p> <p>8.70 Радиоактивный распад ядер. 8.98 Состав атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Термоядерные реакции. 8.99 Основные виды взаимодействий. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные ряды. 8.100 Элементарные частицы. Методы регистрации элементарных частиц. Частицы и античастицы. Изотопический спин. Систематика элементарных частиц. Кварки. Понятие о стандартной модели.</p>		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.	<p><b>Дидактическая единица:1 Основы механики и специальной теории относительности</b></p> <p>1.1 Вводное занятие: обработка результатов прямых и косвенных измерений. 1.1 Метод размерностей и координатный способ описания движений 1.1 Предмет физики. Развитие физики и техники и их взаимное влияние друг на друга. Методы физического исследования. Роль курса физики в техническом вузе. Структура курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана 1.2 Измерение времени упругого столкновения шаров 1.2 Векторный и естественный способы описания движений, нормальное и тангенциальное ускорения. 1.2 Пространство и время в механике Ньютона. Инерциальные системы отсчета, метод координат. Алгебра векторов. Векторы координат, скорости и ускорения. Координатный, векторный и естественный способы описания движения материальной точки. Нормальное и тангенциальное ускорения 1.3 Измерение начальной скорости пули с помощью баллистического маятника 1.3 Законы динамики Ньютона. Силы в механике. Импульс в механике Ньютона. Закон сохранения импульса. Центр инерции и его закон движения. Движение тела с переменной массой. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея и их следствия. 1.3 Динамика материальной точки. Законы Ньютона. 1.4 Изучение динамики вращательного движения маятника Обербека 1.4 Законы сохранения импульса, энергии и момента импульса. 1.4 Работа и мощность. Теорема о приращении кинетической энергии. Потенциальные силы. Примеры потенциальных силовых полей: поле сил тяготения, поле упругих сил деформации. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике. 1.5 Динамика вращательного движения твердого тела. 1.5 Определение момента инерции маятника Обербека 1.5 Применение законов сохранения импульса и энергии: распады, упругие и неупругие столкновения частиц в нерелятивистском приближении. Импульсные диаграммы. 1.6 Момент импульса частицы и системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса. Связь законов сохранения импульса, энергии и момента импульса с симметриями пространства-времени. 1.6 Движение материальной точки в центральном поле. Задача Кеплера. 1.7 Элементы кинематики вращательного движения твердого тела: векторы элементарного</p>	<p>Отчет по лабораторной работе (семестры 1-4).</p> <p>РГЗ 1, 2,3,4 семестры. (Варианты РГЗ содержатся в паспортах РГЗ.)</p>	<p>Экзамен 1 семестр. Вопросы: 1 – 30.</p> <p>Экзамен 2 семестр. Вопросы: 1 – 41.</p> <p>Экзамен 3 семестр. Вопросы: 1 – 48.</p> <p>Экзамен 4 семестр. Вопросы: 1 – 31.</p> <p>(Вопросы содержатся в паспортах экзаменов.)</p>

		<p>угла поворота, угловой скорости и углового ускорения. Момент импульса твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. 1.7 Кинематика специальной теории относительности. 1.8 Энергия и импульс в специальной теории относительности. 1.8 Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Свободные оси вращения и главные моменты инерции. Уравнения Эйлера. Свободный симметричный волчок, тяжелый симметричный волчок, гироскопы и их применения. 1.9 Движение материальной точки в неинерциальной системе отсчета. 1.9 Одномерное движение в потенциальных силовых полях: финитное и инфинитное движения, период финитного движения. 1.10 Проблема двух тел, взаимодействующих посредством центральных сил. Выделение движения центра инерции, описание относительного движения, приведенная масса. 1.11 Задача Кеплера: законы сохранения, качественный анализ движения двух тел, взаимодействующих посредством кулоновских сил. Законы Кеплера, типы орбит в задаче Кеплера. 1.12 Движение в неинерциальных системах отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции. Движение материальной точки в гравитационном поле Земли учетом ее вращения. Размыв берегов рек. Маятник Фуко. 1.13 Принцип относительности Эйнштейна. Опыт Майкельсона-Морли Преобразования Лоренца и их следствия: относительность одновременности, замедление хода времени движущихся часов, сокращение длины движущихся предметов, закон сложения скоростей. 1.14 Пространство-время специальной теории относительности: понятие о геометрии и пространстве Минковского, причинно-следственная структура событий в этом пространстве. Инварианты преобразований Лоренца: интервал и собственное время. Четырехвекторы. 1.15 Четырехвекторы скорости и импульса. Импульс, полная энергия и кинетическая энергия релятивистской частицы. Распады и столкновения релятивистских частиц. Релятивистское уравнение движения. Четырехсила. <b>Дидактическая единица:2 Статистическая физика и термодинамика.</b> 2.6 Определение отношения теплоемкостей методом Клемана и Дезорма. 2.7 Определение коэффициента внутреннего трения (вязкости) жидкости по методу Стокса 2.8 Изучение распределения электронов по энергиям. 2.10 Уравнение состояния идеального газа. Первое начало термодинамики. 2.11 Цикл Карно. Энтропия. Второе начало термодинамики. 2.12 Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. 2.13 Явления переноса в газах. 2.16 Термодинамический и статистический методы описания тепловых свойств вещества. Термодинамическое равновесие. Описание состояния вещества с помощью набора макроскопических параметров: давления, температуры, объема. Статистический смысл абсолютной температуры. Диаграммы состояний. Уравнение состояния идеального газа. 2.17 Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Закон равномерного распределения энергии по классическим степеням свободы. Теплоемкости при постоянных давлении и объеме. Адиабатический процесс. 2.18 Обратимые и необратимые процессы. Циклический процесс. Анализ идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно. КПД тепловых машин и эффективность холодильных машин 2.19 Равенство Клаузиуса для обратимых циклических процессов и энтропия - функция состояния вещества. Неравенство Клаузиуса для необратимых циклических процессов. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Неубывание энтропии теплоизолированных термодинамических систем. 2.20 Статистическое распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей и по кинетическим энергиям. Опыт Штерна 2.21 Идеальный газ во внешнем поле,</p>	
--	--	--	--

	<p>барометрическая формула. Статистическое распределение Больцмана. Опыт Перрена. Распределение Максвелла-Больцмана. 2.22 Элементарная теория явлений переноса. Вязкость, теплопроводность, диффузия. 2.23 Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. 2.24 Фазовые переходы. Условия равновесия фаз. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p> <p><b>Дидактическая единица:3 Электричество и магнетизм.</b></p> <p>3.9 Изучение электрического поля моделированием. 3.10 Изучение работы источника питания. 3.11 Измерение удельного заряда электрона. 3.12 Измерение диэлектрической проницаемости конденсаторного масла. 3.13 Изучение магнитного поля кругового тока. 3.14 Изучение вещества в электрическом поле 3.15 Изучение ферромагнетика 3.16 Изучение поля магнитного диполя 3.16 Расчет напряженности электрических полей с помощью принципа суперпозиции. 3.17 Метод изображений. 3.18 Теорема Гаусса. 3.19 Емкость. 3.20 Электростатические поля в диэлектриках. 3.21 Диполь в электрическом поле. 3.22 Законы постоянного тока. 3.23 Индукция магнитного поля. 3.24 Токи в магнитном поле. 3.25 Применение теоремы о циркуляции <math>\mathbf{B}</math> для расчетов магнитных полей. 3.25 Электрические заряды. Закон Кулона. Методы получения электрических зарядов. Напряженность электростатического поля. Поток вектора напряженности и теорема Гаусса. 3.26 Применение теоремы Гаусса: электростатическое поле бесконечной равномерно заряженной плоскости; поле бесконечной прямой линии и бесконечно длинного цилиндра; поле сферы и шара; поле плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. 3.26 Расчеты движения заряженных частиц в магнитном и электрическом полях. 3.27 Скачок нормальной составляющей вектора <math>\mathbf{E}</math> на заряженной поверхности. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Применение теоремы Гаусса в дифференциальной форме. 3.27 Магнитный диполь и его магнитное поле. 3.28 Магнитное поле в веществе. 3.28 Работа в электрическом поле. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Вычисление потенциала по напряженности поля. Общая задача электростатики. 3.29 Закон электромагнитной индукции. 3.29 Электрический диполь (поле диполя). Электрический диполь в электрическом поле. 3.30 Энергия магнитного поля. Индуктивность. 3.30 Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Емкость простых конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля. 3.31 Поляризация диэлектриков. Напряженность поля внутри диэлектриков. Изотропные и анизотропные диэлектрики. Преломление линий смещения и напряженности поля. Законы электрического поля в диэлектриках. Электрическое поле равномерно поляризованного шара. 3.31 Применение уравнений Максвелла для расчета электромагнитных полей. 3.32 Теория поляризации диэлектриков с неполярными молекулами. Теория поляризации диэлектриков с полярными молекулами. Сегнето- и пьезоэлектрики. 3.32 Расчеты движения релятивистских частиц в электромагнитных полях. 3.33 Вывод уравнений поля в диэлектриках путем усреднения микроскопического поля. 3.34 Характеристики электрического тока. Уравнение непрерывности. Действия электрического тока. Закон Ома. Сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. 3.35 Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Конденсатор в цепи с сопротивлением. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность во внешней цепи и коэффициент полезного действия источника. 3.36 Элементарная классическая теория электропроводности металлов. 3.37 Магнитное взаимодействие токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции магнитного поля различных токов.</p>	
--	--	--

