

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»

Кафедра «Физики»

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ по ФИЗИКЕ**  
**для студентов**  
**Межотраслевого регионального института подготовки кадров**  
**(Центра ДОУ)**

Составил: Санеев Э.Л.,

Улан-Удэ, 2013

## Методические пояснения и указания к выполнению контрольной работы

Решение задач в контрольных работах является проверкой степени усвоения студентами теоретического курса.

Контрольная работа включает двенадцать задач того варианта, номер которого совпадает с последними цифрами его шифра. При выполнении контрольной работы надо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнять в отдельной тетради, оставляя место для замечаний рецензента.

2. На титульном листе работы указать фамилию студента, его инициалы, шифр, номер контрольной работы.

3. В начале контрольной работы надо написать вариант и записать номера задач входящих в этот вариант согласно таблице.

4. Каждую задачу необходимо полностью переписать, затем сделать краткую запись условия. Все числовые данные записать в системе СИ.

5. Выполненная работа должна содержать:

а) подробный анализ решения задачи;

б) краткое пояснение и обоснование;

в) поясняющие решение задач рисунки и чертежи (если необходимо);

г) вывод расчетной формулы искомой величины в задаче.

6. Серьезное внимание студент должен уделить математической грамотности записи вычислений, проверке размерностей единиц измерения физических величин.

7. В конце контрольной работы следует указать учебники и учебные пособия, используемые при решении задач.

Контрольные работы, представленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, не зачитываются.

В случае, если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, решения которых оказались неверными. Повторная работа представляется вместе с незачтенной работой.

### Номер варианта определяется по двум последним цифрам шифра

Для специальностей трудоемкостью 6 зет.

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1						Физика 2					
1	1	61	121	181	241	301	361	421	481	541	601	661
2	2	62	122	182	242	302	362	422	482	542	602	662
3	3	63	123	183	243	303	363	423	483	543	603	663
4	4	64	124	184	244	304	364	424	484	544	604	664
5	5	65	125	185	245	305	365	425	485	545	605	665
6	6	66	126	186	246	306	366	426	486	546	606	666
7	7	67	127	187	247	307	367	427	487	547	607	667
8	8	68	128	188	248	308	368	428	488	548	608	668
9	9	69	129	189	249	309	369	429	489	549	609	669
10	10	70	130	190	250	310	370	430	490	550	610	670
11	11	71	131	191	251	311	371	431	491	551	611	671
12	12	72	132	192	252	312	372	432	492	552	612	672
13	13	73	133	193	253	313	373	433	493	553	613	673
14	14	74	134	194	254	314	374	434	494	554	614	674
15	15	75	135	195	255	315	375	435	495	555	615	675
16	16	76	136	196	256	316	376	436	496	556	616	676
17	17	77	137	197	257	317	377	437	497	557	617	677
18	18	78	138	198	258	318	378	438	498	558	618	678

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1						Физика 2					
19	19	79	139	199	259	319	379	439	499	559	619	679
20	20	80	140	200	260	320	380	440	500	560	620	680
21	21	81	141	201	261	321	381	441	501	561	621	681
22	22	82	142	202	262	322	382	442	502	562	622	682
23	23	83	143	203	263	323	383	443	503	563	623	683
24	24	84	144	204	264	324	384	444	504	564	624	684
25	25	85	145	205	265	325	385	445	505	565	625	685
26	26	86	146	206	266	326	386	446	506	566	626	686
27	27	87	147	207	267	327	387	447	507	567	627	687
28	28	88	148	208	268	328	388	448	508	568	628	688
29	29	89	149	209	269	329	389	449	509	569	629	689
30	30	90	150	210	270	330	390	450	510	570	630	690
31	31	91	151	211	271	331	391	451	511	571	631	691
32	32	92	152	212	272	332	392	452	512	572	632	692
33	33	93	153	213	273	333	393	453	513	573	633	693
34	34	94	154	214	274	334	394	454	514	574	634	694
35	35	95	155	215	275	335	395	455	515	575	635	695
36	36	96	156	216	276	336	396	456	516	576	636	696
37	37	97	157	217	277	337	397	457	517	577	637	697
38	38	98	158	218	278	338	398	458	518	578	638	698
39	39	99	159	219	279	339	399	459	519	579	639	699
40	40	100	160	220	280	340	400	460	520	580	640	700
41	41	101	161	221	281	341	401	461	521	581	641	701
42	42	102	162	222	282	342	402	462	522	582	642	702
43	43	103	163	223	283	343	403	463	523	583	643	703
44	44	104	164	224	284	344	404	464	524	584	644	704
45	45	105	165	225	285	345	405	465	525	585	645	705
46	46	106	166	226	286	346	406	466	526	586	646	706
47	47	107	167	227	287	347	407	467	527	587	647	707
48	48	108	168	228	288	348	408	468	528	588	648	708
49	49	109	169	229	289	349	409	469	529	589	649	709
50	50	110	170	230	290	350	410	470	530	590	650	710
51	51	111	171	231	291	351	411	471	531	591	651	711
52	52	112	172	232	292	352	412	472	532	592	652	712
53	53	113	173	233	293	353	413	473	533	593	653	713
54	54	114	174	234	294	354	414	474	534	594	654	714
55	55	115	175	235	295	355	415	475	535	595	655	715
56	56	116	176	236	296	356	416	476	536	596	656	716
57	57	117	177	237	297	357	417	477	537	597	657	717
58	58	118	178	238	298	358	418	478	538	598	658	718
59	59	119	179	239	299	359	419	479	539	599	659	719
60	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720

Для специальностей трудоемкостью 9 зет.

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1				Физика 2				Физика 3			
1	1	61	121	181	241	301	361	421	481	541	601	661
2	2	62	122	182	242	302	362	422	482	542	602	662
3	3	63	123	183	243	303	363	423	483	543	603	663
4	4	64	124	184	244	304	364	424	484	544	604	664
5	5	65	125	185	245	305	365	425	485	545	605	665
6	6	66	126	186	246	306	366	426	486	546	606	666
7	7	67	127	187	247	307	367	427	487	547	607	667
8	8	68	128	188	248	308	368	428	488	548	608	668
9	9	69	129	189	249	309	369	429	489	549	609	669
10	10	70	130	190	250	310	370	430	490	550	610	670
11	11	71	131	191	251	311	371	431	491	551	611	671

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1				Физика 2				Физика 3			
12	12	72	132	192	252	312	372	432	492	552	612	672
13	13	73	133	193	253	313	373	433	493	553	613	673
14	14	74	134	194	254	314	374	434	494	554	614	674
15	15	75	135	195	255	315	375	435	495	555	615	675
16	16	76	136	196	256	316	376	436	496	556	616	676
17	17	77	137	197	257	317	377	437	497	557	617	677
18	18	78	138	198	258	318	378	438	498	558	618	678
19	19	79	139	199	259	319	379	439	499	559	619	679
20	20	80	140	200	260	320	380	440	500	560	620	680
21	21	81	141	201	261	321	381	441	501	561	621	681
22	22	82	142	202	262	322	382	442	502	562	622	682
23	23	83	143	203	263	323	383	443	503	563	623	683
24	24	84	144	204	264	324	384	444	504	564	624	684
25	25	85	145	205	265	325	385	445	505	565	625	685
26	26	86	146	206	266	326	386	446	506	566	626	686
27	27	87	147	207	267	327	387	447	507	567	627	687
28	28	88	148	208	268	328	388	448	508	568	628	688
29	29	89	149	209	269	329	389	449	509	569	629	689
30	30	90	150	210	270	330	390	450	510	570	630	690
31	31	91	151	211	271	331	391	451	511	571	631	691
32	32	92	152	212	272	332	392	452	512	572	632	692
33	33	93	153	213	273	333	393	453	513	573	633	693
34	34	94	154	214	274	334	394	454	514	574	634	694
35	35	95	155	215	275	335	395	455	515	575	635	695
36	36	96	156	216	276	336	396	456	516	576	636	696
37	37	97	157	217	277	337	397	457	517	577	637	697
38	38	98	158	218	278	338	398	458	518	578	638	698
39	39	99	159	219	279	339	399	459	519	579	639	699
40	40	110	160	220	280	340	400	460	520	580	640	700
41	41	101	161	221	281	341	401	461	521	581	641	701
42	42	102	162	222	282	342	402	462	522	582	642	702
43	43	103	163	223	283	343	403	463	523	583	643	703
44	44	104	164	224	284	344	404	464	524	584	644	704
45	45	105	165	225	285	345	405	465	525	585	645	705
46	46	106	166	226	286	346	406	466	526	586	646	706
47	47	107	167	227	287	347	407	467	527	587	647	707
48	48	108	168	228	288	348	408	468	528	588	648	708
49	49	109	169	229	289	349	409	469	529	589	649	709
50	50	110	170	230	290	350	410	470	530	590	650	710
51	51	111	171	231	291	351	411	471	531	591	651	711
52	52	112	172	232	292	352	412	472	532	592	652	712
53	53	113	173	233	293	353	413	473	533	593	653	713
54	54	114	174	234	294	354	414	474	534	594	654	714
55	55	115	175	235	295	355	415	475	535	595	655	715
56	56	116	176	236	296	356	416	476	536	596	656	716
57	57	117	177	237	297	357	417	477	537	597	657	717
58	58	118	178	238	298	358	418	478	538	598	658	718
59	59	119	179	239	299	359	419	479	539	599	659	719
60	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720

Для специальностей трудоемкостью 12 зет.

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1			Физика 2			Физика 3			Физика 4		
1	1	61	121	181	241	301	361	421	481	541	601	661
2	2	62	122	182	242	302	362	422	482	542	602	662
3	3	63	123	183	243	303	363	423	483	543	603	663
4	4	64	124	184	244	304	364	424	484	544	604	664

Вариант №	№ задачи											
	Физика 1			Физика 2			Физика 3			Физика 4		
5	5	65	125	185	245	305	365	425	485	545	605	665
6	6	66	126	186	246	306	366	426	486	546	606	666
7	7	67	127	187	247	307	367	427	487	547	607	667
8	8	68	128	188	248	308	368	428	488	548	608	668
9	9	69	129	189	249	309	369	429	489	549	609	669
10	10	70	130	190	250	310	370	430	490	550	610	670
11	11	71	131	191	251	311	371	431	491	551	611	671
12	12	72	132	192	252	312	372	432	492	552	612	672
13	13	73	133	193	253	313	373	433	493	553	613	673
14	14	74	134	194	254	314	374	434	494	554	614	674
15	15	75	135	195	255	315	375	435	495	555	615	675
16	16	76	136	196	256	316	376	436	496	556	616	676
17	17	77	137	197	257	317	377	437	497	557	617	677
18	18	78	138	198	258	318	378	438	498	558	618	678
19	19	79	139	199	259	319	379	439	499	559	619	679
20	20	80	140	200	260	320	380	440	500	560	620	680
21	21	81	141	201	261	321	381	441	501	561	621	681
22	22	82	142	202	262	322	382	442	502	562	622	682
23	23	83	143	203	263	323	383	443	503	563	623	683
24	24	84	144	204	264	324	384	444	504	564	624	684
25	25	85	145	205	265	325	385	445	505	565	625	685
26	26	86	146	206	266	326	386	446	506	566	626	686
27	27	87	147	207	267	327	387	447	507	567	627	687
28	28	88	148	208	268	328	388	448	508	568	628	688
29	29	89	149	209	269	329	389	449	509	569	629	689
30	30	90	150	210	270	330	390	450	510	570	630	690
31	31	91	151	211	271	331	391	451	511	571	631	691
32	32	92	152	212	272	332	392	452	512	572	632	692
33	33	93	153	213	273	333	393	453	513	573	633	693
34	34	94	154	214	274	334	394	454	514	574	634	694
35	35	95	155	215	275	335	395	455	515	575	635	695
36	36	96	156	216	276	336	396	456	516	576	636	696
37	37	97	157	217	277	337	397	457	517	577	637	697
38	38	98	158	218	278	338	398	458	518	578	638	698
39	39	99	159	219	279	339	399	459	519	579	639	699
40	40	100	160	220	280	340	400	460	520	580	640	700
41	41	101	161	221	281	341	401	461	521	581	641	701
42	42	102	162	222	282	342	402	462	522	582	642	702
43	43	103	163	223	283	343	403	463	523	583	643	703
44	44	104	164	224	284	344	404	464	524	584	644	704
45	45	105	165	225	285	345	405	465	525	585	645	705
46	46	106	166	226	286	346	406	466	526	586	646	706
47	47	107	167	227	287	347	407	467	527	587	647	707
48	48	108	168	228	288	348	408	468	528	588	648	708
49	49	109	169	229	289	349	409	469	529	589	649	709
50	50	110	170	230	290	350	410	470	530	590	650	710
51	51	111	171	231	291	351	411	471	531	591	651	711
52	52	112	172	232	292	352	412	472	532	592	652	712
53	53	113	173	233	293	353	413	473	533	593	653	713
54	54	114	174	234	294	354	414	474	534	594	654	714
55	55	115	175	235	295	355	415	475	535	595	655	715
56	56	116	176	236	296	356	416	476	536	596	656	716
57	57	117	177	237	297	357	417	477	537	597	657	717
58	58	118	178	238	298	358	418	478	538	598	658	718
59	59	119	179	239	299	359	419	479	539	599	659	719
60	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720

## МЕХАНИКА

1. Материальная точка брошена с начальной скоростью 10 м/с под углом  $60^\circ$  к горизонту. Определить радиус кривизны в верхней точке траектории и его отношение к максимальной высоте подъема и к дальности полета.

2. Материальная точка прошла половину пути со скоростью 20 м/с, оставшуюся часть пути она половину времени двигалась со скоростью 25 м/с, а последний участок – со скоростью 35 м/с. Найти среднюю скорость за время движения точки.

3. Пароход идет по реке от пункта А до пункта В со скоростью 16 км/ч. А назад – со скоростью 10 км/ч. Найти: 1) величину средней скорости парохода; 2) скорость течения реки.

4. Расстояние между станциями 2000 м. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, а вторую – равнозамедленно. Максимальная скорость поезда 20 м/с. Найти: 1) величину ускорения, считая его постоянным по величине; 2) время движения поезда между станциями.

5. Вагон трамвая движется равнозамедленно с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Начальная скорость вагона 15 м/с. Через сколько времени и на каком расстоянии от начальной точки вагон остановится?

6. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью 2 м/с. Течение реки относит ее на расстояние 750 м. вниз. Найти: 1) скорость течения реки; 2) время, затраченное на переезд через реку. Ширина реки равна 2,5 км.

7. С аэростата, находящегося на высоте 100 м, упал камень. Через сколько времени камень достигнет земли, если: 1) аэростат неподвижен; 2) аэростат опускается со скоростью 5 м/с; 3) аэростат поднимается со скоростью 5 м/с. Сопротивление воздуха не учитывать.