	<p>Напряженность магнитного поля. 3.38 Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Контур с током в магнитном поле. Магнитное поле соленоида. 3.39 Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле. Определение заряда и массы электрона. 3.40 Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле бесконечно длинного соленоида и тороида. 3.41 Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Векторный потенциал магнитного поля. 3.42 Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент. Магнитное поле в магнетиках. Классификация магнетиков. Уравнения магнитного поля в присутствии магнетиков. Граничные условия для векторов <math>\mathbf{B}</math> и <math>\mathbf{H}</math>. 3.43 Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Закон электромагнитной индукции. Дифференциальная форма закона электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Ток при замыкании и размыкании цепей с индуктивностью. 3.44 Энергия магнитного поля изолированного контура с током. Взаимная индукция. Взаимная энергия двух токов. Трансформаторы. Магнитные цепи. 3.45 Цепи переменного тока. Сопротивление в цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Индуктивность в цепи переменного тока. Векторные диаграммы колебаний. Закон Ома для переменных токов. Резонанс напряжений. 3.46 Работа и мощность переменного тока. Генераторы постоянного и переменного тока. Электродвигатели. 3.47 Магнитные свойства атомов. Магнито-механические явления. Объяснение диамагнетизма. Объяснение парамагнетизма. Объяснение ферромагнетизма. 3.48 Проводники, диэлектрики и полупроводники (понятие о зонной теории). Электрический ток в металлах и полупроводниках. Эффект Холла. Импульс и энергия электронов в металлах. Распределение Ферми-Дирака. Сверхпроводимость. 3.49 Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применения. Вторичная и автоэлектронная эмиссия. 3.50 Электрический ток в газах. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный разряд. Самостоятельный разряд (теория Таунсенда). Виды самостоятельного разряда. 3.51 Теория Максвелла. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. 3.52 Релятивистский характер силы Лоренца. Релятивистская инвариантность уравнений Максвелла. Релятивистское преобразование полей. Четырехмерный потенциал и четырехмерная плотность тока. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в инвариантной форме. Энергия электромагнитного поля.</p> <p><b>Дидактическая единица:4 Механические и электромагнитные колебания.</b></p> <p>4.17 Свободные колебания физического маятника 4.18 Колебания в системе с двумя степенями свободы. 4.19 Изучение сложения колебаний. 4.20 Собственные электромагнитные колебания. 4.21 Вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре. 4.33 Модель гармонического осциллятора. 4.34 Энергетический метод описания колебаний. 4.35 Затухающие колебания. 4.36 Вынужденные колебания. 4.37 Электромагнитные колебания. 4.38 Сложение колебаний. Фигуры Лиссажу. 4.39 Нормальные колебания систем связанных осцилляторов. 4.53 Гармонические колебания. Грузик на пружине. 4.54 Гармонические колебания. Динамика колебаний. Грузик на пружине. Модель гармонического осциллятора. 4.55 Динамика колебаний. Физический и математический маятники. Энергия гармонических колебаний. Энергетический метод решения задачи о колебаниях. 4.56 Затухающие меха-</p>	
--	---	--

	<p>нические колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Колебания в случае слабого затухания. Диссипация энергии. Добротность. Случай сильного затухания. Промежуточный случай. 4.57 Вынужденные механические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты. Резонанс. Поглощение энергии при резонансе. 4.58 Колебания связанных маятников. Дифференциальные уравнения двух связанных маятников. Нормальные колебания. Биения. 4.59 Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Затухающие колебания в колебательном контуре. Вынужденные колебания в колебательном контуре. Закон Ома для переменных токов. 4.60 Связанные электромагнитные колебания. Общее решение задачи о связанных осцилляторах. 4.61 Сложение колебаний. Сложение одинаково направленных колебаний. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. 4.62 Нелинейные колебания. Осциллятор с квадратичной нелинейностью. Осциллятор с кубической нелинейностью. Зависимость периода колебаний физического маятника от амплитуды колебаний. Резонанс в нелинейных колебаниях. Параметрические и автоколебания. Ламповый генератор.</p> <p><b>Дидактическая единица:5 Механические и электромагнитные волны.</b></p> <p>5.22 Волны на струне. 5.40 Нормальные колебания цепочек связанных осцилляторов. Волновое уравнение. 5.41 Поведение упругих волн на границе раздела сред. Стоячие волны. 5.42 Волны в упругих средах. Звуковые волны. 5.43 Эффект Доплера для звуковых волн. 5.44 Плоские электромагнитные волны. 5.45 Энергия электромагнитной волны. Излучение электромагнитных волн. 5.46 Энергия, импульс и давление электромагнитных волн. 5.47 Отражение и преломление электромагнитных волн. 5.48 Распространение электромагнитных волн в проводящих средах. 5.63 Колебания линейных цепочек тождественных связанных осцилляторов. Продольные колебания грузов на пружинах. Поперечные колебания грузов, закрепленных на струне. 5.64 Колебания струны. Дифференциальное уравнение колебаний струны. Бегущие волны. Стоячие волны на струне. 5.65 Волны в упругих средах. Плоские волны в трехмерном пространстве. Продольные и поперечные волны в твердых телах. Звуковые волны в газах и жидкостях. Энергия упругой волны. Вектор Умова. 5.66 Элементы акустики. Звуковые волны в воздухе. Ультразвук и инфразвук. 5.67 Сферические волны. Перенос энергии сферической волной. Волновое уравнение в сферических координатах. 5.68 Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны. Уравнения Даламбера для потенциалов. Решение уравнения Даламбера. Запаздывающие и опережающие потенциалы. Излучение диполя. Электрическое и магнитное поле линейного осциллятора. Излучение ускоренно движущегося заряда. Энергия, излучаемая осциллятором. Шкала электромагнитных волн. 5.69 Преломление и отражение плоских электромагнитных волн на границе между диэлектриками. Граничные условия для векторов электромагнитной волны. Соотношение между углами падения, отражения и преломления. Соотношения между интенсивностями падающей, отраженной и преломленной волн. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения.</p> <p><b>Дидактическая единица:6 Волновая оптика.</b></p> <p>6.25 Дифракция света на дифракционной решетке и на ультразвуковой волне. 6.27 Изучение поляризации света. 6.28 Изучение теплового излучения лампы накаливания. 6.29 Измерение постоянной Планка. 6.49 Интерференция света. 6.50 Дифракция света. 6.51 Поляризация света. 6.52 Дисперсия света. 6.53 Фазовая и групповая скорости волн. 6.54 Эффект Доплера.</p>	
--	---	--

	<p>6.55 Законы теплового излучения. 6.56 Формула Планка. 6.57 Энергия и импульс фотона. Фотоэффект. Комптон-эффект. 6.70 Понятие об интерференции света. Интерференция света. Интерференция от двух точечных источников. 6.71 Пространственная и временная когерентность. Способы наблюдения интерференции. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Многолучевая интерференция. 6.72 Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция от прямолинейного края полуплоскости. Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера от щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Голография. 6.73 Геометрическая оптика. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Линза. Общая формула линзы. 6.74 Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Двойное лучепреломление. Закон Малюса. Эллиптическая и круговая поляризация света. Вращение плоскости поляризации. Искусственное двойное лучепреломление. 6.75 Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Групповая скорость. Классическая теория дисперсии. Дисперсия вдали от линий поглощения. Аномальная дисперсия. Поглощение света. 6.76 Эффект Доплера. Эффект Доплера для звуковых волн. Эффект Доплера в оптике. Фотометрические величины.</p> <p><b>Дидактическая единица: 7 Квантовая физика, физика атома.</b></p> <p>7.30 Исследование эффекта Холла и электропроводности в полупроводниках. 7.31 Определение ширины запрещенной зоны полупроводника. 7.32 Изучение характеристик полупроводниковых диодов. 7.58 Модель атома Бора. 7.59 Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей. 7.60 Уравнение Шредингера для простейших систем. 7.61 Частица в потенциальной яме. 7.62 Рассеяние частиц на одномерных потенциальных барьерах. 7.63 Квантовый гармонический осциллятор. 7.64 Атом водорода в квантовой механике. 7.65 Магнитный момент электрона в атоме. 7.66 Квантовая механика двухуровневых систем. 7.67 Квантовые статистические распределения. 7.68 Элементы квантовой теории твердого тела. 7.69 Рассеяние частиц на одномерных потенциальных барьерах. 7.77 Тепловое излучение: исходные понятия и элементарные законы. 7.78 Термодинамика излучения абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. 7.79 Объемная плотность энергии равновесного излучения. Формулы Рэлея-Джинса и Вина. Ультрафиолетовая катастрофа. Интерполяционная формула Планка и ее вывод на основе гипотезы о кванте энергии. Вывод законов теплового излучения из формулы Планка. 7.80 Фотонный газ. Опыт Боте. Давление света. Уравнение состояния фотонного газа. Адиабатический процесс сжатия излучения. 7.81 Фотоэффект, его законы, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотохимические реакции. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновая природа электромагнитного излучения. 7.82 Предпосылки открытия квантовой механики: дискретные оптические спектры, квантование магнитного и орбитального моментов, гипотеза кванта энергии. Элементы старой квантовой теории: постулаты Бора, условие квантования Бора-Зоммерфельда. Опыт Франка-Герца. 7.83 Гипотеза де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля: опыты К. Дэвиссона и Л. Джермера, опыты Томсона и Тартаковского и др. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. 7.84 Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера. Квантовая частица в бесконечно глубокой потенциальной яме (одномерный, двумерный и трёхмерный случаи). 7.85 Вектор плотности потока вероятности. Коэффициенты отражения и прожог-</p>	
--	--	--

		<p>дения. Движение квантовой частицы в области потенциального порога. Прохождение квантовой частицы через потенциальный барьер. Квантовая частица в потенциальной яме конечной глубины. 7.86 Решение уравнения Шрёдингера для гармонического осциллятора. Полиномы Чебышева-Эрмита. Волновые функции линейного осциллятора. 7.87 Элементы математического аппарата квантовой механики: наблюдаемые, состояния квантово-механических систем и принцип суперпозиции. Операторы физических величин, их спектры и базисы из собственных состояний. Собственные функции и собственные значения операторов координат, импульсов, проекции момента импульса на избранную ось. 7.88 Решение задачи на собственные значения оператора квадрата момента импульса. 7.89 Квантовая теория атома водорода и водородоподобных атомов. Энергетический спектр и волновые функции атома водорода. 7.90 Измерения физических величин в квантовых системах. Коммутаторы физических величин. Одновременно измеримые наблюдаемые. Эволюция состояний во времени. 7.91 Опыт Штерна-Герлаха. Частицы со спином и угловым моментом. Спин-1/2. Прецессия магнитного момента в магнитном поле. Термы многоэлектронных атомов. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. 7.92 Квантовая теория излучения. Спонтанное излучение атомов. Вынужденное излучение атомов. Лазеры и мазеры. 7.93 Квантово-механическое описание системы многих частиц. Неразличимость тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния. Принцип Паули. Понятие о методе Хартри-Фока. Периодическая система элементов Менделеева. 7.94 Молекула водорода. Метод орбиталей. Полный спин молекулы. Параводород и ортоводород. Метод валентных связей. Метод молекулярных орбиталей. 7.95 Частица в периодическом потенциале. Модель Фейнмана одномерной решетки. Энергетические зоны в кристаллах. 7.96 Бозоны и фермионы. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение электронов по энергетическим зонам: металлы, диэлектрики, полупроводники. Квазичастицы - электроны и дырки. 7.97 Полупроводники: электропроводность чистых и примесных полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. Элементы теории сверхпроводимости.</p> <p><b>Дидактическая единица:8 Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц</b></p> <p>8.33 Взаимодействие бета-излучения с веществом. 8.34 Определение энергии альфа-частицы по длине свободного пробега. 8.35 Изучение статистики бета - распада 8.70 Радиоактивный распад ядер. 8.98 Состав атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Термоядерные реакции. 8.99 Основные виды взаимодействий. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные ряды. 8.100 Элементарные частицы. Методы регистрации элементарных частиц. Частицы и античастицы. Изотопический спин. Систематика элементарных частиц. Кварки. Понятие о стандартной модели.</p>		
--	--	---	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, в 2 семестре - в форме экзамена, в 3 семестре - в форме экзамена, в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-1, УК-1 и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим три вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала и задачи. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ОПК-1, УК-1, закрепленных за дисциплиной.

### **3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

**Продвинутый.** Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

**Базовый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

**Пороговый.** Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

**Ниже порогового.** Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Физика», 1 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 3 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-15;
- второй вопрос из диапазона вопросов 16-30;
- третий вопрос – задача (примеры задач приведены в п.5).

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

**Форма** экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Физика»

---

1. Момент импульса твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
2. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
3. Задача. Какую долю скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы ее кинетическая энергия была равна ее энергии покоя

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) \_\_\_\_\_ (дата)

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Пространство и время в механике Ньютона. Инерциальные системы отсчета, метод координат. Координатный, векторный и естественный способы описания движения материальной точки.
2. Законы динамики Ньютона. Силы в механике.
3. Импульс в механике Ньютона. Закон сохранения импульса.
4. Центр инерции и его закон движения.
5. Движение тела с переменной массой.
6. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея и их следствия.
7. Работа и мощность. Теорема о приращении кинетической энергии.
8. Потенциальные силы. Примеры потенциальных силовых полей: поле сил тяготения, поле упругих сил деформации. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике.
9. Применение законов сохранения импульса и энергии: распады, упругие и неупругие столкновения частиц в нерелятивистском приближении. Импульсные диаграммы.
10. Момент импульса частицы и системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса.
11. Элементы кинематики вращательного движения твердого тела: векторы элементарного угла поворота, угловой скорости и углового ускорения.

12. Момент импульса твердого тела, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращательного движения твердого тела.
13. Свободные оси вращения и главные моменты инерции. Свободный симметричный волчок, тяжелый симметричный волчок, гироскопы и их применения.
14. Задача Кеплера: законы сохранения, качественный анализ движения двух тел, взаимодействующих посредством кулоновских сил. Законы Кеплера, типы орбит в задаче Кеплера.
15. Движение в неинерциальных системах отсчета. Центробежная и кориолисова силы инерции.
16. Принцип относительности Эйнштейна. Опыт Майкельсона-Морли Преобразования Лоренца и их следствия: относительность одновременности, замедление хода времени движущихся часов, сокращение длины движущихся предметов, закон сложения скоростей.
17. Пространство-время специальной теории относительности: понятие о геометрии и пространстве Минковского, причинно-следственная структура событий в этом пространстве. Инварианты преобразований Лоренца: интервал и собственное время. Четырехвекторы.
18. Четырехвекторы скорости и импульса. Импульс, полная энергия и кинетическая энергия релятивистской частицы. Распады и столкновения релятивистских частиц.
19. Релятивистское уравнение движения. Четырехсила.
20. Термодинамический и статистический методы описания тепловых свойств вещества. Термодинамическое равновесие. Статистический смысл абсолютной температуры. Уравнение состояния идеального газа.
21. Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам.
22. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Теплоемкости при постоянных давлении и объеме.
23. Адиабатический процесс.
24. Обратимые и необратимые процессы. Циклический процесс. Анализ идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно. КПД тепловых машин и эффективность холодильных машин
25. Равенство Клаузиуса для обратимых циклических процессов и энтропия - функция состояния вещества. Неравенство Клаузиуса для необратимых циклических процессов. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность. Неубывание энтропии теплоизолированных термодинамических систем.
26. Статистическое распределение Максвелла молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла по абсолютным значениям скоростей и по кинетическим энергиям. Опыт Штерна
27. Идеальный газ во внешнем поле, барометрическая формула. Статистическое распределение Больцмана.
28. Распределение Максвелла-Больцмана.
29. Элементарная теория явлений переноса. Вязкость, теплопроводность, диффузия.
30. Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

## 5. Примеры задач к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Движение материальной точки, перемещающейся по прямой, задано уравнением  $s = 4t^3 + 2t + 1$ . В интервале времени от 1 до 2 с найти мгновенные скорости и ускорения в начале и в конце интервала, среднюю скорость движения.
2. Два маховика в виде дисков одинаковых радиусов и масс были раскручены до скорости вращения 480 об/мин и предоставлены самим себе. Под действием сил трения валов о подшипники первый остановился через 80 с, а второй сделал 240 оборотов до остановки. У какого маховика момент сил трения валов о подшипники был больше и во сколько раз?