8. Скорость поезда, двигающегося равнозамедленно, уменьшается в течение 1 мин. От 72 км/ч до 54 км/ч. Найти: 1) ускорение поезда; 2) расстояние, пройденное им за время торможения.

9. Тело брошено с начальной скоростью 21,8 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Найти нормальное и тангенциальное ускорение тела через 2 с после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

10. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 28 м/с. На какую наибольшую высоту оно поднимется и чему равно время подъема? Через сколько времени тело достигнет высоты, равной половине максимальной?

11. Закон движения материальной точки по окружности радиусом 2 м выражается уравнением:  $S=12-3t^2$ . Найти: 1) в какой момент времени нормальное ускорение точки будет равно  $36 \text{ м/с}^2$ ; 2) чему равны скорость, тангенциальное и полное ускорения точки в этот момент времени.

12. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1=20t+9t^2$  и  $x_2=3t-5t^2+2t^3$ . В какой момент времени ускорения этих точек будут одинаковыми? Найти скорости точек в этот момент.

13. Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью 60 км/ч, остальную часть пути – со скоростью 80 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

14. Первую половину своего пути тело двигалось со скоростью 2 м/с, вторую половину – со скоростью 8 м/с. Определить среднюю скорость тела.

15. Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии 100 км. Один от другого, курсирует катер. Катер проходит это расстояние по течению за 4 ч, а против

течения – за 10 ч. Определить скорость течения реки и скорость катера относительно воды.

16. Движение материальной точки задано уравнением  $x=4t-0,05t^2$ . Определить момент времени, в который скорость точки равна нулю. Найти координаты и ускорение в этот момент.

17. По дуге окружности радиусом 10 м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки равно  $4,9 \text{ м/с}^2$ , вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол  $60^\circ$ . Найти скорость и тангенциальное ускорение точки.

18. Камень падает с высоты 490 м. Какой путь пройдет камень за последнюю секунду своего падения?

19. Вертолет поднимается вертикально вверх с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ . Через 10 с от начала подъема из него выпадает предмет. Через сколько времени предмет упадет на землю?

20. С балкона бросили мяч вертикально вверх с начальной скоростью  $5 \text{ м/с}$ . Через 2 с мяч упал на землю. Определить высоту балкона и скорость мяча в момент удара о землю.

21. Какой начальной скоростью должна обладать сигнальная ракета, выпущенная из ракетницы под углом  $45^\circ$  к горизонту, чтобы она вспыхнула в наивысшей точке своей траектории, если время горения запала ракеты 6 с? Сопротивление воздуха не учитывать.

22. С крыши дома бросили камень в горизонтальном направлении. Через две секунды камень упал на землю на расстоянии 40 м от основания дома. Определить начальную и конечную скорости камня.

23. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, проходит за 4 секунды от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с? Какой скорости оно достигнет в конце 10 с?

24. Теплоход, двигаясь равноускоренно из состояния покоя с ускорением  $0,1 \text{ м/с}^2$ , достигает скорости  $18 \text{ км/ч}$ . Какое время потребуется теплоходу, чтобы достигнуть такого значения скорости? Какой путь за это время пройден?

25. Самолет для взлета должен приобрести скорость  $250 \text{ км/ч}$ . Сколько времени длится разгон, если эта скорость достигается в конце взлетной полосы длиной в 1 км? Каково ускорение самолета? Какова средняя скорость самолета на этом участке? Движение самолета считать равноускоренным.

26. По графику зависимости ускорения от времени (рис. 1) определить, как двигалось тело от начала отсчета до конца 4 с (участок АВ) и за промежуток времени, соответствующий участку ВС графика. В какой момент времени тело имело максимальную скорость?

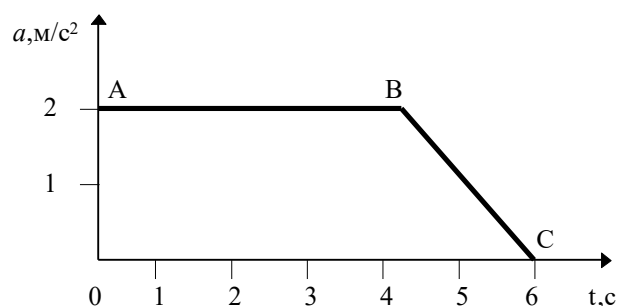


Рис.1

27. Тело свободно падает из состояния покоя с высоты 1000 м. Какой путь пройдет тело за последнюю секунду своего падения? За какое время тело пройдет последние 100 м своего пути? Какова скорость тела в момент удара о землю?

28. Мяч брошен под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью 20 м/с. Определить наибольшую высоту подъема и дальность полета. Соппротивление воздуха не учитывать.

29. С воздушного шара, поднимающегося со скоростью 10 м/с, сбрасывают камень, который достигает поверхности земли через 16 с. На какой высоте находился шар в момент сбрасывания камня?

30. Путь, пройденный точкой по окружности радиусом 2 м, выражен уравнением  $S=ct^2+bt$ . Найти нормальное, тангенциальное и полное ускорение точки через 0,5 с после начала движения, если  $c=3 \text{ м/с}^2$ ,  $b=1 \text{ м/с}$ .

31. Маховик, вращавшийся с постоянной частотой 10 об/с, при торможении начал вращаться равнозамедленно. Когда торможение прекратилось, вращение маховика снова стало равномерным, но уже с частотой 6 об/с. Определить угловое ускорение и продолжительность торможения, если за время равнозамедленного движения маховик сделал 50 оборотов.

32. Тело вращалось равнозамедленно с начальной угловой скоростью 10 об/с. После того, как тело совершило 20 оборотов, скорость его уменьшилась до 4 об/с. Найти угловое ускорение, время, в течение которого изменилась скорость.

33. Маховик, находившийся в покое, начал вращаться равноускоренно. Сделав 200 оборотов, он приобрел угловую скорость 62,8 рад/с. Определить угловое ускорение и продолжительность его равноускоренного движения.

34. Ротор электродвигателя, имеющий частоту вращения 955 об/мин, после включения остановился через 10 с. Считая вращение равнозамедленным, определить угловое ускорение ротора после выключения электродвигателя. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

35. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло скорости 20 рад/с через 10 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса и время, в течение которого сделано 10 оборотов.

36. Маховик, спустя 1 мин после начала вращения, приобретает скорость, соответствующую 720 об/мин. Найти угловое ускорение и число оборотов за эту минуту. Движение считать равноускоренным.

37. Колесо, вращаясь равнозамедленно, при торможении уменьшило свою скорость за 1 мин с 300 об/мин. Найти, угловое ускорение и число оборотов за эту минуту.

38. Вентилятор вращается со скоростью, соответствующей частоте 900 об/мин. После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 оборотов. Сколько времени прошло с момента выключения вентилятора до полной остановки?

39. Вал вращается с постоянной скоростью, соответствующей частоте 180 об/мин. С некоторого времени вал тормозится и вращается равнозамедленно с угловым ускорением, равным  $3 \text{ рад/с}^2$ . Через сколько времени вал остановится? Сколько оборотов он сделает до остановки?

40. Вал совершает 1200 об/мин. Определить угловую скорость вала и линейную скорость точек на его ободе, если диаметр обода равен 0,3 м.

41. Колесо вращается с угловой скоростью  $100\pi$  рад/с. Сколько оборотов сделает колесо за 20 с?

42. Линейная скорость точек, расположенных на ободе маховика, 5 м/с, а точек, находящихся ближе к оси на 0,5 м, - 4 м/с. Определить радиус маховика и его угловую скорость.



43. Определить среднюю орбитальную скорость спутника, если средняя высота его орбиты над землей 1200 км, а период обращения 105 мин. Радиус земли 6400 км.
44. Тело вращается равноускоренно с начальной угловой скоростью  $5 \text{ с}^{-1}$  и угловым ускорением  $1 \text{ с}^{-2}$ . Сколько оборотов сделает тело за 10 секунд вращения?
45. Маховик начал вращаться равноускоренно из состояния покоя и, сделав 16 полных оборотов, приобрел угловую скорость 8 об/с. Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения.
46. Уравнение вращения твердого тела  $\varphi = 3t^2 + t$ . Определить число оборотов тела, угловую скорость, угловое ускорение через 10 с после начала вращения.
47. Колесо радиусом 0,1 м вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается уравнением  $\varphi = 2t + t^3$ . Для точек, лежащих на ободе колеса, найти через 2 с после начала движения следующие величины: угловую и линейную скорость, угловое ускорение, тангенциальное и нормальное ускорения.
48. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости 16 рад/с через 20 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса.
49. Маховое колесо, спустя 1 мин после начала вращения, приобретает скорость, соответствующую 1800 об/мин. Найти угловое ускорение колеса и число оборотов колеса за эту минуту. Движение считать равноускоренным.
50. Колесо, вращаясь равнозамедленно, при торможении уменьшило свою скорость за 1 мин с 300 об/мин до 120 об/мин. Найти угловое ускорение колеса и число оборотов, сделанных им за это время.
51. Вентилятор вращается со скоростью, соответствующей частоте 900 об/мин. После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 оборотов. Через сколько времени вал остановился?
52. Колесо, вращаясь равноускоренно, увеличило свою скорость за 1 мин с 180 об/мин до 300 об/мин. Найти угловое ускорение колеса и число оборотов, сделанных им за это время.
53. Вал вращается с постоянной скоростью, соответствующей частоте 180 об/мин. С некоторого момента вал тормозится и вращается равнозамедленно с угловым ускорением  $3 \text{ рад/с}^2$ . Через сколько времени вал остановится? Сколько оборотов он сделает до остановки?
54. Диск радиусом 20 см вращается согласно уравнению  $\varphi = 3 - t + 0,1 \cdot t^3$ . Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на ободе диска через 10 с после начала вращения.
55. Точка движется по окружности радиусом 10 см с постоянным тангенциальным ускорением. Найти нормальное ускорение точки через 20 с после начала движения, если известно, что к концу 5-го оборота линейная скорость точки равна 10 см/с.
56. Колесо, вращаясь равноускоренно, увеличило свою скорость за 1 мин с 120 об/мин до 300 об/мин. Найти угловое ускорение колеса и число оборотов, сделанных им за это время.
57. Колесо радиусом 10 см вращается с постоянным угловым ускорением  $3,14 \text{ с}^{-2}$ . Найти для точек на ободе колеса к концу 1-й с после начала движения угловую и линейную скорости, тангенциальное, нормальное и полное ускорения.
58. Маховик начал вращаться равноускоренно и за 10 с достиг частоты вращения  $300 \text{ мин}^{-1}$ . Определить угловое ускорение маховика и число оборотов, которое он сделал за это время.

59. Велосипедное колесо вращается с частотой  $5 \text{ с}^{-1}$ . Под действием сил трения оно остановилось через 1 мин. Определить угловое ускорение и число оборотов, которое сделает колесо за это время.

60. Найти радиус вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость точки, лежащей на ободе, в три раза больше линейной скорости точки, лежащей на 5 см ближе к оси колеса.

61. Диск радиусом 50 см. вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая коэффициент трения равным 0,5, найти частоту обращения, при которой кубик соскользнет с диска.

62. Акробат на мотоцикле описывает “ мертвую петлю” радиусом 9,8 м. С какой наименьшей скоростью должен проезжать акробат верхнюю точку петли, чтобы не сорваться?

63. К шнуру подвешена гиря. Гирию отвели в сторону так, чтобы шнур принял горизонтальное положение, и отпустили. Как велика сила натяжения шнура в момент, когда гиря проходит положение равновесия? Какой угол с вертикалью составляет шнур в момент, когда сила натяжения шнура равна силе тяжести?

64. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом 200 м. Во сколько раз сила, с которой летчик давит на сиденье в нижней точке, больше силы тяжести летчика, если скорость самолета 200 м/с?

65. Грузик, привязанный к шнуру длиной 12,5 см, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Какой угол образует шнур с вертикалью, если частота вращения  $2 \text{ с}^{-1}$  ?

66. Грузик, привязанный к нити длиной 2 м, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить период обращения, если нить отклонена на угол  $60^\circ$  от вертикали.

67. Автомобиль массой 2000 кг движется со скоростью 10 м/с по выпуклому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус кривизны моста равен 100 м.

68. Диск радиусом 0,2 м вращается согласно уравнению  $\varphi = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 3$  рад,  $B = -1$  рад/с,  $C = 0,1$  рад/с<sup>3</sup>. Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорение точек на окружности диска для момента времени 10 с.

69. Автомобиль идет по закруглению шоссе, радиус кривизны которого равен 200 м. Коэффициент трения колес о покрытие дороги равен 0,1. При какой скорости автомобиля начнется его занос?

70. Какую наибольшую скорость может развить велосипедист, проезжая закругление радиусом 100 м, если коэффициент трения скольжения между шинами и асфальтом равен 0,5? Каков угол отклонения велосипеда от вертикали, когда велосипедист движется по закруглению?

71. Сколько времени будет скатываться без скольжения обруч с наклонной плоскости длиной 2 м и высотой 10 см?

72. Пуля массой 10 г летит со скоростью 800 м/с, вращаясь около продольной оси с частотой  $300 \text{ с}^{-1}$ . Принимая пулю за цилиндр диаметром 8 мм, определить полную кинетическую энергию пули.

73. Диск вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая частоту вращения равной  $0,5 \text{ с}^{-1}$ , при которой кубик соскользнет с диска, найти радиус диска. Коэффициент трения 0,5.

74. Акробат на мотоцикле описывает «мертвую петлю». Наименьшая скорость акробата в верхней точке петли, при которой он не может сорваться, равна 9,8 м/с. Найти радиус «мертвой петли».

75. Диск вращается в горизонтальной плоскости со скоростью 30 об/мин. На расстоянии 20 см от оси вращения на диске лежит тело. Каким должен быть коэффициент трения, чтобы тело не было сброшено с диска?

76. Небольшое тело скользит с вершины сферы радиусом 30 см. На какой высоте от вершины тело оторвется от поверхности сферы и полетит вниз? Трение ничтожно мало.

77. Тело соскальзывает вниз по наклонному скату, переходящему в «мертвую петлю» радиуса 50 см. На какой высоте выпадает тело, если начальная его высота 65 см? Трение ничтожно мало.

78. Маховик радиусом 10 см насажен на горизонтальную ось. На обод маховика намотан шнур, к которому привязан груз массой 800 г. Опускаясь равноускоренно, груз прошел расстояние 160 см за 2 с. Определить момент инерции маховика.

79. Маховик, момент инерции которого равен  $63,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается с постоянной угловой скоростью 31,4 рад/с. Найти тормозящий момент, под действием которого маховик останавливается через 20 с.

80. Самолет делает «мертвую петлю» радиусом 500 м с постоянной скоростью 720 км/ч. Найти вес летчика массой 70 кг в нижней, верхней и средней точках петли.