3. Груз массой 700 кг падает с высоты 5 м для забивки сваи массой 300 кг. Найти среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая входит в грунт на глубину 4 см. Удар между грузом и сваем считать абсолютно неупругим.
4. Подводная лодка массой 10 т начинает всплытие с глубины 100 м. Сила Архимеда, действующая на лодку, равна  $F_A = 99,25$  кН. Сила сопротивления воды пропорциональна второй степени скорости  $F_c = \alpha \cdot v^2$ , где  $\alpha = 50$  кг/м. Найти скорость лодки в момент ее всплытия на поверхность.
5. Горизонтальная балка опирается своими концами на две опоры. Одну из опор быстро выбивают. Определить силу давления балки на другую опору сразу после удаления первой. Масса балки  $m$ . Балку считать однородным стержнем.
6. В замкнутом объеме содержится 16 г кислорода при температуре  $T = 0$  С. Какое количество тепла нужно сообщить газу, чтобы средняя скорость его молекул увеличилась на 1%?
7. Какое количество тепла потребуется на нагревание  $1\text{ м}^3$  воздуха от 0 до 1 С при постоянном объеме и начальном давлении, соответствующему нормальному атмосферному.
8. Плотность воздуха при нормальных условиях  $\rho = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Сравнить полученный результат с нагреванием воздуха от 90 до 91 С. Воздух считать двухатомным газом.
9. Определить КПД двигателя внутреннего сгорания, работающему по циклу Отто, состоящему из двух изохор и двух адиабат. Максимальное значение степени сжатия  $V_{MAX}/V_{MIN} = 8,5$ . Продукты сгорания бензина считать многоатомным газом.
10. Найти приращение энтропии двух молей идеального газа с показателем адиабаты  $\gamma = 1,3$ , если в результате некоторого термодинамического процесса объем газа увеличился в 2 раза, а давление газа уменьшилось в 3 раза.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Физика», 1 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить и научиться программной реализации принципов, методов и алгоритмов решения основных и вспомогательных задач по дисциплине физика.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач по физике и построение графиков физических зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с правилом оформления отчета по РГЗ(Р).

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)

#### *Требования к оформлению:*

РГЗ(Р) выполняется в форме рукописного отчета на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент защищает её до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его

самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25 до 22 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 21 до 16 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 12 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 12 баллов.

## **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 25 до 12 баллов включительно.

#### 4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

РГЗ (1 семестр) по темам «Механика и теория относительности» и «Термодинамика и молекулярная физика» содержатся в учебном пособии: Дубровский В. Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика: сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 173, [3] с. : ил..

Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000136694](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000136694)

##### Пример типового РГЗ(Р):

*Первая часть РГЗ(Р) по теме «Механика и теория относительности».*

1. Материальная точка движется по прямой линии. Закон движения имеет вид  $x(t) = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ ,  $A = 2 \text{ м}$ ,  $B = -3 \text{ м/с}$ ,  $C = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $D = 5 \text{ м/с}^3$ . Найти зависимость скорости и ускорения точки от времени. Определить координату  $x$ , скорость  $V$  и ускорение  $a$ , которые будет иметь точка в момент времени  $t = 5 \text{ с}$ . Какой путь пройдет точка за это время? Построить графики зависимости  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  в интервале от  $t = 0 \text{ с}$  до  $t = 10 \text{ с}$ .

2. Тело брошено под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ . Найти дальность  $s$  и время полета  $t_{\text{п}}$ , а также максимальную высоту подъема тела  $h$ . Найти нормальное  $a_n$ , тангенциальное  $a_{\tau}$  и полное  $a$  ускорения, а также радиус кривизны траектории  $\rho$  в момент времени  $t = t_{\text{п}} / 3$ .

3. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси так, что его угловая скорость зависит от угла поворота  $\varphi$  по закону  $\omega = \omega_0 - a\varphi$ , где  $\omega_0$  и  $a$  – положительные постоянные. В момент времени  $t = 0$  угол  $\varphi = 0$ . Найти зависимость угла поворота и угловой скорости от времени.

4. Шайбу положили на наклонную плоскость и сообщили направленную вверх начальную скорость  $v_0$ . Коэффициент трения между шайбой и плоскостью равен  $k$ . При каком значении угла наклона  $\alpha$  шайба пройдет вверх по плоскости наименьшее расстояние? Чему оно равно?

5. Ракета поднимается без начальной скорости вертикально вверх в однородном поле сил тяжести. Начальная масса ракеты (с топливом) равна  $m_0$ . Скорость газовой струи относительно ракеты равна  $u$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти скорость ракеты в зависимости от ее массы  $m$  и времени подъема  $t$ .

6. Найти тензор инерции тонкого диска относительно осей, проходящих через его центр. Масса диска  $m$ , радиус диска  $R$ .

7. Потенциальная энергия частицы, находящейся в центрально-симметричном силовом поле, имеет вид  $U = a/r^{12} - b/r^6$  (потенциал Леннард–Джонса), где  $a$  и  $b$  – положительные константы. Найти силу, действующую на частицу, и работу, совершаемую над частицей силами поля при переходе частицы из точки  $(1, 5, 0)$  в точку  $(0, 2, 2)$ .

8. Шар массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$  ( $v \ll c$ ), ударяется о неподвижный шар такой же массы. После абсолютно упругого нецентрального удара шары разлетаются под углами  $\alpha$  и  $\beta$  к направлению движения первого шара. Доказать, что угол разлета шаров  $\alpha + \beta = \pi / 2$ .

9. В системе  $K'$ , относительно которой стержень покоится, он имеет длину  $l' = 1 \text{ м}$  и образует с осью  $x'$  угол  $\alpha' = 45^\circ$ . Определить в системе  $K$  длину стержня  $l$  и угол  $\alpha$ , который образует стержень с осью  $x$ . Относительная скорость систем равна  $u = 0,5 \text{ с}$ .

10. Две одинаковые частицы массой  $m$  каждая летят навстречу друг другу с одинаковой по модулю скоростью  $v$ . Столкнувшись, частицы сливаются в одну частицу. Какова масса  $M$  образовавшейся частицы? Найти  $M$  для  $v$ , равной:  $0,1c$ ;  $0,5c$ ;  $0,999c$ .

*Вторая часть РГЗ(Р) по теме «Термодинамика и молекулярная физика».*

1. Давление воздуха внутри плотно закупоренной бутылки при температуре  $t_1 = 7^\circ\text{C}$  было  $p_1 = 100$  кПа. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры  $t_2$  нагрели бутылку, если известно, что пробка вылетела при давлении воздуха в бутылке  $p = 130$  кПа?

2. Масса  $m = 12$  г азота находится в закрытом сосуде объемом  $V = 2$  л при температуре  $t = 10^\circ\text{C}$ . После нагревания давление в сосуде стало равным  $p = 1,33$  МПа. Какое количество теплоты  $Q$  сообщено газу при нагревании?

3. Идеальный газ ( $\gamma$  известна) совершает круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух изобар. Изотермические процессы протекают при температурах  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ), изобарические – при давлениях  $p_1$  и  $p_2$  ( $p_2$  в  $e$  раз больше, чем  $p_1$ ). Найти КПД цикла.

4. Тепловая машина, работающая по циклу Карно, за цикл получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 2,512$  кДж. Температура нагревателя  $T_1 = 400$  К, температура холодильника  $T_2 = 300$  К. Найти работу  $A$ , совершаемую машиной за один цикл, и количество теплоты  $Q_2$ , отдаваемое холодильнику за один цикл.

5. Энтропия 1 г азота при температуре  $25^\circ\text{C}$  и давлении  $1 \cdot 10^5$  Па равна  $S_1 = 6,84$  Дж/(г · К). Определить энтропию 2 г азота при температуре  $100^\circ\text{C}$  и давлении  $2 \cdot 10^5$  Па.

6. Политропическим процессом называется процесс, происходящий с постоянной теплоемкостью  $C$ . Кривая, изображающая политропический процесс, называется политропой. Найти уравнение политропы для идеального газа, теплоемкость  $C_V$  которого не зависит от температуры. Рассмотреть частные случаи: 1)  $C = C_V$ , 2)  $C = C_P$ , 3)  $C = 0$ , 4)  $C = \infty$ .

7. Вычислить скорость  $v_{1/2}$  теплового движения молекулы газа, определяемую условием, что половина молекул движется со скоростью, меньшей, чем  $v_{1/2}$ , а другая половина – со скоростью, большей, чем  $v_{1/2}$ .

8. Пространство между двумя большими горизонтальными пластинами заполнено гелием. Расстояние между пластинами 50 мм. Нижняя пластина поддерживается при температуре 290 К, верхняя – при 330 К. Давление газа близко к нормальному. Найти плотность потока тепла.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Физика», 2 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 3 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20;
- второй вопрос из диапазона вопросов 21-41;
- третий вопрос – задача (примеры задач приведены в п.5).

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Физика»

---

1. Электрические заряды. Закон Кулона. Методы получения электрических зарядов.
2. Объяснение парамагнетизма. Объяснение ферромагнетизма.
3. Задача. Восемь заряженных водяных капель радиусом  $r = 1$  мм и зарядом  $q = 0,1$  нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал большой капли.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит

пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика»

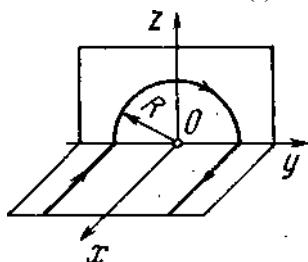
1. Электрические заряды. Закон Кулона. Методы получения электрических зарядов.
2. Напряженность электростатического поля. Поток вектора напряженности и теорема Гаусса.
3. Применение теоремы Гаусса: электростатическое поле бесконечной равномерно заряженной плоскости; поле бесконечной прямой линии и бесконечно длинного цилиндра; поле сферы и шара; поле плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.
4. Скачок нормальной составляющей вектора  $\vec{E}$  на заряженной поверхности.
5. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Применение теоремы Гаусса в дифференциальной форме.
6. Работа в электрическом поле. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.
7. Вычисление потенциала по напряженности поля. Общая задача электростатики.
8. Электрический диполь (поле диполя). Электрический диполь в электрическом поле.
9. Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Емкость простых конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электрического поля.

10. Поляризация диэлектриков. Напряженность поля внутри диэлектриков. Изотропные и анизотропные диэлектрики. Преломление линий смещения и напряженности поля.
11. Законы электрического поля в диэлектриках. Электрическое поле равномерно поляризованного шара.
12. Теория поляризации диэлектриков с неполярными молекулами.
13. Теория поляризации диэлектриков с полярными молекулами. Сегнето- и пьезоэлектрики.
14. Вывод уравнений поля в диэлектриках путем усреднения микроскопического поля.
15. Характеристики электрического тока. Уравнение непрерывности. Действия электрического тока. Закон Ома. Сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме.
16. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа.
17. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
18. Элементарная классическая теория электропроводности металлов.
19. Конденсатор в цепи с сопротивлением.
20. Мощность во внешней цепи и коэффициент полезного действия источника.
21. Магнитное взаимодействие токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Расчет индукции магнитного поля различных токов. Напряженность магнитного поля.
22. Взаимодействие двух параллельных проводников с током. Контур с током в магнитном поле. Магнитное поле соленоида.
23. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение заряженных частиц в однородном магнитном поле. Определение заряда и массы электрона.
24. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для индукции магнитного поля.
25. Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле бесконечно длинного соленоида и тороида.
26. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции. Векторный потенциал магнитного поля.
27. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.
28. Магнитное поле в магнетиках. Классификация магнетиков.
29. Уравнения магнитного поля в присутствии магнетиков. Граничные условия для векторов  $\vec{B}$  и  $\vec{H}$ .
30. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Закон электромагнитной индукции. Дифференциальная форма закона электромагнитной индукции.
31. Самоиндукция. Индуктивность. Ток при замыкании и размыкании цепей с индуктивностью.
32. Энергия магнитного поля изолированного контура с током. Взаимная индукция. Взаимная энергия двух токов. Трансформаторы.
33. Магнитные свойства атомов. Магнито-механические явления. Объяснение диамагнетизма.
34. Объяснение парамагнетизма. Объяснение ферромагнетизма.
35. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона-Дешмана. Закон трех вторых Ленгмюра. Электронные лампы и их применения. Вторичная и автоэлектронная эмиссия.
36. Электрический ток в газах. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный разряд. Самостоятельный разряд (теория Таунсенда). Виды самостоятельного разряда.
37. Теория Максвелла. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
38. Релятивистский характер силы Лоренца.

39. Релятивистская инвариантность уравнений Максвелла. Релятивистское преобразование полей.
40. Четырехмерный потенциал и четырехмерная плотность тока. Тензор электромагнитного поля.
41. Уравнения Максвелла в инвариантной форме. Энергия и импульс электромагнитного поля.

## 5. Примеры задач к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Найти напряженность  $E$  электростатического поля и его потенциал в центре окружности радиусом  $r$ , по которой распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = \tau_0 \sin \alpha$ , где  $\tau_0$  - положительная константа.
2. Две удаленные от остальных тел одинаковые металлические пластины площадью  $S = 50 \text{ см}^2$  каждая, находящиеся на расстоянии  $d = 1 \text{ мм}$  друг от друга, заряжены: одна зарядом  $q_1 = 20 \text{ мкКл}$ , вторая  $q_2 = -40 \text{ мкКл}$ . Найти разность потенциалов между ними.
3. Первоначально пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено воздухом и напряженность поля в зазоре  $E_0$ . Затем половину зазора заполнили однородным изотропным диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon$ . Найти модули векторов  $E$  и  $D$  в обеих частях зазора, а также плотность свободных зарядов на пластине  $\sigma$  и плотность связанных зарядов  $\sigma'$ , если при введении диэлектрика напряжение между обкладками не изменялось.
4. Имеется два неподвижных контура с взаимной индуктивностью  $L_{12}$ . В одном из контуров начали изменять ток по закону  $I = at$  где  $a$  - постоянная,  $t$  - время. Найти закон изменения тока  $I_2(t)$  в другом контуре, индуктивность которого  $L_2$  и сопротивление  $R$ .



5. Найти величину и направление магнитного поля в точке  $O$  петли, по которой течет ток  $I = 1 \text{ мА}$ . (см. Рис.)  $R = 10 \text{ см}$ . Прямолинейные участки проводника очень длинные.
6. Коаксиальный кабель состоит из внутреннего сплошного и внешнего цилиндров радиусами соответственно  $R_1 = 1 \text{ см}$  и  $R_2 = 3 \text{ см}$ . По внутреннему цилиндру течет ток силой  $I_1 = 3 \text{ А}$ , а вдоль поверхности внешнего цилиндра в противоположном направлении течет ток  $I_2 = 2 \text{ А}$ . Найдите напряженность магнитного поля на расстоянии  $r_1 = 0.5 \text{ см}$ ,  $r_2 = 1.5 \text{ см}$  и  $r_3 = 5 \text{ см}$  от оси кабеля.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Физика», 2 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить и научиться программной реализации принципов, методов и алгоритмов решения основных и вспомогательных задач по дисциплине физика.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач по физике и построение графиков физических зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с правилом оформления отчета по РГЗ(Р).

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)

#### *Требования к оформлению:*

РГЗ(Р) выполняется в форме рукописного отчета на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент защищает её до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его

самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25 до 22 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 21 до 16 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 12 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 12 баллов.

## **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 25 до 12 баллов включительно.

#### 4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

РГЗ (2 семестр) по теме «Электричество и магнетизм» содержатся в учебном пособии: Дубровский В. Г. Электричество и магнетизм: сборник задач и примеры их решения: учебное пособие / В. Г. Дубровский, Г. В. Харламов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 89, [3] с. : ил. –

Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000153388](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000153388)

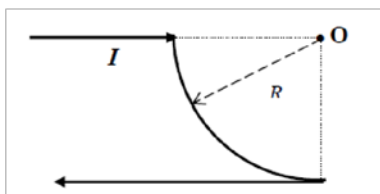
##### Пример типового РГЗ(Р):

*Первая часть РГЗ(Р) по теме «Электричество».*

1. По четверти кольца радиусом  $r = 6,1\text{см}$  равномерно распределен положительный заряд с линейной плотностью  $\tau = 64\text{нКл/м}$ . Найти силу  $F$ , действующую на заряд  $q = 12\text{нКл}$ , расположенный в центре.
2. Два параллельных тонких кольца радиусами  $R$  каждое имеют общую ось. Расстояние между кольцами  $d$ . На первом кольце равномерно распределен заряд  $q_1$ , на втором кольце  $q_2$ . Найти работу перемещения заряда  $q$  из центра первого кольца в центр второго.
3. Положительный точечный заряд  $q = 100\text{мкКл}$  находится на плоскости  $xu$  в точке  $\vec{r}_0 = 3\vec{i} + 10\vec{j}$  (м). Найти величину и вектор напряженности поля в точке  $\vec{r}_0 = 9\vec{i} + 2\vec{j}$  (м);  $\vec{i}, \vec{j}$  - орты осей  $x, y$ .
4. Цилиндрическая оболочка с внутренним радиусом  $R$  и внешним радиусом  $2R$  заряжена положительным зарядом равномерно распределенным по оболочке с объемной плотностью заряда  $\rho$ . На каком расстоянии от центра оболочки напряженность поля равна половине напряженности поля на внешней стороне оболочки?
5. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого линейно изменяется от значения  $\varepsilon_1$  у одной пластины до значения  $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$  у другой. Расстояние между пластинами  $d$ , площадь каждой из них равна  $S$ . Найти емкость конденсатора.
6. В электрическом поле точечного заряда  $q$  на расстоянии  $d$  находится свободно поворачивающийся электрический диполь с дипольным моментом  $p$ . Какую работу  $A$  надо совершить, чтобы удалить диполь в бесконечность? Считать, что длина диполя очень мала по сравнению с  $d$ .
7. Элемент, сопротивление и амперметр соединены последовательно. Элемент имеет ЭДС  $E = 2\text{В}$  и внутреннее сопротивление  $r = 0,4\text{Ом}$ . Амперметр показывает ток  $I = 1\text{А}$ . Каков КПД элемента?

*Вторая часть РГЗ(Р) по теме «Магнетизм».*

1. Расстояние между двумя длинными параллельными проводами  $d = 50\text{мм}$ . По проводам в одном направлении текут токи силой  $I = 30\text{А}$  каждый. Найти индукцию магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 40\text{мм}$  от одного и  $r_2 = 30\text{мм}$  от другого провода.
2. Проводник с током  $I = 20\text{А}$  лежит в плоскости и изогнут так, как показано на рисунке. Радиус изогнутой части проводника  $R = 40\text{см}$ . Определите величину и изобразите направление вектора магнитной индукции в точке  $O$ .