81. Центробежная сушильная машина наполнена мокрой тканью и вращается со скоростью 20 об/с. Во сколько раз центростремительная сила к моменту отрыва капли воды от ткани больше веса капли, если капля находится в 30 см от оси вращения?

82. Сплошной однородный диск катится по горизонтальной плоскости со скоростью 10 м/с. Какое расстояние пройдет диск до остановки, если его предоставить самому себе? Коэффициент трения 0,09.

83. Рассчитать момент инерции однородного кольца массой 1 кг относительно оси вращения, совпадающей с его осью симметрии. Внутренний радиус кольца 0,1 м, а внешний – 0,3 м.

84. Диск радиусом 20 см и массой 5 кг вращается с частотой  $8 \text{ с}^{-1}$ . При торможении он остановился через 4 с. Определить тормозящий момент.

85. Диск массой 1 кг и диаметром 60 см вращается вокруг оси, проходящей через его центр, делая  $20 \text{ с}^{-1}$ . Какую работу нужно совершить, чтобы остановить диск?

86. Человек стоит в центре легкой вращающейся платформы (скамья Жуковского). Момент инерции его относительно оси платформы  $1,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . При раздвижении рук в горизонтальное положение момент инерции человека возрастает вдвое. Если при этом в руках человека гантели, то угловая скорость уменьшится в 4 раза. Найти массу гантелей, если начальное расстояние между гантелями 0,4 м, а конечное – 1,6 м.

87. На краю горизонтальной платформы стоит человек массой 60 кг. Платформа, представляющая собой круглый однородный диск массой 120 кг, вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр, с угловой скоростью  $6 \text{ мин}^{-1}$ . Сколько оборотов в минуту будет делать платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать человека точечной массой.

88. Диск массой 5 кг и радиусом 0,4 м вращается, делая 180 об/мин. Через 20 с после начала торможения диск останавливается. Найти момент сил торможения.

89. Человек массой 60 кг находится на неподвижной платформе, масса которой равна 80 кг. Найти частоту вращения платформы, если человек начнет двигаться по

окружности радиусом 3 м вокруг оси вращения. Скорость человека относительно платформы равна 1 м/с. Радиус платформы 10 м. Считать платформу однородным диском, а человека – точечной массой.

90. Стержень массой 6 кг и длиной 40 см вращается вокруг оси, проходящей через его середину перпендикулярно длине стержня. Угол поворота стержня изменяется по закону  $\varphi = 3t^3 - t^2 + 4t + 6$ . Найти закон, по которому меняется со временем момент сил, действующих на стержень. Каков момент сил через 3 с?

91. Автомобиль массой  $2 \cdot 10^3$  кг тронулся с места и через 5 с развил скорость 10 м/с. Сила трения колес об асфальт 1000 Н. Какова сила тяги мотора?

92. Шайба, пущенная по поверхности льда, с начальной скоростью 20 м/с, остановилась через 40 с. Найти коэффициент трения шайбы о лед.

93. Наклонная плоскость, образующая  $25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину 2 м. Тело, двигаясь равноускоренно, с этой плоскости скатывается за 2 с. Определить коэффициент трения тела о плоскость.

94. К нити подвешен груз массой 5 кг. Найти натяжение нити, если нить с грузом: 1) поднимать с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ; 2) спускать с тем же самым ускорением.

95. Масса лифта с пассажирами равна 1000 кг. Найти, с каким ускорением и в каком направлении движется лифт, если известно, что натяжение троса, поддерживающего лифт, равно: 1) 8000 Н; 2) 100 Кн.

96. Две гири массами 5 и 3 кг соединены нерастяжимой гибкой нитью, перекинутой через неподвижный блок. Каково будет натяжение нити, если предоставить системе двигаться в поле земного тяготения? Считать блок невесомым и вращение происходит без трения.

97. Через невесомый блок в виде диска перекинута тонкая гибкая нить, к концам которой подвешены грузы с массами 100 г и 200 г. С каким ускорением будут двигаться грузы, если их предоставить самим себе? Трением и массой нити пренебречь.

98. Автомобиль массой 5000 кг увеличивает свою скорость на расстоянии 5 км от 36 км/ч до 54 км/ч. Коэффициент трения 0,02. Определить силу тяги, развиваемую мотором автомобиля.

99. Поезд поднимается с постоянной скоростью 36 км/ч в гору с уклоном в 1 м на каждые 1000 м пути. Коэффициент трения 0,002. Определить с какой скоростью будет двигаться поезд по горизонтальному пути при той же мощности двигателя.

100. Шарик массой 200 г ударился о стенку со скоростью 10 м/с и отскочил от нее с такой же скоростью. Определить импульс, полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом  $30^\circ$  к плоскости стенки.

101. Шарик массой 100 г свободно падает с высоты 1 м на стальную плиту и подпрыгивает на высоту 0,5 м. Определить импульс, сообщенный плитой шарiku.

102. С какой силой будет давить человек массой 70 кг на пол лифта, если лифт будет подниматься вертикально вверх с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ ; вниз с таким же ускорением?

103. Тело массой 10 кг тянут по горизонтальной поверхности силой 40 Н. Если эта сила приложена к телу под углом  $60^\circ$  к горизонту, оно движется равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если приложить силу под углом  $30^\circ$ ? Под каким углом нужно приложить силу, чтобы тело двигалось с максимальным ускорением?

104. Брусok массой 5 кг зажат между двумя колодами. Силы сжатия равны 150 Н, а коэффициент трения равен 0,2. Какую силу необходимо приложить для того, чтобы вытолкнуть его вверх?

105. Трамвай, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Через 12 с после начала движения мотор трамвая выключается, и трамвай движется до остановки равномерно. На всем пути движения коэффициент трения равен 0,01. Найти: 1) наибольшую скорость движения трамвая; 2) общую продолжительность движения; 3) ускорение трамвая при равнозамедленном движении; 4) общее расстояние, пройденное трамваем.

106. К потолку трамвайного вагона подвешен на нити шарик. Вагон тормозится и его скорость равномерно изменяется за 3 с от 18 км/ч до 6 км/ч. На какой угол отклонится при этом нить с шариком?

107. Четыре одинаковых бруска, каждый массой  $m$ , связаны нитями и положены на гладкий стол. К первому бруску приложена сила  $F$ . Определить силы натяжения нитей. Силами трения между брусками и столом пренебречь.

108. Какую силу надо приложить к вагону, стоящему на рельсах, чтобы вагон стал двигаться равноускоренно и за время 30 с прошел путь 11 м? Масса вагона 16000 кг. Во время движения на вагон действует сила трения равная 0,05 веса вагона.

109. Поезд массой  $4,2 \cdot 10^5 \text{ кг}$  после прекращения тяги тепловоза под действием силы трения  $9,8 \cdot 10^4 \text{ Н}$  останавливается через 1 мин. С какой скоростью шел поезд?

110. Молекула массой  $4,65 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ , летящая со скоростью 600 м/с нормально к стенке сосуда, ударяется о стенку и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти импульс силы, полученный стенкой за время удара.

111. Шар массой 10 кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой 4 кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.

112. В подвешенный мешок с песком весом 5 кг. Ударилась пуля массой 10 кг. При этом мешок откатился на высоту 10 см. Определить скорость пули при ударе.

113. Тело массой 3 кг скользит по горизонтальной плоскости под действием груза массой 1 кг, прикрепленного к концу шнура, привязанного к телу и перекинутого через неподвижный блок. Определить ускорение системы и силу натяжения шнура.

114. В лодке массой 240 кг стоит человек массой 60 кг. Лодка плывет со скоростью 2 м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью 4 м/с относительно лодки. Найти скорость лодки после прыжка человека: 1) вперед по движению; 2) в сторону противоположную движению лодки.

115. Деревянный брусок находится на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту  $45^\circ$ . С какой наименьшей силой, направленной перпендикулярно наклонной плоскости, нужно прижать брусок, чтобы он оставался в покое? Масса бруска равна 1 кг, коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью – 0,2.

116. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой 8 г. Жесткость пружины 120 Кн/м. Пружина была на 8 см. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета.

117. Автомобиль массой 1800 кг, двигаясь из состояния покоя по горизонтальному пути, через 10 с от начала движения достигает скорости 30 м/с. Определить силу тяги двигателя. Сопротивление движению не учитывать.

118. Поезд массой  $2 \cdot 10^2 \text{ кг}$ , движущийся со скоростью 36 км/ч, остановился, пройдя после начала торможения путь 350 м. Определить величину тормозящей силы и время торможения.

119. Лыжник массой 60 кг, имеющей в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается через 40 с после окончания спуска. Определить величину силы сопротивления.

120. На каком минимальном расстоянии от перекрестка должен начать тормозить при красном свете светофора автомобиль, движущийся со скоростью 80 км/ч, если коэффициент трения между шинами и дорогой равен 0,5?

#### ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

121. Два одинаковых проводящих шарика с зарядами  $q_1=9 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $q_2=3 \cdot 10^{-6}$  Кл вследствие притяжения соприкоснулись и вновь разошлись на расстояние 0,1 м. Определить заряд каждого шарика после соприкосновения и силу взаимодействия между ними.

122. На двух одинаковых капельках воды находится по лишнему электрону. Каков радиус капелек, если сила электростатического отталкивания уравнивает силу гравитационного притяжения?

123. Два шарика с плотностью материала  $\rho = 1,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, имеющие одинаковые массы, радиусы и заряды, подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины и опущены в керосин ( $\rho_k = 0,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>). Определить диэлектрическую проницаемость керосина, если угол расхождения нитей в воздухе и керосине одинаков.

124. На тонком кольце радиуса  $r=0,05$  м равномерно распределен заряд  $Q=5 \cdot 10^{-7}$  Кл. Определить силу, действующую на точечный заряд  $q=1 \cdot 10^{-9}$  Кл, находящийся на расстоянии  $r=0,2$  м.

125. Вокруг точечного заряда  $q_1=3 \cdot 10^{-9}$  Кл равномерно движется по окружности под действием силы притяжения маленький отрицательно заряженный шарик. Чему равно отношение заряда шарика к его массе, если радиус окружности 2 см, а угловая скорость вращения 3,0 рад/с?

126. Два маленьких проводящих шарика одного радиуса с разноименными зарядами притягиваются с силой  $4 \cdot 10^{-3}$  Н, когда расстояние между ними 30 см. После того, как шарики на короткое время привели в соприкосновение и вновь поместили на прежнее расстояние, сила электрического взаимодействия стала равной  $2,25 \cdot 10^{-3}$  Н. Определить заряды шариков до соприкосновения.

127. Заряженный шарик массой  $5,8 \cdot 10^{-4}$  кг подвешен на шелковых нитях, образующих угол  $90^\circ$  между собой. На расстоянии  $4,2 \cdot 10^{-2}$  м по вертикали снизу помещают другой шарик с зарядом такой же величины, но противоположным по знаку, при этом натяжение нити увеличивается вдвое. Определить заряд шарика и натяжение нити при наличии кулоновского взаимодействия. (См. рис. 2)

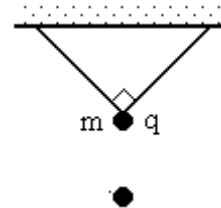


Рис.2

128. Электрическое поле образовано двумя зарядами  $5 \cdot 10^{-4}$  Кл и  $-5 \cdot 10^{-4}$  Кл, расположенными на расстоянии 10 см друг от друга в точках А и В. Какая сила будет действовать на капельку, находящуюся на оси симметрии на расстоянии 5 см от середины отрезка АВ, если заряд капельки равен 10 электронам. Какое первоначальное ускорение получит капелька, если ее масса  $4 \cdot 10^{-8}$  кг?

129. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau=10^{-7}$  Кл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $a=0,1$  м от его конца находится точечный заряд  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл. Определить силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

130. Два металлических шарика диаметром 4 см каждый находятся в трансформаторном масле ( $\epsilon=2,2$ ) на расстоянии 40 см между их центрами. Определить, с

какой поверхностной плотностью заряжены шарики, если они взаимодействуют с силой 2,2 кН.

131. Определить силу, которая действует на заряд  $5 \cdot 10^{-8}$  Кл, помещенный на середине расстояния между двумя точечными зарядами  $10^{-9}$  Кл и  $-2 \cdot 10^{-9}$  Кл, если они находятся в вакууме и расстояние между ними 0,2 м.

132. На расстоянии  $r=3$  м друг от друга расположены два точечных отрицательных заряда  $q_1 = -4 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = -3 \cdot 10^{-9}$  Кл. Когда в некоторой точке поместили заряд  $q_0$ , то все три заряда оказались в равновесии. Найти заряд  $q_0$  и расстояние между зарядами  $q_1$  и  $q_2$ .

133. Три одинаковых заряда величиной  $7 \cdot 10^{-9}$  Кл каждый помещены в вершинах равностороннего треугольника. Сила, действующая на каждый заряд,  $F=0,01$  Н. Определить длину стороны треугольника.

134. Электрон движется по направлению силовых линий однородного электрического поля, напряженность которого  $E=120$  В/м. Какое расстояние пролетит электрон до полной потери скорости, если его начальная скорость  $v_0=10^6$  м/с? За какое время будет пройдено это расстояние? Отношение заряда электрона к его массе равно  $1,758 \cdot 10^{11}$  Кл/кг.

135. Определить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $-4 \cdot 10^{-7}$  Кл, находящимся в скипидаре на расстоянии 10 см друг от друга.

136. Напряженность поля между обкладками плоского конденсатора 6000 В/м. Определить массу помещенной в это поле пылинки, если она несет заряд  $4,5 \cdot 10^{-11}$  Кл и находится в равновесии.

137. Однородное поле образовано заряженной бесконечной плоскостью. Определить силу, действующую на заряд 0,15 нКл, помещенный в поле плоскости, если поверхностная плотность заряда на ней  $2,0 \cdot 10^{-5}$  Кл/м<sup>2</sup>,  $\epsilon=1$ .

138. Тонкая проволока длиной  $l=10$  см равномерно заряжена с линейной плотностью  $\tau=10^{-8}$  Кл/м. Определить напряженность поля в точке, находящейся на расстоянии  $r=10$  см от проволоки.

139. В однородном электрическом поле, напряженность которого  $E=3 \cdot 10^4$  В/м, находится диполь длиной  $l=3,9 \cdot 10^{-11}$  м с зарядами, равными заряду электрона. Ось диполя составляет с направлением линий напряженностью угол  $\alpha=30^\circ$ . Найдите вращающий момент, действующий на диполь.

140. Система двух точечных электрических зарядов  $q_1=-10^{-8}$  Кл и  $q_2=10^{-8}$  Кл имеет электрический момент, равный  $P_e=5 \cdot 10^{-10}$  Кл. Определите напряженность поля в точках, расположенных на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии  $r_1=5$  см и  $r_2=2$  см от середины диполя.

141. На расстоянии 4 мм от прямой проволоки длиной 150 см, на которой равномерно распределен заряд  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл, находится пылинка с зарядом  $1,67 \cdot 10^{-16}$  Кл. Определить силу, действующую на пылинку.