3. Проволочный виток радиусом  $R = 5\text{ см}$  находится в однородном магнитном поле индукцией  $B = 0,1\text{ Тл}$ . Плоскость витка образует угол  $60^\circ$  с направлением поля. По витку течет ток силой  $I = 4\text{ А}$ . Найти и изобразить на чертеже магнитный момент витка  $\vec{p}_m$  и вращающий момент  $\vec{M}$ , действующий на виток.
4. По цилиндрическому медному проводнику радиусом  $R = 2,0\text{ см}$  течет ток  $I = 100\text{ А}$ . Считая проводник очень длинным, найдите на каком расстоянии  $r$  от оси проводника индукция магнитного поля  $B$  равна  $5 \cdot 10^{-4}\text{ Тл}$ .
5. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U = 600\text{ В}$ , влетел в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,3\text{ Тл}$  и начал двигаться по окружности. Вычислить радиус окружности  $R$ , магнитный момент возникшего кругового тока  $\vec{p}_m$  и момент импульса протона  $L$ .
6. Прямоугольная рамка со сторонами  $a$  и  $b$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$  вокруг стороны  $a$  в однородном переменном магнитном поле, направленном перпендикулярно оси вращения, с индукцией  $B = B_0 \sin(\omega_0 t)$ , где  $B_0 = \text{const}$  и  $\omega_0 = \text{const}$ . Определите ЭДС индукции для произвольного момента времени  $t$ , если в начальный момент времени  $t = 0$  плоскость рамки была перпендикулярна направлению магнитного поля.
7. Сопротивление тороида  $R = 20\text{ Ом}$ . Найти его индуктивность  $L$ , если за время  $\Delta t = 10\text{ мс}$  в его обмотке выделяется тепло, равное энергии магнитного поля внутри тороида. Магнитное поле считать однородным.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Физика», 3 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 3 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-19;
- второй вопрос из диапазона вопросов 20-48;
- третий вопрос – задача (примеры задач приведены в п.5).

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Физика»

---

1. Затухающие механические колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Колебания в случае слабого затухания.
2. Интерференция света. Интерференция от двух точечных источников.
3. Задача. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0.124. Найти коэффициент пропускания света.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по

дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Гармонические колебания. Динамика колебаний. Грузик на пружине. Модель гармонического осциллятора.
2. Динамика колебаний. Физический и математический маятники.
3. Энергия гармонических колебаний. Энергетический метод решения задачи о колебаниях.
4. Затухающие механические колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Колебания в случае слабого затухания.
5. Затухающие механические колебания. Диссипация энергии. Добротность.
6. Затухающие механические колебания. Случай сильного затухания.
7. Затухающие механические колебания. Промежуточный случай. ( $\beta = \omega_0$ ).
8. Вынужденные механические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение.
9. Зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты. Резонанс.
10. Колебания связанных маятников. Дифференциальные уравнения двух связанных маятников. Нормальные колебания. Биения.
11. Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

12. Электромагнитные колебания. Затухающие колебания в колебательном контуре.
13. Электромагнитные колебания. Вынужденные колебания в колебательном контуре. Закон Ома для переменных токов.
14. Цепи переменного тока. Сопротивление в цепи переменного тока. Емкость в цепи переменного тока. Индуктивность в цепи переменного тока.
15. Векторные диаграммы колебаний. Закон Ома для переменных токов. Резонанс напряжений.
16. Работа и мощность переменного тока. Электродвигатели.
17. Общее решение задачи о связанных осцилляторах.
18. Сложение колебаний. Сложение одинаково направленных колебаний.
19. Сложение колебаний. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
20. Колебания струны. Дифференциальное уравнение колебаний струны.
21. Бегущие волны.
22. Стоячие волны на струне.
23. Волны в упругих средах. Плоские волны в трехмерном пространстве. Продольные и поперечные волны в твердых телах.
24. Энергия упругой волны. Вектор Умова.
25. Сферические волны. Перенос энергии сферической волной. Волновое уравнение в сферических координатах.
26. Электромагнитные волны. Плоские электромагнитные волны.
27. Излучение электромагнитных волн. Уравнения Даламбера для потенциалов.
28. Излучение электромагнитных волн. Решение уравнения Даламбера. Запаздывающие и опережающие потенциалы.
29. Излучение электромагнитных волн. Излучение диполя.
30. Излучение электромагнитных волн. Электрическое и магнитное поле линейного осциллятора. Излучение ускоренно движущегося заряда.
31. Излучение электромагнитных волн. Энергия, излучаемая осциллятором.
32. Преломление и отражение плоских электромагнитных волн на границе между диэлектриками. Граничные условия для векторов электромагнитной волны. Соотношение между углами падения, отражения и преломления.
33. Преломление и отражение плоских электромагнитных волн на границе между диэлектриками. Соотношения между интенсивностями падающей, отраженной и преломленной волн. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения.
34. Шкала электромагнитных волн. Понятие об интерференции света.
35. Интерференция света. Интерференция от двух точечных источников.
36. Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Способы наблюдения интерференции.
37. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона.
38. Многолучевая интерференция.
39. Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Зоны Френеля.
40. Дифракция Френеля от простейших преград. Дифракция от прямолинейного края полуплоскости. Спираль Корню.
41. Дифракция Фраунгофера от щели.
42. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Голография.
43. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Двойное лучепреломление. Закон Малюса.
44. Поляризация света. Эллиптическая и круговая поляризация света. Вращение плоскости поляризации. Искусственное двойное лучепреломление.
45. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Дисперсия света. Групповая скорость.
46. Классическая теория дисперсии. Дисперсия вдали от линий поглощения.
47. Аномальная дисперсия. Поглощение света.
48. Эффект Доплера. Эффект Доплера для звуковых волн. Эффект Доплера в оптике.

## 5. Примеры задач к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Механическая колебательная система характеризуется логарифмическим декрементом затухания  $\lambda = 2.0$ . Под действием внешней гармонической силы, амплитудное значение которой не изменяется с частотой, система совершает установившиеся вынужденные колебания. Найти отношение  $\eta$  максимальной амплитуды смещения к амплитуде смещения при очень малых частотах вынуждающей силы.

2. Плоская звуковая волна возбуждается источником колебаний частоты 200 Гц, амплитуда колебаний 4 мм. Скорость звуковой волны принять равной 300 м/с. Написать уравнение волны  $\xi(x,t)$ , если в начальный момент времени смещение точек источника от положения равновесия максимально.

3. Определить разность фаз колебаний источника волн, находящихся в упругой среде, и точки этой среды, относящийся на 2 м от источника. Частота колебаний 5 Гц, скорость распространения волны 40 м/с.

4. Переменное синусоидальное напряжение с амплитудой  $U_0 = 180$  В подключено к концам цепи, состоящей из последовательно соединенных конденсатора емкостью  $C = 28$  мкФ и катушки с активным сопротивлением  $R = 40$  Ом и индуктивностью  $L = 0,36$  Гн. Выполните следующие задания: а) составьте дифференциальное уравнение вынужденных колебаний для тока в цепи и для заряда на конденсаторе и определите собственную частоту контура и коэффициент затухания; б) рассчитайте частоту свободных затухающих колебаний в контуре при выключенной внешней ЭДС. Вычислите логарифмический декремент затухания и критическое сопротивление контура; в) рассмотрите вынужденные колебания и вычислите амплитуду напряжения на индуктивной катушке в точке резонанса.

5. Уравнение бегущей плоской звуковой волны имеет вид  $\xi = 0.05 \sin(1980t - 6x)$ , где  $\xi$  измеряется в [см],  $t$  в [с],  $x$  в [м]. Найти: а) частоту колебаний  $\nu$ ; б) скорость  $v$  распространения волны; в) длину волны  $\lambda$ ; г) амплитуду колебаний  $u$  скорости частиц среды; д) среднюю за период плотность энергии волны  $W$ ; е) среднюю за период плотность потока энергии волны  $S$ . Плотность воздуха  $\rho = 1.29$  кг/м<sup>3</sup>

6. На кварцевую пластинку, вырезанную параллельно ее оптической оси, падает линейно поляризованный свет с длиной волны  $\lambda = 589$  нм. При какой максимальной толщине этой пластинки свет, пройдя ее, испытает лишь поворот плоскости поляризации? Указание: толщина пластинки не должна превышать 0.5 мм.  $n_e = 1.553$ ;  $n_o = 1.544$ .

7. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0.124. Найти коэффициент пропускания света.

8. В двухлучевом интерферометре (аналог опыта Юнга) в качестве источника излучения используется ртутная лампа, излучение которой состоит из двух компонент:  $\lambda_1 = 576.97$  нм и  $\lambda_2 = 579.03$  нм. Чему равно расстояние между интерференционными максимумами каждой из этих компонент в сотом порядке, если ширина интерференционной полосы  $\Delta x = 0.2$  мм?

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Физика», 3 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить и научиться программной реализации принципов, методов и алгоритмов решения основных и вспомогательных задач по дисциплине физика.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач по физике и построение графиков физических зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с правилом оформления отчета по РГЗ(Р).