142. Две плоские пластинки площадью 200 см<sup>2</sup>, заряженные равными зарядами, притягиваются, находясь в керосине, с силой  $2,5 \cdot 10^{-2}$  Н. Расстояние между пластинами столь мало, что напряженность поля можно рассчитывать по формуле для бесконечных плоскостей. Определить: а) находящиеся на них заряды; б) индукцию поля в керосине.

143. Бесконечная равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность  $\tau=9 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. Над ней находится алюминиевый шарик, заряженный количеством электричества  $q=3,68 \cdot 10^{-7}$  Кл. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал?

144. Два заряда  $q_1=2 \cdot 10^{-8}$  Кл и  $q_2=1,6 \cdot 10^{-7}$  Кл помещены на расстоянии 5 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 3 см и от второго на 4 см.

145. На какой угол в вакууме отклонится бузиновый шарик с зарядом  $4,9 \cdot 10^{-9}$  Кл и массой 0,4 г, подвешенный на шелковой нити, если его поместить в горизонтальное однородное поле с напряженностью  $10^5$  Н/Кл.

146. Какое первоначальное ускорение получит капелька массой 0,016 мг, потерявшая 100 электронов, если на расстоянии 3 см от нее поместить заряд  $2 \cdot 10^{-6}$  Кл?

147. На бесконечном тонкостенном цилиндре диаметром  $d=10$  см равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $G=10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность поля в точке, отстоящей от поверхности на  $a=0,05$  м.

148. Три одинаковые пластины большой площади расположены параллельно друг от друга на расстоянии 1 мм одна от другой. Заряды на пластинах распределены равномерно, поверхностные плотности равны  $G_1=2 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>,  $G_2=4 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>,  $G_3=-6 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность между пластинами.

149. Два точечных заряда  $q_1=2 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $q_2=-4 \cdot 10^{-7}$  Кл находятся в керосине на расстоянии  $d=10$  см друг от друга. Каковы напряженность и электрическое смещение в точке А, находящейся на расстоянии  $r_1=20$  см от одного и  $r_2=15$  см от другого заряда?

150. Два точечных заряда  $q_1=2q$  и  $q_2=-q$  находятся на расстоянии  $d$  друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность поля в которой равна нулю.

151. Известно, что градиент потенциала электрического поля Земли у ее поверхности направлен вертикально вниз и равен (в среднем) 130 В/м. Найти среднюю поверхностную плотность заряда Земли.

152. Определить потенциал точки поля, находящейся на расстоянии 15 см от центра заряженного проводящего шара радиусом 2 см, если поверхностная плотность заряда на шаре равна  $10^{-10}$  Кл/см<sup>2</sup>.

153. По тонкому кольцу радиуса  $R = 0,1$  м равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau=10^{-8}$  Кл/м. Определить потенциал в точке на оси кольца на расстоянии 0,05 м от центра.

154. Расстояние между зарядами диполя  $q=5 \cdot 10^{-8}$  Кл равно 0,2 м. Найти потенциал поля, созданного диполем, в точке, удаленной на  $a=0,1$  м, как от первого, так и от второго заряда.

155. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью  $G=5 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от плоскости на  $r_1=0,05$  м и  $r_2=0,1$  м.

156. Два проводящих шара, радиусы которых  $r_1=0,1$  м и  $r_2=0,05$  м, заряженные до потенциалов  $\varphi_1=20$  В и  $\varphi_2=10$  В соединяются тонким проводником. Найти поверхностные плотности  $G_1$  и  $G_2$  зарядов шаров после их соединения. Расстояние между шарами велико по сравнению с их радиусами.

157. Какую нужно совершить работу, чтобы перенести точечный заряд  $q=4 \cdot 10^{-8}$  Кл из точки, находящейся на расстоянии 1 м, в точку, находящуюся на расстоянии 0,01 м от поверхности шара радиусом 0,02 м с поверхностной плотностью заряда  $10^{-11}$  Кл/м<sup>2</sup>?

158. Положительные заряды  $q_1=3 \cdot 10^{-5}$  Кл и  $q_2=6 \cdot 10^{-5}$  Кл находятся в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Какую нужно совершить работу, чтобы сблизить заряды до расстояния в 0,5 м?

159. Диполь с электрическим моментом  $P_e=3 \cdot 10^{-10}$  Кл свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью  $E=1,5 \cdot 10^5$  В/м. Какую нужно совершить работу, чтобы повернуть его на  $180^\circ$ ?

160. В вершинах при основании прямоугольного равнобедренного треугольника расположены точечные заряды, одинаковые по абсолютной величине  $q_1=q_2=2 \cdot 10^{-8}$  Кл. Расстояние между зарядами 0,6 м. Определить потенциал в третьей вершине треугольника.



161. Электрон вылетает из точки, потенциал которой 6000 В, имея скорость, направленную вдоль поля и равную  $3 \cdot 10^7$  м/с. Определить потенциал точки, в которой скорость электрона станет равной нулю.

162. Электрон летит на отрицательный ион. Заряд иона равен трем зарядам электрона. В начальный момент электрон находится на очень большом расстоянии от иона и имеет скорость, равную  $10^5$  м/с. На какое наименьшее расстояние электрон может приблизиться к иону.

163. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью  $G=10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. На некотором расстоянии от плоскости, параллельно ей расположен круг радиусом  $r=0,1$  м. Вычислить поток вектора напряженности через этот круг.

164. Определить потенциал шара, если известно, что на расстоянии 10 м от его поверхности потенциал электрического поля равен 20 В, радиус шара 0,1 м.

165. Электрон летит от точки А к точке В. Между этими точками имеется разность потенциалов 100 В. Какую скорость будет иметь электрон в точке В, если его скорость в точке А была равна нулю? Отношение заряда электрона к его массе  $e/m=5,93 \cdot 10^{11}$  Кл/кг.

166. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом 0,1 м. Он равномерно заряжен с линейной плотностью  $3 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. Определить потенциал в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии 0,2 м от его центра.

167. Определить потенциал поля, создаваемого точечным диполем с электрическим моментом  $P_e=4 \cdot 10^{-9}$  Кл·м на расстоянии 0,1 м от центра диполя, в направлении, составляющем угол  $\alpha=60^\circ$  с вектором электрического момента.

168. Металлический шарик диаметром 0,2 м заряжен отрицательно до потенциала 150 В. Сколько электронов находится на поверхности шарика.

169. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью заряда  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить численное значение и направление градиента потенциала электрического поля, созданного этой плоскостью.

170. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью  $G=8$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов двух точек поля, находящихся на расстояниях  $r_1=5$  см и  $r_2=10$  см от плоскости.

171. Электрическое поле создано тонкой бесконечной длинной равномерно заряженной  $\tau=0,1$  Кл/м от нити находится плоская круглая рамка радиусом  $r=0,1$  м. Определить поток вектора индукции через площадь рамки, если плоскость ее составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с силовой линией, проходящей через середину площади.

172. Металлический шарик диаметром  $d=5$  см заряжен отрицательно до потенциала  $\varphi=100$  В. Сколько электронов образует заряд и где расположен заряд?

173. Тонкий стержень длиной  $l=1$  м несет равномерно распределенный заряд  $q=2$  нКл. Определить разность потенциалов двух точек электрического поля, лежащих на расстояниях  $r_1=10$  см и  $r_2=20$  см от стержня.

174. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенной по длине нити заряд с линейной плотностью  $\tau=2$  нКл/м. Чему равен градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние  $a=20$  см от нити? Каково направление градиента потенциала?

175. Заряд  $q=2 \cdot 10^{-6}$  Кл равномерно распределен по объему шарика радиусом  $R=4 \cdot 10^{-2}$ . Найти потенциал в центре шара, диэлектрическая проницаемость внутри и вне шара равна 1.

176. Диполь с электрическим моментом  $P_e=10^{-7}$  Кл·м свободно установился в однородном электрическом поле с напряженностью  $10^4$  В/м. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол  $\alpha=60^\circ$ .

177. Найти потенциальную энергию системы трех точечных зарядов  $q_1=10^{-8}$  Кл,  $q_2=2 \cdot 10^{-8}$  Кл,  $q_3=-3 \cdot 10^{-8}$  Кл, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a=0,1$  м.

178. Тонкий стержень согнут в кольцо радиуса 0,1 м. он заряжен с линейной плотностью  $3 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии 0,2 м от центра его?

179. Бесконечная плоскость заряжена с поверхностной плотностью  $3,54 \cdot 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>. По направлению силовой линии поля, созданного плоскостью, летит электрон. Определить минимальное расстояние, на которое может подойти к плоскости электрон, если на расстоянии 0,05 м он имел кинетическую энергию  $12,8 \cdot 10^{-15}$  Дж.

180. Пылинка массой  $10^{-12}$  кг, несущая на себе пять электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов  $3 \cdot 10^6$  В. Какова кинетическая энергия пылинки? Какую скорость приобрела пылинка?

181. Определить емкость конденсатора, для изготовления которого использовали ленту алюминиевой фольги длиной 157 см и шириной 9 см. Толщина парафинированной бумаги 0,1 мм, ее относительная диэлектрическая проницаемость равна 2. Какая энергия запасена в конденсаторе, если он заряжен до рабочего напряжения 400 В?

182. Определить заряд в плоском конденсаторе емкостью 0,02 мкФ, если напряженность поля в конденсаторе 320 В/см, а расстояние между пластинами 0,5 см. Каким будет напряжение на пластинах, если зазор между ними увеличить в 2 раза? Определить энергию конденсатора в обоих случаях.

183. Площадь пластины слюдяного конденсатора 36 см<sup>2</sup>, толщина слоя 0,15 см. Вычислить емкость, заряд.

184. Площадь пластины слюдяного конденсатора 36 см<sup>2</sup>, толщина слоя 0,15 см. Вычислить емкость конденсатора, заряд, энергию, если разность потенциалов на его обкладках 300 В, а диэлектрическая проницаемость слюды 7. Определить также диэлектрическую восприимчивость слюды, поверхностные плотности зарядов на слюде и обкладках, вектор поляризации.

185. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского воздушного конденсатора на 0,4 мм. Площадь каждой пластины равна  $6,28 \cdot 10^4$  мм<sup>2</sup>, заряд составляет  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл.

186. Площадь каждой пластины слюдяного конденсатора 300 см<sup>2</sup>, толщина слюды 1 мм, диэлектрическая проницаемость слюды 7. Какая разность потенциалов была приложена к пластинам, если известно, что при разрядке конденсатора выделялось 0,21 Дж тепла?

187. Плоский воздушный конденсатор емкостью  $1,6 \cdot 10^3$  пФ зарядили до разности потенциалов 500 В, отключили от источника напряжения и увеличили расстояние между пластинами в 2 раза. Определить разность потенциалов на пластинах конденсатора после их раздвижения и работу, совершенную внешними силами для их раздвижения.

188. Конденсатор неизвестной емкости с напряжением 1000 В соединили параллельно с другим конденсатором емкостью 2 мкФ и напряжением на обкладках 400 В. Какова емкость первого конденсатора, если после их соединения напряжение на обкладках стало 570 В? Определить общий заряд.

189. Конденсатор емкостью 6 мкФ и напряжением 400 В соединили параллельно с незаряженным конденсатором емкостью 10 мкФ. Какое установилось напряжение на обкладках обоих конденсаторов? Как распределился заряд?

190. Определить емкость плоского конденсатора с площадью пластины 20 см<sup>2</sup>, который содержит в качестве диэлектрика слой слюды  $3 \cdot 10^{-3}$  мм и слой парафинированной бумаги толщиной  $1 \cdot 10^{-3}$  мм. Для слюды диэлектрическую проницаемость принять  $\epsilon=6$ , для бумаги  $\epsilon=2$ . Определить также в каждом слое напряженность  $E$  и вектор смещения  $D$  при напряжении 120 В.

191. Три конденсатора соединены как показано на рис.3. Напряжение, подведенное к точкам А и В, равно 250 В,  $C_1=1,5$  мкФ,  $C_2=3$  мкФ,  $C_3=4$  мкФ. Какой заряд накоплен конденсаторами? Чему равна энергия всех конденсаторов?

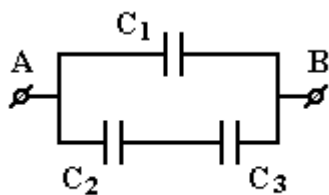


Рис. 3

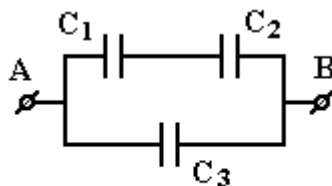


Рис. 4

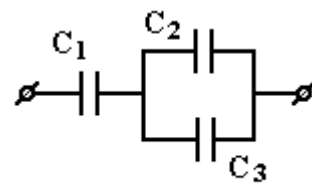


Рис. 5

192. Емкость конденсаторов батареи равна 3,8 мкФ.

Какова емкость первого конденсатора, если  $C_2=1$  и  $C_3=4$  мкФ, а подведенное напряжение 220В? См. рис.4.

193. Два конденсатора с емкостью 4 и 1 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 220 В. Определить общую емкость, энергию. Как распределится напряжение между конденсаторами?

194. Три конденсатора с емкостью  $C_1=1$ ,  $C_2=1$ ,  $C_3=2$  мкФ соединены, как показано на рис. 5 и подключены к источнику постоянного напряжения 120 В. Какова общая емкость? Определить заряд и напряжение на каждом конденсаторе, общую энергию.

195. Какой заряд необходимо передать плоскому конденсатору емкостью 0,015 мкФ, чтобы пылинка массой  $1 \cdot 10^{-11}$  г, потерявшая  $N=20$  электронов, могла находиться в равновесии в поле этого конденсатора? Расстояние между пластинами 2,5 мм.

196. В плоский воздушный конденсатор параллельно его пластинам влетает электрон со скоростью  $3 \cdot 10^5$  м/с, при вылете из конденсатора, при вылете из конденсатора он смещается на  $1,76 \cdot 10^{-3}$  м от своего первоначального направления. Определить отношение заряда электрона к его массе, если длина конденсатора 3 см, расстояние между пластинами  $2 \cdot 10^{-2}$  м и разность потенциалов между пластинами 400 В.

197. Электрон летит от одной пластины плоского конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами равна 3 кВ, расстояние между пластинами 5 мм. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение электрона; 3) скорость, с которой электрон приходит ко второй пластине; 4) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 5) поток вектора напряженности.

198. Найти емкость земного шара. Радиус земного шара принять 6400 км. На сколько изменится потенциал земного шара, если ему сообщить 2 Кл заряда?

199. Восемь заряженных водяных капель радиусом 1 мм и зарядом в  $10^{-10}$  Кл каждая сливаются в одну общую каплю. Найти потенциал большой капли.