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)

#### *Требования к оформлению:*

РГЗ(Р) выполняется в форме рукописного отчета на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент защищает её до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его

самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25 до 22 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 21 до 16 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 12 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 12 баллов.

## **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 25 до 12 баллов включительно.

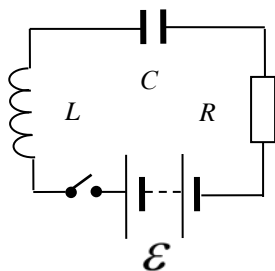
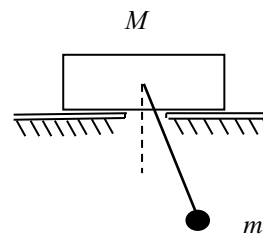
#### 4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

РГЗ (3 семестр) по темам «Механические и электромагнитные колебания» и «Волны. Оптика» содержатся в учебном пособии: Колебания, волны, оптика. Сборник задач, заданий и упражнений: методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. В. Спудай, В. Н. Шмыков, Н. С. Сафронова].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 37, [2] с. : ил.- Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000199522](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000199522)

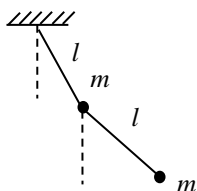
##### Пример типового РГЗ(Р):

*Первая часть РГЗ(Р) по теме «Механические и электромагнитные колебания».*

1. Деревянный куб со стороной  $a = 10$  см плавает на поверхности воды. В начальный момент времени его слегка надавили сверху и отпустили. Определить период колебаний куба. Сопротивлением воды пренебречь. Плотность дерева  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>.
2. Найти период колебаний физического маятника массой  $m$ , к центру масс которого прикреплен горизонтальная пружина с жесткостью  $k$ . Другой конец пружины закреплен в неподвижной стенке. Момент инерции маятника относительно точки подвеса равен  $I$ , расстояние между точкой подвеса и центром масс маятника равно  $a$ . В положении равновесия пружина не деформирована.
3. По штанге, вращающейся в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , может скользить без трения груз массой  $m$ , удерживаемый на некотором расстоянии от оси вращения пружиной с жесткостью  $k$  и начальной длиной  $r_0$ . Найти движение груза, которое возникнет, если штангу мгновенно остановить.
4. Найти добротность осциллятора, у которого: а) амплитуда смещения уменьшается в 2 раза через каждые 110 периодов колебаний; б) собственная частота  $\omega_0 = 100$  с<sup>-1</sup> и время релаксации  $\tau = 60$  с.
5. На гладком столе находится брусок массы  $M$ , с которым соединен математический маятник, состоящий из невесомого стержня и точечной массы  $m$  на его конце. Ось вращения маятника проходит через центр бруска. В первом случае брусок закреплен на столе, во втором его отпустили, и он может свободно перемещаться по столу. Определить отношение частот малых колебаний в этих двух случаях.
6. К контуру  $L, C, R$  с малым затуханием в момент  $t = 0$  подключают источник постоянной ЭДС с ничтожно малым внутренним сопротивлением. Определить напряжение  $V$  на конденсаторе  $C$  в зависимости от времени  $t$ . На какое минимальное напряжение должен быть рассчитан конденсатор?



7. К синусоидальному напряжению  $\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cos(\omega t + \delta)$  в момент времени  $t = 0$  подключают последовательно соединенные сопротивление  $R$  и индуктивность  $L$ . Найти силу тока  $I$  в цепи в зависимости от времени. При каком условии после замыкания цепи в ней сразу установятся синусоидальные колебания?



8. Найти частоты нормальных колебаний двух последовательно соединенных одинаковых математических маятников. Определить моды этой системы.

*Вторая часть РГЗ(Р) по теме «Волны. Оптика».*

1. В вакууме распространяются две плоские электромагнитные волны, одна вдоль оси  $x$ , другая вдоль оси  $y$ :  $\vec{E}_1 = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kx)$  и  $\vec{E}_2 = \vec{E}_0 \cos(\omega t - ky)$ , где вектор  $\vec{E}_0$  направлен параллельно оси  $z$ . Найти среднее значение плотности потока энергии в точках плоскости  $y = x$ .

2. Шар радиуса  $R = 50$  см находится в немагнитной среде с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 4$ . В среде распространяется плоская электромагнитная волна, длина которой  $\lambda \ll R$  и амплитуда электрической составляющей  $E_m = 200$  В/м. Какая энергия падает на шар за время  $t = 1$  мин?

3. Постоянный по модулю электрический диполь с моментом  $p$  вращают с постоянной угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, перпендикулярной к оси диполя и проходящей через его середину. Найти мощность излучения такого диполя.

4. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0.124. Найти коэффициент пропускания света.

5. На пленку из глицерина ( $n = 1.47$ ) толщиной 0.1 мкм падает белый свет. Каким будет казаться цвет пленки в отраженном свете, если угол падения лучей  $45^\circ$ ?

6. Плоско-выпуклая стеклянная линза выпуклой поверхностью соприкасается со стеклянной пластинкой. Радиус кривизны выпуклой поверхности линзы  $R$ , длина волны света  $\lambda$ . Найти ширину  $\Delta r$  кольца Ньютона в зависимости от его радиуса  $r$  в области, где  $\Delta r \ll r$ .

7. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого  $r$  можно менять. Расстояние от диафрагмы до источника и экрана равны  $a = 100$  см и  $b = 125$  см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при  $r_1 = 1$  мм и следующий максимум при  $r_2 = 1.29$  мм.

8. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из френгоферовых максимумов соответствует угол дифракции  $35^\circ$  и наибольший порядок спектра равен пяти.

9. Естественный монохроматический свет падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится кварцевая пластинка, вырезанная перпендикулярно к оптической оси. Найти минимальную толщину пластинки, при которой эта система будет пропускать 0.3 светового потока, если постоянная вращения кварца  $\alpha = 17$  угл.град/мм.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Физика», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 3 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-18;
- второй вопрос из диапазона вопросов 19-31;
- третий вопрос – задача (примеры задач приведены в п.5).

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

**Форма** экзаменационного билета  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФТФ

Билет № \_\_\_\_\_  
к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Понятие о тепловом излучении. Характеристики теплового излучения.
2. Теория Дебая теплоёмкости твердых тел.
3. Задача. Атом находится в магнитном поле с индукцией  $B=0.3$  Тл. Определить спектральный символ синглетного терма, полная ширина расщепления которого составляет 104 мкэВ.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) \_\_\_\_\_ (дата)

### 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов, не допускает существенных ошибок при решении задачи. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Понятие о тепловом излучении. Характеристики теплового излучения.
2. Законы теплового излучения: закон Кирхгофа, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина.
3. Объемная плотность энергии равновесного излучения.
4. Формула Рэлея-Джинса (вывод). Ультрафиолетовая катастрофа.
5. Вывод формулы Планка. Вывод законов Стефана-Больцмана и смещения Вина из формулы Планка.
6. Фотоэффект. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
7. Фотонный газ. Опыт Боте. Давление света. Уравнение состояния фотонного газа. Адиабатический процесс сжатия излучения.
8. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм света.
9. Теория Бора атома водорода. Излучение атомов. Постулаты Бора. Квантование энергии атома по Бору. Опыт Франка-Герца.
10. Гипотеза де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля: опыты К. Дэвиссона и Л. Джермера, опыты Томсона и Тартаковского и др.
11. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
12. Уравнение Шрёдингера.
13. Квантовая частица в бесконечно глубокой потенциальной яме (одномерный, двумерный и трёхмерный случаи).
14. Вектор плотности потока вероятности. Коэффициенты отражения и прохождения.

15. Движение квантовой частицы в области потенциального порога.
16. Прохождение квантовой частицы через потенциальный барьер.
17. Квантовая частица в потенциальной яме конечной глубины.
18. Решение уравнения Шрёдингера для гармонического осциллятора. Полиномы Чебышева-Эрмита. Волновые функции линейного осциллятора.
19. Представление физических величин операторами. Собственные функции и собственные значения операторов координат, импульсов, проекции момента импульса на избранную ось.
20. Решение задачи на собственные значения оператора квадрата момента импульса.
21. Измерения физических величин в квантовых системах.
22. Квантово-механическое описание водородоподобных атомов. Квантовые числа и волновые функции атома водорода.
23. Опыт Штерна-Герлаха. Спин электрона. Термы многоэлектронных атомов. Атом в магнитном поле.
24. Квантовая теория излучения. Спонтанное излучение атомов. Вынужденное излучение атомов. Лазеры и мазеры.
25. Кванто-механическое описание системы многих частиц. Неразличимость тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния. Принцип Паули.
26. Понятие о методе Хартри-Фока. Периодическая система элементов Менделеева.
27. Плотность квантовых состояний. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Электронный газ в металлах.
28. Теория Дебая теплоёмкости твердых тел.
29. Состав атомного ядра. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы.
30. Основные виды взаимодействий. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные ряды.
31. Элементарные частицы. Методы регистрации элементарных частиц. Частицы и античастицы. Изотопический спин. Систематика элементарных частиц. Кварки.