200. Площадь каждой пластины плоского конденсатора 1 м<sup>2</sup>, расстояние между пластинами 1,5 мм. Конденсатор заряжен до потенциала 300 В. Найти емкость конденсатора, энергию, поверхностную плотность заряда на пластинах.

201. Между пластинами плоского конденсатора, находящимися на расстоянии  $d=1$  см друг от друга, приложена разность потенциалов  $U=300$  В. В пространстве между пластинами помещается пластинка стекла  $d_1=0,5$  см,  $\epsilon=6$  и пластинка парафина  $d_2=0,5$  см,  $\epsilon=2$ . Найти: 1) напряженность электрического поля в каждом слое; 2) падение потенциала в каждом слое; 3) емкость конденсатора, если площадь пластины  $S=100$  см; 4) поверхностную плотность заряда на пластинах; 5) поток вектора смещения.

202. Пластины плоского конденсатора площадью 100 см<sup>2</sup> каждая притягиваются друг к другу с силой  $3 \cdot 10^{-2}$  Н. Пространство между пластинами заполнено слюдой  $\epsilon=6$ . Найти: 1) заряды, находящиеся на пластинах; 2) напряженность поля между пластинами; 3) вектор смещения.

203. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора площадью 100 см<sup>2</sup> каждая равна 280 В. Поверхностная плотность заряда на пластинах  $4,95 \cdot 10^{-11}$

Кл/см<sup>2</sup>. Найти: 1) напряженность поля внутри конденсатора; 2) расстояние между пластинами; 3) емкость; 4) энергию; 5) силу притяжения пластин конденсатора.

204. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см<sup>2</sup> и расстоянием 1 мм заряжен 100 В. Затем пластины раздвигаются до расстояния 25 мм. Найти энергию конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением 1) не отключается; 2) отключается.

205. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком, диэлектрическая восприимчивость которого равна 0,5. На пластины, расстояние между которыми равно 5 мм, подано напряжение 4 кВ. Найти поверхностную плотность зарядов на диэлектрике, на пластинах, а также величину вектора поляризации.

206. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом ( $\epsilon$ ). На пластины, расстояние между которыми равно 4 мм, подано напряжение 1200 В. Найти: 1) напряженность  $E$ ; 2) величину вектора смещения  $D$ ; 3) поверхностную плотность связанного заряда на стекле; 4) вектор поляризации; 5) диэлектрическую восприимчивость.

207. Между обкладками плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 2 кВ, зажата стеклянная пластина ( $\epsilon$ ) толщиной 5 мм, площадью 100 см<sup>2</sup>. Определить вектор поляризации и энергию поляризованной стеклянной пластины.

208. Между обкладками плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 3 кВ, зажата стеклянная пластина ( $\epsilon=7$ ) толщиной 6 мм, площадью 100 см<sup>2</sup>. Определить диэлектрическую восприимчивость, поток вектора напряженности и вектора смещения в стекле.

209. Между обкладками плоского конденсатора, расстояние между которыми 2 мм, находится диэлектрик. На обкладках напряжение 600 В. Если, отключив источник напряжения, вынуть диэлектрик из конденсатора, то разность потенциалов на пластинах конденсатора возрастает до 1800 В. Найти: 1) поверхностную плотность связанных зарядов на диэлектрике; 2) вектор смещения; 3) диэлектрическую восприимчивость.

210. Между пластинами плоского конденсатора находится парафин ( $\epsilon=6$ ). При соединении к источнику напряжения давление пластин на парафин стало равным 5 Н/м<sup>2</sup>. Найти: 1) напряженность электрического поля и вектор смещения; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на парафине и на пластинах конденсатора; 3) объемную плотность энергии электрического поля; 4) диэлектрическую восприимчивость.

211. Пространство между пластинами плоского конденсатора объемом 20 см<sup>3</sup> заполнено диэлектриком ( $\epsilon=5$ ), пластины конденсатора присоединены к источнику напряжения, при этом поверхностная плотность связанных зарядов на диэлектрике равна  $8,35 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. Какую работу надо совершить, чтобы вытащить диэлектрик из конденсатора: 1) когда источник включен; 2) когда отключен.

212. Определить плотность тока в железном проводнике длиной 10 м, если провод находится под напряжением 6 В.

213. Зашунтированный амперметр измеряет токи силой до 10 А. Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если сопротивление амперметра 0,02 Ом и сопротивление шунта 5 мОм?

214. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента 1,2 В, внутреннее сопротивление 0,2 Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление 1,5 Ом. Найти силу тока во внешней цепи. Рис. 6.

215. Две батареи ( $E_1=10$  В,  $r_1=1$  Ом,  $E_2=8$  В,  $r_2=2$  Ом) и реостат ( $r=6$  Ом) соединены как показано на рисунке 6. Найти силу тока в батареях и реостате.

216. Два источника тока ( $E_1=8$  В,  $r_1=2$  Ом,  $E_2=6$  В,  $r_2=1,5$  Ом) и реостат ( $r=10$  Ом) соединены, как показано на рисунке 7. Вычислить силу тока, текущего через реостат.

217. Три сопротивления  $r_1=5$  Ом,  $r_2=1$  Ом,  $r_3=3$  Ом, а также источник тока  $\varepsilon_1=1,4$  В соединены, как показано на рисунке 8. Определить ЭДС источника тока, который надо подключить в цепь между точками А и В, чтобы через сопротивление  $r_3$  шел ток силой 1 А в направлении, указанном стрелкой. Сопротивлением источника тока пренебречь.

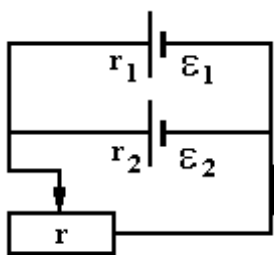


Рис. 6

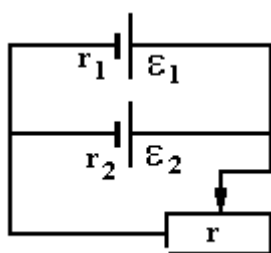


Рис. 7

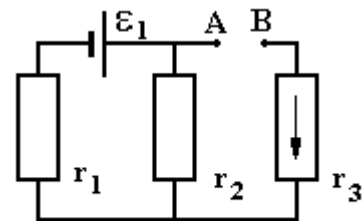


Рис. 8

218. ЭДС батареи 12 В, сила тока короткого замыкания 5 А. Какую наибольшую мощность может дать батарея во внешней цепи?

219. ЭДС батареи 20 В. Сопротивление внешней цепи 2 Ом, сила тока 4 А. С каким КПД работает батарея?

220. К зажимам аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС батареи 24 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность 80 Вт. Вычислить силу тока в цепи и КПД нагревателя.

221. Внутреннее сопротивление гальванометра 680 Ом. Как и какое сопротивление нужно подключить к нему, чтобы можно было измерить ток силой 2,5 А? Шкала гальванометра рассчитана на 300 мкА.

222. При внешнем сопротивлении  $R_1=3$  Ом ток в цепи  $I_1=0,3$  А, при  $R_2=5$  Ом,  $I_2=0,2$  А. Определить ток короткого замыкания источника.

223. Какой следует взять диаметр медного провода, чтобы падение напряжения на нем на расстоянии 1400 м равнялось 1 В при токе в 1 А.

224. Батарея включена на сопротивление  $R=10$  Ом и дает ток силой  $I_1=3$  А. Если ту же батарею включить на сопротивление  $R_2=20$  Ом, то сила тока будет  $I_2=1,6$  А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

225. Имеется прибор с ценой деления 10 мкА. Шкала прибора имеет 100 делений, внутреннее сопротивление 100 Ом. Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжений до 100 В или амперметр для измерения тока до 1 А?

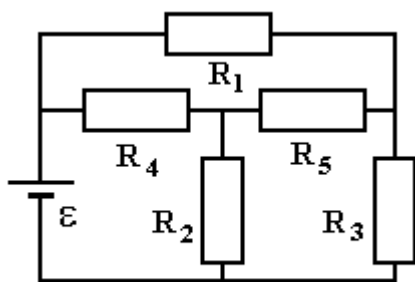


Рис. 9

226. В цепи постоянного тока  $\varepsilon=10$  В,  $R_1=5$  Ом,  $R_2=R_3=1$  Ом,  $R_4=R_5=3$  Ом. Найти силы токов в каждой ветви. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. См. рис. 9.

227. Определить плотность тока в медной проволоке длиной 10 м, если разность потенциалов на ее концах 12 В.

228. Рассчитать длину хромовой спирали для электрической плитки, на которой за 8 минут можно было бы довести до кипения 2 л воды; начальная температура воды  $20^{\circ}\text{C}$ , КПД установки 60%, диаметр проволоки  $8 \cdot 10^{-4}$  м, напряжение 220 В, удельное сопротивление нихрома  $10^{-6}$  Ом·м.

229. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 0,08 Ом при токе 4 А отдаст во внешнюю цепь 8 Вт. Какую мощность отдаст он во внешнюю цепь при токе в 6 А?

230. Определить количество меди, нужное для устройства двухпроводной линии длиной 5 км. Напряжение на шинах станции 2400 В. Передаваемая потеря напряжения в проводнике 8%, удельный вес меди 8900 кг/м<sup>3</sup>, удельное сопротивление  $0,017 \cdot 10^{-6}$  Ом·м.

231. Два аккумулятора с одинаковым внутренним сопротивлением  $0,050$  м и  $\varepsilon_1=1,8$  В;  $\varepsilon_2=2$  В включены параллельно в качестве источников в цепь, сопротивление которой  $2$  Ом. Найти токи во внешней цепи и в каждом аккумуляторе.

232. Элементы цепи, схема которой изображена на рисунке 10, имеют следующие значения:  $\varepsilon_1=1,5$  В;  $\varepsilon_2=1,6$  В;  $R_1=1$  кОм,  $R_2=2$  кОм. Определить показание вольтметра, если его сопротивление  $2$  кОм.

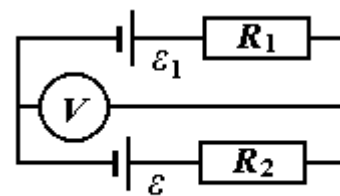


Рис. 10

233. Два источника с различными ЭДС и внутренними сопротивлениями включены параллельно с сопротивлением. Чему равен ток через это сопротивление? См рис.11.

234. Определить суммарный импульс электронов в прямом проводе длиной  $10$  км при силе тока  $400$  А.

235. Определить удельное сопротивление проводника длиной  $2$  м, если при плотности тока  $10^6$  А/м<sup>2</sup> на его концах поддерживается разность потенциалов  $2$  В.

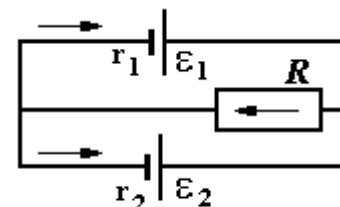


Рис. 11

236. Какая мощность выделяется в единице объема проводника длиной  $0,2$  м, если на его концах поддерживается разность потенциалов  $4$ В?  $\rho=10^{-6}$  Ом·м/.

237. Сопротивление цепи, данные которой приведены на рисунке 12, подобраны так, что ток через батарею с  $E_1$  не идет. Чему равны напряжение  $U_2$  на зажимах сопротивления  $R_2$  и сила тока  $I_3$  через сопротивление  $R_3$ ? Внутренними сопротивлениями батарей пренебречь.

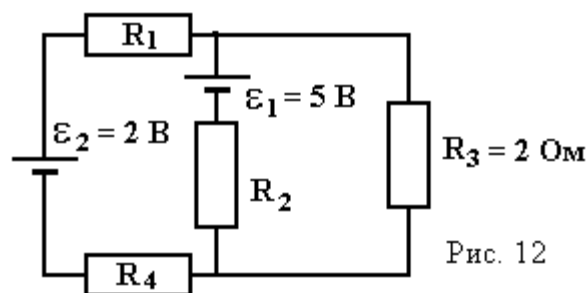


Рис. 12

238. Элементы  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  включены в цепь, показано на рисунке 13. Определить силы токов, текущих в сопротивлениях  $r_1$  и  $r_2$ , если  $\varepsilon_1=10$  В,  $\varepsilon_2=4$  В,  $r_1=r_2=2$  Ом. Сопротивлением элементов пренебречь  $r_2=r_3=4$  Ом.

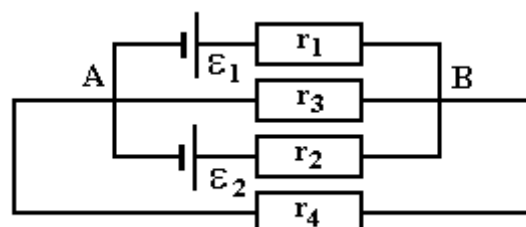


Рис. 13

239. Два элемента  $\varepsilon_1=1,2$  В,  $r_1=0,1$  Ом,  $\varepsilon_2=0,9$  В,  $r_2=0,3$  Ом соединены одноименными полюсами, сопротивление соединительных проводов  $0,2$  Ом. Определить силу тока в цепи.

240. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки  $40$  В, сопротивление реостата  $10$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $120$  Вт. Найти силу тока в цепи.

## МАГНЕТИЗМ

241 По круговому витку радиусом  $100$  мм циркулирует ток силы  $1$ А. Найти магнитную индукцию: а) в центре витка; б) на оси витка на расстоянии  $100$  мм от его центра.

242. Какова магнитная индукция в центре тонкого кольца, по которому идет ток  $10$  А? Радиус кольца  $5$  см.

243. По обмотке очень короткой катушки (кольца) радиусом  $16$  см течет ток силой  $5$  А. Сколько витков проволоки намотано на катушку, если напряженность магнитного поля в ее центре  $800$  А/м?

244. По проводнику в виде тонкого кольца радиусом 10 см течет ток. Чему равна сила этого тока, если индукция магнитного поля в точке А (см. рис. 14) равна  $10^{-5}$  Тл? Угол  $\beta = 10^\circ$ .

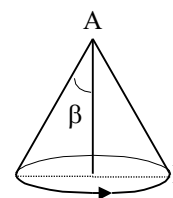


Рис.14

245. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течет ток 60 А. Стороны прямоугольника 30 см и 40 см. Какое значение имеет магнитная индукция в точке пересечения диагоналей?

246. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка радиусом 8 см равна 30 А/м. Определить напряженность поля на оси витка в точке, расположенной на расстоянии 6 см от центра витка.

247. Катушка длиной 20 см содержит 200 витков. По обмотке катушки идет ток 5 А. Диаметр катушки 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии 10 см от ее конца.

248. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром 0,5 мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова напряженность магнитного поля внутри соленоида при силе тока 4 А? Толщиной изоляции пренебречь.

249. По тонкому проводящему кольцу радиусом 5 см течет ток 10 А. Найти магнитную индукцию в точке, находящейся на оси кольца на расстоянии 30 см от его центра.

250. Катушка длиной 10 см содержит 100 витков. По обмотке катушки идет ток 5 А. Диаметр катушки 10 см. Определить магнитную индукцию в центре катушки.

251. Обмотка соленоида содержит 100 витков, длина соленоида 0,5 м, диаметр витка 1 см. По обмотке течет ток  $I$  А. Определить напряженность и индукцию магнитного поля внутри соленоида.

252. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Чему равна магнитная индукция в точке, удаленной на расстоянии 5 см от проводника?

253. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут токи в противоположных направлениях  $I_1 = I_2 = 10$  А. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного провода и от другого провода 3 см.

254. Расстояние между двумя длинными параллельными проводами 5 см. По проводам в одном направлении текут токи силой 3 А каждый. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 4 см от одного и 3 см от другого провода.

255. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводниками 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной от первого проводника на 25 см и от второго на 40 см.

256. По двум параллельным бесконечно длинным проводникам текут токи 20 А и 30 А в одном направлении. Расстояние между проводниками 10 см. Вычислить магнитную индукцию в точке, удаленной от обоих проводников на одинаковое расстояние 10 см.

257. Два бесконечно длинных прямых проводника скрещены под прямым углом. По проводникам текут токи 80 А и 60 А. Расстояние между проводниками 10 см. Чему равна магнитная индукция в точке, одинаково удаленной от обоих проводников?

258. По двум бесконечно длинным прямым проводникам, скрещенным под прямым углом, текут токи 30 А и 40 А. Расстояние между проводниками 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводников на расстояние, равное 20 см.

259. Бесконечно длинный прямой проводник согнут под прямым углом (Рис. 15). По проводнику течет ток 20 А. Какова магнитная индукция в точке А, если  $r = 5$  см?

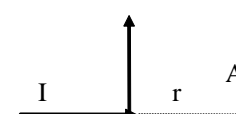


Рис. 15

260. По бесконечно длинному прямому проводнику, изогнутому, как показано на рисунке 16, течет ток 100 А.

Определить магнитную индукцию в точке O, если

$R = 10$  см.

261. Бесконечно длинный прямой проводник согнут под прямым углом. По проводнику течет ток 100 А. Вычислить магнитную индукцию в точке, лежащей на биссектрисе угла на расстоянии 10 см от вершины угла.

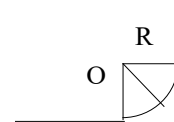


Рис. 16

262. По бесконечно длинному проводнику, согнутому под углом  $120^\circ$ , течет ток 50 А. Найти магнитную индукцию в точке, лежащей на биссектрисе угла и удаленной от вершины его на расстояние 5 см.

263. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток 40 А. Сторона треугольника 30 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения высот.

264. По контуру в виде квадрата течет ток силой 50 А. Сторона квадрата 50 см. Чему равна магнитная индукция в точке пересечения диагоналей?

265. По тонкому проводящему кольцу радиусом 10 см течет ток 80 А. Найти магнитную индукцию в точке, равноудаленной от всех точек кольца на 20 см.

266. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 3,14 А. Круговой виток расположен так, что плоскость витка параллельна прямому проводнику, а перпендикуляр, опущенный на него из центра витка равен 20 см. Радиус витка 30 см. Найти магнитную индукцию в центре витка.

267. Соленоид длиной 20 см имеет 200 витков. При какой силе тока напряженность магнитного поля в средней части соленоида равна 2000 А/м?

268. Какой величины ток должен быть в цепи, состоящей из 5 близко расположенных витков с радиусом 20 см, чтобы напряженность поля в центре была равна 80 А/м?

269. Круговой виток диаметром 0,2 м намотан из 100 витков тонкого провода, по которому течет ток силой 50 А. Найти индукцию магнитного поля в центре витка и на расстоянии 100 мм от центра на оси витка.

270. На длинный соленоид виток к витку намотан провод, диаметр которого равен  $d$ . По проводнику течет ток силой  $I$ . Найти индукцию магнитного поля в центре и вершине катушки. Сделать расчет при  $d = 0,1$  мм,  $I = 5$  А.

271. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 в, движется параллельно прямолинейному длинному проводу на расстоянии 4 мм. от него. Какая сила подействует на электрон, если по проводнику пустить ток 5а?

272 В однородном магнитном поле электрон движется по спирали, диаметр которой 80 мм, шаг 200 мм. Определить скорость электрона, если индукция поля  $5 \cdot 10^{-3}$  Тл.

273. Определить силу Лоренца, действующую на электрон, влетевший под углом  $30^\circ$  в магнитное поле, индукция которого 0,2 Тл. Скорость электрона  $4 \cdot 10^6$  м/с.

274. Ион, несущий элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,015 Тл по окружности радиусом 10 см. Чему равен импульс электрона?

275. Двукратно ионизированный атом гелия ( $\alpha$ -частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью  $10^5$  А/м по окружности радиусом 10 см. Найти скорость  $\alpha$ -частицы.

276. Вычислить радиус дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией  $1,5 \cdot 10^{-2}$  Тл, если скорость протона  $2 \cdot 10^6$  м/с.

277. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл. Определить момент импульса, которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом 0,2 см.

278. Электрон движется в магнитном поле с индукцией 0,02 Тл по окружности радиусом 1 см. Какова кинетическая энергия электрона в джоулях и электронвольтах?

279. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица,



находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будет отличаться радиус кривизны траектории начала и конца пути?

280. Заряженная частица, двигаясь в магнитном поле по дуге окружности радиусом 2 см, прошла через свинцовую пластину, расположенную на пути частицы. Вследствие потери энергии частицей радиус кривизны траектории изменился и стал равным 1 см. Определить относительное изменение энергии частицы.

281. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 0,3 Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить радиус окружности.

282. Заряженная частица, обладающая скоростью  $2 \cdot 10^6$  м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией 0,52 Тл. Найти отношение заряда частицы к его массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом 4 см. Определить по этому отношению, какая это частица.

283. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов 2000 В, движется в однородном магнитном поле с индукцией  $1,51 \cdot 10^{-2}$  Тл по окружности радиусом 1 см. Чему равно отношение заряда к ее массе и какова скорость частицы?

284. Заряженная частица с энергией 1 кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом 1 мм. Какова сила, действующая на частицу со стороны поля?

285. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл перпендикулярно линиям поля. Определить силу, действующую на электрон со стороны поля, если радиус кривизны траектории 0,5 см.

286. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью 4000 А/м со скоростью 10000 м/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти силу, с которой поле действует на электрон и радиус окружности, по которой он движется.

287. Протон с энергией 1 МэВ влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции ( $B = 1$  Тл). Какова должна быть протяженность поля в направлении, по которому летел протон, когда находился вне поля, чтобы оно изменило направление движения протона на противоположное?

288. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле напряженностью  $10^4$  А/м. Вычислить период обращения электрона.

289. Определить частоту обращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, магнитная индукция которого 0,2 Тл.

290. Электрон в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется по окружности. Найти величину эквивалентного кругового тока, создаваемого движением электрона.

291. Электрон, влетев в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл, стал двигаться по окружности радиусом 5 см. Чему равна величина магнитного момента эквивалентного кругового тока?

292. Два однозарядных иона, пройдя одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Один ион, масса которого 12 а.е.м., описал дугу окружности радиусом 4 см. Определить массу другого иона, который описал дугу окружности радиусом 4,9 см.

293. Два иона, имеющие одинаковый заряд, но различные массы, влетели в однородное магнитное поле. Первый ион начал двигаться по окружности радиусом 5 см, второй ион - по окружности радиусом 2,5 см. Найти отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

294.  $\alpha$ -частица влетела со скоростью  $2 \cdot 10^4$  м/с в магнитное поле, индукция которого 2 Тл. Найти радиус кривизны траектории  $\alpha$ -частицы в магнитном поле.

295. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $9 \cdot 10^{-3}$  Тл по винтовой линии, радиус которой 1 см и шаг 7,8 см. Определить период обращения электрона и его скорость.

296. Найти угловую скорость обращения электрона по окружности, которую он описывает в однородном магнитном поле, если магнитная индукция поля равна  $2 \cdot 10^{-2}$  Тл.

297. По приближенным представлениям теории Бора электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите, радиус которой  $5,3 \cdot 10^{-9}$  см. Определить, какое магнитное поле создает он в центре круговой орбиты.

298. Электрон влетает в однородное магнитное поле, магнитная индукция которого  $10^{-3}$  Тл, со скоростью  $6 \cdot 10^6$  м/с. Направление скорости составляет угол  $30^\circ$  с направлением поля. Определить траекторию радиуса и шаг движения электрона в магнитном поле.

299. Электрон, разогнанный в электрическом поле напряжением 20 кВ, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. Вектор скорости образует угол  $75^\circ$  с направлением вектора индукции. Определить форму траектории.

300. Альфа-частица движется в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл по окружности радиусом 49 см в плоскости, перпендикулярной силовым линиям. Определить скорость и кинетическую энергию частицы.

301. В однородное магнитное поле с напряженностью  $7,95 \cdot 10^3$  А/м помещена квадратная рамка со стороной 4 см, имеющая 10 витков. Плоскость рамки составляет с направлением магнитного поля угол  $30^\circ$ . Определите: а) магнитный поток, пронизывающий рамку, б) работу, совершенную магнитным полем при повороте рамки к положению равновесия, если по витку пустить ток 5 А.

302. Виток, по которому течет ток 20 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,016 Тл. Диаметр витка 10 см. Какую работу надо совершить для поворота витка на угол  $\pi/2$  и  $2\pi$  относительно оси, совпадающей с диаметром?

303. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи 20 А и 30 А в одном и том же направлении. Какую работу нужно совершить (на единицу длины проводника), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния 20 см?

304. Плоский контур, площадь которого  $300 \text{ см}^2$ , находится в однородном магнитном поле, индукция которого 0,01 Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям поля. В контуре поддерживается неизменный ток 10 А. Определить работу внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

305. В однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл находится прямой проводник длиной 8 см, расположенный перпендикулярно к линиям индукции. По проводнику течет ток 2 А, величина которого поддерживается неизменной. Под действием сил поля проводник переместился на расстояние 5 см. Найти работу сил поля.

306. Два прямолинейных проводника, по которым текут равные токи в одном и том же направлении, расположены параллельно на некотором расстоянии друг от друга. Какой ток течет по проводникам, если для удаления проводников на вдвое большее расстояние нужно совершить работу (на единицу длины)  $5,5 \cdot 10^{-5}$  Дж/м?

307. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной 10 см, течет ток 20 А, величина которого поддерживается неизменной. Плоскость квадрата составляет угол  $20^\circ$  с линиями однородного магнитного поля ( $B = 0,1$  Тл). Вычислить работу, которую необходимо совершить для того, чтобы удалить проводник за пределы поля.

308. По кольцу, сделанному из тонкого гибкого проводника радиусом 10 см, течет ток 100 А. Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено магнитное поле, индукция которого 0,1 Тл. Собственное магнитное поле кольца и внешнее поле совпадают. Чему равна работа внешних сил, которые, действуя на проводник, деформировали его и придали форму квадрата? Сила тока при этом поддерживалась неизменной.

309. Виток, по которому течет ток силой 20 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,016 Тл. Диаметр витка 10 см. Какую работу нужно

совершить, чтобы повернуть виток на угол  $90^\circ$  относительно оси, совпадающей с диаметром?

310. Круговой контур помещен в однородное магнитное поле так, что плоскость контура перпендикулярна силовым линиям поля. Напряженность магнитного поля  $80 \text{ А/м}$ . По контуру течет ток силой  $2 \text{ А}$ . Радиус контура  $2 \text{ см}$ . Какую работу надо совершить, чтобы повернуть контур на  $90^\circ$  вокруг оси, совпадающей с диаметром контура?

311. В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $0,5 \text{ Тл}$ , движется равномерно проводник длиной  $10 \text{ см}$ . По проводнику течет ток силой  $2 \text{ А}$ . Скорость движения проводника  $20 \text{ см/с}$  и направлена перпендикулярно направлению магнитного поля. Найти работу переменного проводника за  $10 \text{ с}$  движения и мощность, затраченную на это движение.

312. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от  $200 \text{ А/м}$  до  $800 \text{ А/м}$ . Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля.

313. Какую работу надо затратить на перемещение проводника длиной  $0,4 \text{ м}$  с током  $21 \text{ А}$  в однородном магнитном поле с индукцией  $1,2 \text{ Тл}$  на  $0,25 \text{ м}$ ? Проводник движется перпендикулярно к силовым линиям.

314. Рамка, содержащая  $25$  витков, расположена в магнитном поле так, что через нее проходит внешний магнитный поток  $0,012 \text{ Вб}$ . Когда по виткам пропустили ток в  $8,5 \text{ А}$ , рамка повернулась и через нее стал проходить внешний магнитный поток  $0,077 \text{ Вб}$ . Определить работу при повороте рамки.

315. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,06 \text{ Тл}$  находится рамка, состоящая из  $200$  витков и могущая вращаться вокруг оси, перпендикулярной силовым линиям поля. Когда по виткам течет ток  $0,5 \text{ А}$ , рамка располагается перпендикулярно к силовым линиям поля. Какую работу надо произвести, чтобы повернуть рамку из этого положения на  $1/4$  оборота? На целый оборот?

316. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,25 \text{ Тл}$  находится плоское кольцо с радиусом  $25 \text{ см}$ , в которой  $75$  витков. Плоскость кольца составляет угол  $60^\circ$  с направлением магнитных силовых линий. Определить вращающий момент, действующий на кольцо в магнитном поле, чтобы удалить это кольцо из магнитного поля, если по ее виткам течет ток  $8 \text{ А}$ .

317. Рамка гальванометра длиной  $4 \text{ см}$  и шириной  $1,5 \text{ см}$ , содержащая  $200$  витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией  $0,1 \text{ Тл}$ . Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найти вращающий момент, действующий на рамку, когда по ней течет ток силой  $1 \text{ мА}$ .

318. Квадратная рамка со стороной  $10 \text{ см}$  расположена около очень длинного провода с током  $10 \text{ А}$ , так, что две стороны рамки параллельны проводу и отстоят от него на расстоянии  $20 \text{ см}$ . Чему будет равен вращающий момент, действующий на рамку, если по нему пропустить ток  $10 \text{ А}$ ?

319. Внутри соленоида, имеющего  $400$  витков, распределенных по длине в  $0,4 \text{ м}$ , находится виток радиусом  $0,02 \text{ м}$ , по которому течет ток  $0,1 \text{ А}$ . Какой максимальный вращающий момент будет действовать на виток, если через соленоид пропустить ток силой  $10 \text{ А}$ ?