## 5. Примеры задач к экзамену по дисциплине «Физика»

1. Ионы атома гелия облучаются фотонами длиной волны 24 нм. В результате поглощения этих фотонов ионы гелия переходят в возбужденное состояние. Сколько спектральных линий и каких длин волн будет наблюдаться при переходе ионов гелия в основное состояние?
2. Атом водорода, двигавшийся со скоростью  $v_0 = 3.26$  м/с, испустил фотон, соответствующий переходу из первого возбужденного состояния в основное. Найти угол между первоначальным направлением движения атома и направлением вылета фотона, если кинетическая энергия атома осталась прежней.
3. Частица массы  $m$  находится в некотором одномерном потенциальном поле  $U(x)$  в стационарном состоянии, для которого волновая функция имеет вид  $\psi(x) = A \exp(-\alpha x^2)$ , где  $A$  и  $\alpha > 0$  – заданные постоянные. Имея в виду, что  $U(0) = 0$ , найти с помощью уравнения Шрёдингера  $U(x)$  и энергию  $E$  частицы.
4. Атом находится в магнитном поле с индукцией  $B = 0.3$  Тл. Определить спектральный символ синглетного терма, полная ширина расщепления которого составляет 104 мкэВ.
5. Частица массы  $m$  падает на прямоугольную потенциальную яму шириной  $l$  и глубиной  $U_0$ . Энергия частицы вне ямы равна  $E$ . Найти коэффициент прозрачности  $D$  ямы для данной частицы. Найти значения  $E$ , при которых частица будет беспрепятственно проходить через яму.
6. Квантовый гармонический осциллятор с частотой колебаний  $\omega_0$  находится в первом возбужденном состоянии. Найдите средние значения потенциальной  $\langle U \rangle$  и кинетической  $\langle E_k \rangle$  энергий осциллятора.

7. Определите потенциал электрического поля для основного состояния атома водорода на различных расстояниях от ядра.
8. Атом водорода в основном состоянии находится на оси кругового тока  $I = 10$  А радиуса  $R = 5$  см. Расстояние от атома до центра кругового тока  $z = 10$  см. Определите силу, действующую на атом со стороны магнитного поля тока в вакууме, с учетом спина электрона. Магнитный момент ядра не учитывать.
9. При радиоактивном распаде ядер изотопа  $B_1$  с постоянной распада  $\lambda_1$  образуется изотоп  $B_2$  с постоянной распада  $\lambda_2$ . Получить закон изменения числа радиоактивных ядер изотопа  $B_2$  с течением времени, полагая, что в начальный момент препарат содержал только ядра  $B_1$  в количестве  $N_0$ .
10. Какая доля первоначальной массы радиоактивного изотопа распадается за время жизни этого изотопа?

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Физика», 4 семестр

### **1. Методика оценки**

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее - РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны освоить и научиться программной реализации принципов, методов и алгоритмов решения основных и вспомогательных задач по дисциплине физика.

Обязательным элементом РГЗ(Р) являются решение задач по физике и построение графиков физических зависимостей.

Номер задания соответствует последней цифре (цифрам) в номере зачетной книжки (студенческого билета).

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий достаточно для обеспечения, каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена задания РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) заданий.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с правилом оформления отчета по РГЗ(Р).

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист (см. ниже)
2. Задание 1 (по вариантам)
3. Задание 2 (по вариантам)
4. Задание 3 (по вариантам)

#### *Требования к оформлению:*

РГЗ(Р) выполняется в форме рукописного отчета на листах формата А4, со стандартным титульным листом, аналогичном тому, который используется в отчетах по лабораторным работам по физике, с указанием фамилии студента и фамилии преподавателя, номера группы, отметки о защите.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент защищает её до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его

самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

## **2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций**

Общие правила выставления оценок текущей аттестации определяются балльно-рейтинговой системой, установленной локальным актом НГТУ.

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 25 до 22 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 21 до 16 баллов*.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 15 до 12 баллов*.

РГЗ(Р) считается **не выполненной** (ниже порогового уровня), если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о неудовлетворительном уровне достигнутых студентом результатов. Совокупность запланированных результатов и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит множественные существенные пробелы. Закрепленные за РГЗ(Р) компетенции не сформированы. Оценка составляет менее 12 баллов.

## **3. Шкала оценки**

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем его заданиям составляет от 25 до 12 баллов включительно.

#### 4. Примерный перечень заданий РГЗ(Р)

РГЗ (4 семестр) по теме «Квантовая физика» содержатся в учебном пособии: Оптика, тепловое излучение, квантовая природа излучения, элементы квантовой механики, элементы физики твердого тела, ядерная физика: методические указания и сборник заданий по физике для 1-2 курсов дневного отделения НГТУ факультетов: РЭФ, ФЭН, ФТФ / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. И. Ознобихин, М. П. Сарина].- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.- 50, [2] с. : ил.-

Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls00005281](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls00005281)

##### Пример типового РГЗ(Р) по теме «Квантовая физика»:

1. Температура вольфрамовой спирали в 25-ваттной электрической лампочке  $T = 2450$  К. Отношение ее энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно черного тела при данной температуре  $k = 0,3$ . Найти площадь  $S$  излучающей поверхности спирали.
2. При нагревании абсолютно черного тела длина волны  $\lambda$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 690 до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?
3. Найти постоянную Планка  $h$ , если известно, что электроны, вырывающиеся из металла светом с частотой  $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15}$  Гц, полностью задерживаются разностью потенциалов  $U_1 = 6,6$  В, а вырывающиеся светом с частотой  $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15}$  Гц - разностью потенциалов  $U_2 = 16,5$  В.
4. Найти величину нормального давления на плоскую поверхность при зеркальном отражении параллельного светового потока с интенсивностью  $I = 0,5$  Вт/см<sup>2</sup>, если коэффициент отражения данной поверхности  $\rho = 0,6$ , а угол между направлением света и нормалью к поверхности  $\theta = 30^\circ$ .
5. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния  $\varphi = \pi/2$ . Найти энергию  $W$  и импульс  $p$  рассеянного фотона.
6.  $\alpha$ -частица движется по окружности радиусом  $r = 8,3$  мм в однородном магнитном поле, напряженность которого  $H = 18,9$  кА/м. Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  для  $\alpha$ -частицы.
7. Атомарный водород, возбуждаемый некоторым монохроматическим светом, испускает только три спектральные линии. Определить квантовое число энергетического уровня, на который возбуждаются атомы, а также длины волн испускаемых линий.
8. Используя соотношение неопределенностей энергии и времени, найдите естественную ширину  $\Delta\lambda$  спектральной линии излучения атома. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии  $\tau = 10^{-8}$  с, длина волны излучения  $\lambda = 500$  нм.
9. Волновая функция, описывающая состояние микрочастицы, движущейся в сферически симметричном силовом поле с расстоянием  $r$  от центра, имеет вид  $\Psi(r,t) = A \exp\left(-\frac{r}{a}\right) \exp\left(-\frac{i}{\hbar} E t\right)$ . Здесь  $r$  – расстояние от силового центра;  $a$  – известная постоянная;  $E$  – полная энергия частицы, не зависящая от времени  $t$ . Определите: а) значение постоянного множителя  $A$ ; б) наиболее вероятное расстояние частицы от силового центра.
10. Частица массы  $m$  падает на прямоугольную потенциальную яму шириной  $l$  и глубиной  $U_0$ . Энергия частицы вне ямы равна  $E$ . Найти коэффициент прозрачности  $D$  ямы для данной частицы. Найти значения  $E$ , при которых частица будет беспрепятственно проходить через яму.

11. Квантовый гармонический осциллятор с частотой колебаний  $\omega_0$  находится в первом возбужденном состоянии. Найдите средние значения потенциальной  $\langle U \rangle$  и кинетической  $\langle E_k \rangle$  энергий осциллятора.
12. Атом водорода в основном состоянии находится на оси кругового тока  $I = 10$  А радиуса  $R = 5$  см. Расстояние от атома до центра кругового тока  $z = 10$  см. Определите силу, действующую на атом со стороны магнитного поля тока в вакууме, с учетом спина электрона. Магнитный момент ядра не учитывать.
13. При радиоактивном распаде ядер изотопа  $B_1$  с постоянной распада  $\lambda_1$  образуется изотоп  $B_2$  с постоянной распада  $\lambda_2$ . Получить закон изменения числа радиоактивных ядер изотопа  $B_2$  с течением времени, полагая, что в начальный момент препарат содержал только ядра  $B_1$  в количестве  $N_0$ .
14. Энергия, выделяемая при синтезе двух дейтронов с образованием ядра  ${}^4_2\text{He}$ , составляет 23,8 МэВ. Определить разность энергий связи на один нуклон в  $\alpha$ -частице и дейтроне.