320. Проволочная рамка с током  $2 \text{ А}$  расположена в однородном магнитном поле перпендикулярно силовым линиям. Какую работу против сил поля нужно совершить, чтобы повернуть рамку на  $90^\circ$  вокруг оси, проходящей через диаметр рамки? Площадь рамки  $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ , индукция поля  $10^{-2} \text{ Тл}$ . Каков будет ответ, если рамку повернуть на  $180^\circ$ ?

321. Плоская рамка, состоящая из  $50$  витков тонкой проволоки, подвешена на бронзовой ленточке между полюсами электромагнита. При пропускании через рамку тока силой  $1 \text{ А}$  рамка повернулась на  $15^\circ$ . Определить индукцию магнитного поля в том месте, где находится рамка, если известно, что при закручивании ленточки на  $1^\circ$  возникает

момент упругости, равный  $0,1 \cdot 10^{-4}$  Н·м. При отсутствии поля плоскость рамки составляла с направлением поля угла  $30^\circ$ , площадь рамки  $10^{-3}$  м<sup>2</sup>.

322. Прямоугольный контур ABCD со сторонами “а” и “в” находится в магнитном поле напряженности  $H$ , может вращаться вокруг оси  $OO'$ . По контуру течет ток силой  $I$ . Определить работу, совершаемую магнитным полем при повороте контура на  $180^\circ$ , если в начале плоскость контура была перпендикулярна магнитному полю.

323. Вблизи длинного прямого провода, по которому протекает ток  $10$  А, расположена квадратная рамка с током  $I$  А. Рамка и провод лежат в одной плоскости, сторона рамки  $a=6,8 \cdot 10^{-2}$  м, расстояние от провода до ближайшей стороны рамки  $b_1 = 4 \cdot 10^{-2}$  м. Какую работу нужно совершить, чтобы прямой провод передвинуть на расстояние  $b_2= 8 \cdot 10^{-2}$  м.

324. Рядом с длинным проводом, по которому течет ток  $30$  А, расположена квадратная рамка с током  $2$  А. Рамка и провод лежат в одной плоскости. Проходящая через середины противоположных сторон ось рамки параллельна проводу и отстоит от него на расстоянии  $3 \cdot 10^{-2}$  м. Найти силу, действующую на рамку, и работу  $A$ , которую нужно совершить, чтобы повернуть рамку вокруг ее оси на  $180^\circ$ .

325. Виток радиусом  $10^{-1}$  м, по которому течет ток силой  $20$  А, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью  $10^3$  А/м. Виток повернули относительно диаметра на угол  $60^\circ$ . Определить совершенную работу.

326. Два параллельных достаточно длинных провода находятся на расстоянии  $20$  см друг от друга. В них поддерживаются токи, каждый силой  $20$  А, направленные в противоположные стороны. Какую работу на единицу длины проводов совершает магнитное поле при удалении проводов до расстояния  $40$  см?

4.27. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на некотором расстоянии друг от друга. По проводникам текут токи, одинаковые по величине и направлению. Найти силу тока, текущего по каждому из проводников, если известно, что для того чтобы раздвинуть эти проводники на вдвое большее расстояние, пришлось совершить работу на единицу длины проводника, равную  $6 \cdot 10^{-5}$  Дж/м.

328. В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $3$  Тл, движется равномерно проводник длиной  $15$  см. По проводнику течет ток силой  $I$  А. Скорость движения проводника  $0,15$  м/с и направлена перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти работу перемещения проводника за  $10$  с.

329. В однородном магнитном поле свободно с периодом  $10$  с колеблется рамка с током  $0,1$  А. Площадь рамки  $10$  см<sup>2</sup>, момент инерции  $2 \cdot 10^{-3}$  кг·м<sup>2</sup>. Определить магнитную индукцию поля. Максимальный угол отклонения рамки мал.

330. Прямой провод, по которому течет ток силой  $1000$  А, расположен между полюсами электромагнита перпендикулярно линиям индукции. С какой силой действует поле на единицу длины провода, если индукция поля электромагнита  $1$  Тл?

331. В магнитном поле бесконечно длинного прямого проводника с током  $I$  находится прямоугольная рамка, сделанная из металлической проволоки, со сторонами “а” и “в”, причем сторона “в” параллельна проводу с током. Ближайшая к проводу с током сторона рамки находится от провода на расстоянии  $l$ . Определить среднее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке, если рамку удалять от проводника с током параллельно самой себе на расстояние  $X$  относительно ее первоначального положения с постоянной скоростью.

332. В магнитном поле бесконечно длинного прямого проводника с током  $I$  со скоростью  $v$  движется проводник длиной  $l$  по направлению, перпендикулярному току. Проводник длиной  $l$  во время движения остается параллельным проводнику с током.

1) Найти ЭДС индукции в проводнике длиной  $l$  при любом законе движения;

2) Вычислить ЭДС индукции в проводнике  $l$  при его равномерном движении со скоростью  $2 \text{ м/с}$  для момента времени  $2 \text{ с}$  от начала движения проводника. Известно, что ток  $I=10 \text{ А}$ ,  $l=1 \text{ м}$ , начальное расстояние между проводниками  $x_0=0,01 \text{ м}$ .

333. Между полюсами электромагнита помещена катушка, соединенная с баллистическим гальванометром. Ось катушки параллельна линиям индукции. Катушка имеет 15 витков площадью  $2 \text{ см}^2$ . Сопротивление катушки  $4 \text{ Ом}$ , сопротивление гальванометра  $46 \text{ Ом}$ . Когда ток в обмотке электромагнита включили, по цепи гальванометра протекло количество электричества  $9 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ . Вычислить магнитную индукцию  $B$  поля электромагнита.

334. Квадратная рамка со стороной  $1 \text{ м}$  вращается в однородном магнитном поле с частотой  $5 \text{ об/с}$ . Ось вращения рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Магнитное поле изменяется по закону:  $B = B_0 \cos \frac{10\pi t}{T}$ . Какая ЭДС индукции возникает в рамке через  $10 \text{ с}$  после начала ее вращения, если в начальный момент нормаль к плоскости рамки и вектор  $B$  составили угол  $\beta=?$

335. В переменном магнитном поле находится короткозамкнутая катушка сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $0,02 \text{ Гн}$ . При изменении магнитного потока, пронизывающего катушку, на  $10^{-3} \text{ Вб}$  ток в катушке меняется на  $2 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ . Какой заряд прошел по виткам катушки за это время?

336. По длинному проводнику течет ток  $1 \text{ А}$ . В магнитном поле этого тока находится проволочная квадратная рамка сопротивлением  $R$  со стороной  $a$ . Центр рамки находится на расстоянии  $r_0$  от проводника с током. Нормаль к плоскости рамки и вектор индукции магнитного поля составляет угол  $\alpha$ . Какое количество электричества протечет по рамке за время изменения тока в проводнике от первоначального значения  $I$  до нуля? (Магнитным полем индукционного тока в рамке пренебречь).

337. Виток из проволоки площадью  $1 \text{ м}^2$  расположен перпендикулярно магнитному полю, индукция которого изменяется по закону:  $B=0,5(1+e^{t/T})$ . Определить ЭДС индукции в витке как функцию времени.

338. В однородном магнитном поле с индукцией  $10^{-1} \text{ Тл}$  вращается квадратная рамка со стороной  $20 \text{ см}$ , состоящая из 100 витков медного провода сечением  $1 \text{ мм}^2$ . Максимальное значение индукционного тока в рамке  $2 \text{ А}$ . Определить число оборотов рамки в секунду.

339. В однородном магнитном поле с индукцией  $1 \text{ Тл}$  поступательно и равномерно движется проводник длиной  $4 \text{ см}$  со скоростью  $2 \text{ м/с}$ . Вектор скорости направлен под углом  $30^\circ$  к вектору индукции  $B$ . Проводник при своем движении остается перпендикулярным направлению поля. Найти разность потенциалов на концах проводника.

340. Если размыкать и замыкать цепь гальванического элемента, держа в руках неизолированные концы проводников, то ток не ощущается. Если же в цепь элемента включен большой электромагнит, то при размыкании чувствуется удар тока, как при разряде лейденской банки. Почему?

341. Магнитный поток  $4 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$  пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение величины ЭДС индукции, которая возникает в контуре, если магнитный поток изменяется до нуля за время  $0,002 \text{ с}$ .

342. Прямой проводник длиной  $40 \text{ см}$  движется в однородном магнитном поле со скоростью  $5 \text{ м/с}$  перпендикулярно к линиям индукции. Разность потенциалов между концами проводника  $0,6 \text{ В}$ . Вычислить индукцию магнитного поля.

343. В однородном магнитном поле, индукция которого  $1 \text{ Тл}$ , находится прямой проводник длиной  $20 \text{ см}$ . Концы проводника замкнуты проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи  $0,1 \text{ Ом}$ . Найти силу, которую нужно приложить к проводнику, чтобы перемещать его перпендикулярно линиям индукции со скоростью  $2,5 \text{ м/с}$ .

344. Прямой проводник длиной 10 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл. Концы проводника загнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи 0,4 Ом. Какая мощность потребуется для того, чтобы двигать проводник перпендикулярно линиям индукции со скоростью 20 м/с?

345. К источнику с ЭДС 0,5 В и ничтожно малым внутренним сопротивлением присоединены два металлических стержня, расположенных горизонтально и параллельно друг к другу. Расстояние между стержнями 20 см. Стержни находятся в однородном магнитном поле, направленном вертикально. Индукция поля 1,5 Тл. По стержням скользит под действием сил поля прямолинейный проводник со скоростью 1 м/с. Сопротивление проводника 0,02 Ом, сопротивление стержней пренебрежимо мало. Определить: 1) ЭДС индукции; 2) силу, действующую на проводник со стороны поля.

346 В однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл вращается стержень длиной 10 см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его длине. Чему равна разность потенциалов на концах стержня, если он делает 16 об/с?

347 Рамка площадью 200 см<sup>2</sup> равномерно вращается ( $n=10$  об/с) относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ( $B=0,2$  Тл). Каково среднее значение ЭДС индукции за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

348. В однородном магнитном поле с индукцией 0,35 Тл равномерно с частотой 480 об/мин вращается рамка, содержащая 1500 витков площадью 50 см<sup>2</sup>. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить max ЭДС индукции, возникающую в рамке.

349. В однородном магнитном поле с индукцией  $10^{-1}$  Тл вращается квадратная рамка со стороной 20 см, состоящая из 100 витков медного провода сечением 1 мм<sup>2</sup>. Максимальное значение индукционного тока в рамке 2 А. Определить число оборотов рамки в секунду.

350. Индукция магнитного поля между полюсами двухполюсного генератора 0,8 Тл. Ротор имеет 100 витков площадью 400 см<sup>2</sup>. Сколько оборотов в минуту делает якорь, если максимальное значение ЭДС индукции 200 В?

351. Короткая катушка, содержащая 1000 витков, равномерно вращается с угловой скоростью 5 рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям поля. Магнитное поле однородное с индукцией 0,04 Тл. Определить мгновенное значение ЭДС индукции для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол 60° с линиями поля. Площадь катушки 100 см<sup>2</sup>.

352. Проволочный виток радиусом 4 см и сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Плоскость рамки составляет угол 30° с линиями поля. Какое количество электричества протечет по витку, если магнитное поле выключить?

353. Проволочное кольцо радиусом 10 см лежит на столе. Какое количество электричества протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца 1 Ом. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли  $5 \cdot 10^{-5}$  Тл.

354. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. По цепи протекло количество электричества  $10^{-5}$  Кл. Определить магнитный поток, пересеченный кольцом, если сопротивление цепи гальванометра 30 Ом.

355. Средний диаметр железного кольца 15 см. Площадь сечения кольца 7 см<sup>2</sup>. На кольцо навито 500 витков провода. Определите: 1) магнитный поток в сердечнике при токе 0,6 А; 2) величину тока, при которой магнитный поток в кольце равен  $8,4 \cdot 10^{-4}$  Вб.

356. Квадратная рамка со стороной 20 см расположена в магнитном поле так, что нормаль к рамке образует угол 30° с направлением поля. Магнитное поле изменяется с

течением времени по закону:  $V = V_0 \cos \omega t$ , где  $V_0 = 0,2$  Тл,  $\omega = 5$  рад/с. Определить величину ЭДС в рамке в момент времени  $t = 4$  с.

357. Проводник с рабочей длиной 0,8 м пересекает силовые линии магнитного поля под углом  $90^\circ$  со скоростью 0,75 м/с. Определить величину возникающей ЭДС индукции, если магнитная индукция поля равна 25 Тл.

358. Самолет с размахом крыльев 18 м движется горизонтально со скоростью 222 м/с. Вертикальная составляющая напряженности магнитного поля Земли около 20 А/м. Определить разность потенциалов между концами крыльями.

359. Перпендикулярно направлению магнитного поля перемещается проводник со скоростью 10 км/ч. Рабочая длина проводника 180 см. В проводнике возбуждается ЭДС индукции, равная 1,45 В. Определить индукцию поля.

360. Магнитный поток пронизывает катушку, состоящую из 2000 витков. Каково изменение этого потока, если в течение 0,01 с в катушке возникает ЭДС индукции в 200 В?

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. ОПТИКА.

361. Плоская электромагнитная волна  $\mathbf{E} = E_{\max} \cos(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r})$  распространяется в вакууме. Найти модуль вектора Пойнтинга  $|\mathbf{P}|$  этой волны.

362. Плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрической составляющей волны  $E_{\max}$ . Определить среднюю за период колебания плотность потока энергии  $|\mathbf{P}|$ .

363. Плоский воздушный конденсатор, обкладки которого имеют форму дисков радиусом  $R = 9$  см, подключен к переменному гармоническому напряжению частоты  $\omega = 10^3$  с<sup>-1</sup>. Найти отношение амплитудных значений магнитной и электрической энергии  $\frac{W_{i\max}}{W_{e\max}}$  внутри конденсатора.

364. Ток, проходящий по обмотке длинного прямого соленоида, увеличивается. Показать, что скорость возрастания энергии магнитного поля  $\partial W / \partial t$  в соленоиде равна потоку вектора Пойнтинга  $\Phi$  через его боковую поверхность.

365. Найти среднюю мощность  $\langle P \rangle$  излучения электрона, совершающего гармонические колебания с амплитудой  $A = 0,1$  нм и частотой  $\omega = 6,5 \cdot 10^{14}$  с<sup>-1</sup>.

366. Электромагнитная волна распространяется в вакууме. Напряженность электрического поля меняется по закону  $E = 2 \cos(2,5 \cdot 10^8 \pi t - 0,83 \pi x)$ . Найти мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке  $x = 1,205$  м в момент времени  $5 \cdot 10^{-9}$  с. Определить максимальное значение величины вектора Умова-Пойнтинга.

367. Напряженность электрического поля в электромагнитной волне меняется по закону  $E = 12 \cos(5 \cdot 10^6 \pi t - 1,667 \cdot 10^{-2} \pi x)$ . Определить среднее за период и максимальное значение вектора Умова-Пойнтинга для  $x = 60$  м,  $t = 2,5 \cdot 10^{-7}$  с.

368. Электромагнитная волна падает на поверхность  $S = 30$  м<sup>2</sup>. За время  $t = 5$  мин поглощается энергия, равная 2,98 Дж. Определить максимальное значение вектора напряженности электромагнитной волны.

369. Максимальное значение вектора в электромагнитной волне  $E_{\max} = 3$  В/м. Какая энергия поглощается поверхностью  $S = 6$  м<sup>2</sup>, расположенной перпендикулярно к направлению распространения волны, за  $t = 40$  мин?

370. Поверхность поглощает за  $t = 25$  мин энергию  $W = 5,732$  Дж падающей электромагнитной волны. Вектор напряженности  $E_{\max} = 1,2$  В/м. Какова площадь поверхности, если волна падает нормально к поверхности.

371. За какой промежуток времени поверхность  $S=40 \text{ м}^2$  может поглотить энергию электромагнитной волны, падающей перпендикулярно к поверхности,  $W=0,955 \text{ Дж}$ , если  $E_{\text{max}}=0,1 \text{ В/м}$ .

372. Найти мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке  $x=24 \text{ м}$  в момент времени  $t=10^{-7} \text{ с}$  и величину его максимального значения, если в распространяющейся электромагнитной волне напряженность электрического поля меняется по закону

$$E=8\cos(1,25\cdot 10^7\pi t-4,167\cdot 10^{-2}\pi x) \text{ В/м}.$$

373. Напряженность электрического поля меняется в электромагнитной волне по закону  $E=20\cos(6,25\cdot 10^8\pi t-2,083\pi x)$ . Найти среднее за период значение вектора Умова-Пойнтинга в точке  $x=0,48 \text{ м}$  в момент времени  $2\cdot 10^{-9} \text{ с}$ .

374. Плоская поверхность  $S=24 \text{ м}^2$  поглощает энергию  $W=30,57 \text{ Дж}$  электромагнитной волны, падающей нормально к поверхности. Определить максимальное значение вектора напряженности электрического поля  $E_{\text{max}}$ , если поглощение происходит за  $t=4 \text{ мин}$ .

375. Какой площадью поверхность необходимо поставить перпендикулярно направлению распространения электромагнитной волны, если при  $E_{\text{max}}=1,4 \text{ В/м}$  за  $t=15 \text{ мин}$  было поглощено  $11,5 \text{ Дж}$  энергии.

376. За какое время поверхность площадью  $S=3 \text{ м}^2$  поглощает энергию  $W=21,5 \text{ Дж}$  электромагнитной волны, в которой  $E_{\text{max}}=3,0 \text{ В/м}$ , если поверхность расположена перпендикулярно направлению распространения волны.

377. Какую максимальную энергию поглотит плоская поверхность  $S=15 \text{ м}^2$  за  $t=50 \text{ мин}$ , если на поверхность падает электромагнитная волна,  $E_{\text{max}}=0,6 \text{ В/м}$ .

378. Выразить напряженность магнитного поля  $H$  электромагнитной волны через волновой вектор  $k$  и напряженность электрического поля  $E$ . Параметры Среды ( $\epsilon$ ,  $\mu$ ) считать заданными.

379. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, в которой вектор напряженности изменяется по закону  $E=6\cos(6,25\cdot 10^8\pi t-9,6\cdot 10^{-2}\pi x)$ . Определить максимальное значение вектора Умова-Пойнтинга и его мгновенное значение в точке  $x=10,42 \text{ м}$  в момент времени  $t=4\cdot 10^{-10} \text{ с}$ .

380. Определить мгновенное значение вектора Умова-Пойнтинга в точке  $x=3,6 \text{ м}$  в момент времени  $t=1,4\cdot 10^{-8} \text{ с}$  для электромагнитной волны, напряженность которой меняется по закону  $E=15\cos(8,33\cdot 10^7\pi t-0,278\pi x)$ .

381. В вакууме распространяется электромагнитная волна, в которой напряженность электрического вектора изменяется по закону  $E=30\cos(1,67\cdot 10^8\pi t-0,556\pi x)$ . Найти мгновенное и среднее значения вектора Умова-Пойнтинга в точке  $x=1,8 \text{ м}$  в момент времени  $t=8\cdot 10^{-9} \text{ с}$ .

382. Выразить вектор напряженности электрического поля  $E$  плоской электромагнитной волны через модуль вектора Умова-Пойнтинга и диэлектрическую проницаемость среды.

383. Плоская электромагнитная волна распространяется в вакууме. Известны волновой вектор  $k$  и средняя по времени объемная плотность энергии волны ( $\omega$ ). Чему равна интенсивность волны?

384. Найти выражение для вектора Умова-Пойнтинга стоячей электромагнитной волны. Чему равно его среднее значение?

385. Найти давление электромагнитной волны на стенку, полностью поглощающую излучение. Волна падает по нормали к стенке. ( $E=E_{\text{max}}$ ).

386. Заданы параметры импульса, излучаемого рубиновым лазером: длительность  $t=0,1 \text{ мс}$ , энергия  $W=0,3 \text{ Дж}$ , диаметр пучка  $d=5,0 \text{ мм}$ . Найти напряженность электрического поля волны  $E_{\text{max}}$ .



387. Плоская электромагнитная волна падает по нормали к поверхности  $S=16 \text{ м}^2$  и за время  $t=55$  мин передает ей энергию  $W=17,5$  Дж. Определить максимальную величину электрического вектора волны.

388. Какова площадь плоской поверхности  $S$ , если на нее падает электромагнитная волна по нормали к поверхности. За время  $t=10$  мин поверхность поглощает энергию, равную  $W=29,86$  Дж. Максимальное значение электрического вектора волны  $E=2,5$  В/м.

389. За какое время плоская поверхность  $S=35 \text{ м}^2$  поглотит энергию  $W=8,92$  Дж электромагнитной волны, падающей по нормали к поверхности, если  $E_{\text{max}}=0,4$  В/м.

390. Плоская электромагнитная волна с интенсивностью  $J$  падает на стенку под углом  $\theta$  к ее нормали. Найти давление, оказываемое волной на стенку при ее зеркальном отражении.

391. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L$ , конденсатора емкостью  $C=8$  мкФ и обладает активным сопротивлением  $R=2$  Ом. За один период разность потенциалов на обкладках конденсатора уменьшается в  $n=1,134$  раз. Найти индуктивность контура  $L$ .

392. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L=0,1$  Гн, конденсатора емкостью  $C$  и обладает активным сопротивлением  $R=5$  Ом. За один период разность потенциалов на обкладках конденсатора уменьшится в  $n=1,099$  раз. Найти емкость конденсатора  $C$ .

393. Колебательный контур имеет емкость  $C=12$  мкФ и индуктивность  $L=0,03$  Гн. Логарифмический декремент затухания  $k=0,006$ . За время  $t=0,2$  с в контуре вследствие затухания теряется  $\frac{\Delta W}{W_0}$  энергии. Найти  $\frac{\Delta W}{W_0}$  -? и пояснить зависимость этой величины от  $t$ .

394. В колебательный контур, имеющий индуктивность  $L=0,15$  Гн, емкость  $C=0,22$  мкФ и сопротивление  $R$ , подключена последовательно к элементам контура ЭДС, изменяющаяся по закону  $\varepsilon=\varepsilon_{\text{max}}\cdot\cos\omega t$ , где  $\varepsilon_{\text{m}}=3$  В. Добротность контура равна  $Q=120$ . При малом затухании ( $\beta^2 \ll \omega_0^2$ ) резонансные значения заряда на обкладках конденсатора  $g_{\text{рез}}$ , силы тока в контуре  $I_{\text{рез}}$  и напряжения  $U_{\text{рез}}$  в контуре. Найти  $R$ ,  $\omega_0$ ,  $g_{\text{рез}}$ ,  $I_{\text{рез}}$  и  $U_{\text{рез}}$ .

395. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $3 \cdot 10^{-4}$  Гн, емкость, меняющегося в пределах от  $C_1=25$  пФ до  $C_2=1600$  пФ, и ничтожно малого сопротивления, может быть настроен на диапазон длин волн  $\lambda T \lambda_1$  до  $\lambda_2$ . Найти эти длины волн.

396. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L$ , емкость, меняющуюся в пределах от  $C_1=4$  пФ до  $C_2=800$  пФ, и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1=99,74$  м до  $\lambda_2$ . Найти индуктивность контура  $L$  и длину волны  $\lambda_2$ .

397. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L$ , емкость, меняющуюся в пределах от  $C_1=35$  пФ до  $C_2$ , и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1=208,6$  м до  $\lambda_2=1271,5$  м. Найти индуктивность контура  $L$  и емкость  $C_2$ .

398. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L=4 \cdot 10^{-4}$  Гн и емкость, меняющуюся от  $C_1$  до  $C_2=750$  пФ и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1=65,3$  м до  $\lambda_2$ . Найти емкость  $C_1$  и длину волны  $\lambda_2$ .

399. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L=0,8 \cdot 10^{-4}$  Гн, емкость, меняющуюся в пределах от  $C_1$  до  $C_2=750$  пФ и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1=65,3$  м до  $\lambda_2$ . Найти емкость  $C_1$  и длину волны  $\lambda_2$ .

400. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L=9 \cdot 10^{-4}$  Гн, емкость, меняющуюся, в пределах от  $C_1$  до  $C_2$  и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1=160$  м до  $\lambda_2=1696,5$  м. Найти пределы изменения емкости.

401. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L$ , емкость, изменяющуюся от  $C_1$  до  $950$  пФ, и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазоне длин волн от  $\lambda_1$  до  $\lambda_2=1643,3$  м. Найти индуктивность  $L$  и  $\lambda_1$ .

402. Колебательный контур, имеющий индуктивность  $L$ , емкость, меняющуюся в пределах от  $C_1$  до  $C_2$ , и ничтожно малое сопротивление, может быть настроен на диапазон длин волн от  $\lambda_1$  до  $\lambda_2$  ( $C_2=980$  пФ,  $\lambda_1=273,2$  м и  $\lambda_2=1561,2$  м). Найти индуктивность контура  $L$  и емкость  $C_1$ .

403. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C=0,06$  мкФ и катушки индуктивности  $L=1,5$  Гн, омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества  $q_m=8 \cdot 10^{-6}$  Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора и силу тока в контуре в момент времени  $T/4$ .

404. Колебательный контур состоит из конденсатора  $C=1$  мкФ и катушки индуктивности  $L=3$  Гн. Омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества  $6 \cdot 10^{-6}$  Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти энергию электрического и магнитного полей в момент времени  $t=T/4$  с.

405. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C=0,8$  мкФ и катушки индуктивностью  $L=2$  Гн, омическим сопротивлением пренебречь. Конденсатор заряжен количеством электричества  $q_m=2 \cdot 10^{-4}$  Кл. Написать для данного контура уравнения изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и силы тока в цепи в зависимости от времени. Построить графики этих зависимостей. Найти полную энергию в момент времени  $t=T/4$ .

406. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре дано в виде  $U_c=20\cos(5,5 \cdot 10^8\pi t+\pi/4)$ . Емкость конденсатора  $C=0,5 \cdot 10^{-9}$  Ф. Записать закон изменения силы тока в контуре. Найти период колебаний в контуре  $T$  и индуктивность  $L$ .

407. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре дано в виде  $U_c=5\cos(4 \cdot 10^8\pi t-\pi/2)$ . Емкость конденсатора  $C=2 \cdot 10^{-3}$  Ф. Записать закон изменения силы тока в контуре. Найти период колебаний в контуре  $T$ , максимальный заряд  $q_m$ .

408. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора  $U_c=35\cos(5 \cdot 10^8\pi t-\pi/4)$ . Емкость конденсатора  $C=0,6 \cdot 10^{-9}$  Ф. Записать закон изменения силы тока в контуре. Определить индуктивность контура  $L$  и длину волны  $\lambda$ .

409. К источнику гармонического напряжения с круговой частотой  $\omega$  подключили параллельно конденсатор с емкостью  $C$  и катушку с активным сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$ . Определить разность фаз  $\text{tg}\varphi$  между напряжением на источнике и силой тока, подводимого к контуру.

410. Конденсатор емкостью  $C=16$  пФ заряжается до напряжения  $U=320$  В и замыкается на катушку индуктивностью  $L=1$  мГн. Определить максимальную силу тока  $I_{\max}$  в образовавшемся контуре. Активным сопротивлением контура пренебречь.

411. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью  $C=8$  пФ и катушку индуктивностью  $L=0,5$  мГн. Сопротивлением контура пренебречь. Каково максимальное напряжение  $U_{\max}$  на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в конденсаторе  $I_{\max}=40$  мА?

412. Катушка (без сердечника) длиной  $l=50$  см и сечением  $S=3$  см<sup>2</sup> имеет  $N=1000$  витков и соединена параллельно с конденсатором. Площадь каждой пластины конденсатора  $S=75$  см<sup>2</sup>, расстояние между пластинами  $d=5$  мм, диэлектрик - воздух. Пренебрегая активным сопротивлением контура, найти период  $T_0$  его колебаний.

413. Колебательный состоит из параллельно соединенных конденсатора емкостью  $C=1,0$  мкФ и катушки индуктивностью  $L=1,0$  мГн. Сопротивление контура ничтожно мало. Найти частоту  $\nu_0$  колебаний контура.

414. Определить частоту  $\nu_0$  колебаний контура, если максимальное напряжение на обкладках конденсатора  $U_{\max}=100$  В, а максимальный ток в катушке  $I_{\max}=50$  мА. Емкость конденсатора  $C=0,5$  мкФ. Активным сопротивлением контура пренебречь.

415. В колебательном контуре состоит из конденсатора емкостью  $C=5$  мкФ и катушки индуктивностью  $L=200$  мГн. Определить максимальную силу тока  $I_{\max}$  в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $U_{\max}=90$  В. Активным сопротивлением контура пренебречь.

416. В колебательном контуре, состоящем из плоского конденсатора и катушки индуктивности с пренебрежимо малым активным сопротивлением, происходят колебания с энергией  $W$ . Пластины конденсатора медленно раздвинули так, что частота колебаний увеличилась в  $n$  раз. Какую работу  $A$  совершили при этом?

417. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L=100$  мГн и конденсатора емкостью  $C=100$  нФ. Сколько времени  $\tau$  проходит от момента, когда конденсатор полностью разряжен, до момента, когда его энергия вдвое превышает энергию катушки? Активным сопротивлением катушки пренебречь.

418. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C=2$  мкФ и катушки индуктивностью  $L=100$  мГн. Активное сопротивление катушки  $R=10$  Ом. Определить логарифмический декремент затухания  $\lambda$  контура.

419. Найти промежуток времени  $\tau$ , за который амплитуда колебаний силы тока в контуре с добротностью  $Q=5000$  уменьшается в 2 раза, если частота свободных колебаний в контуре  $\nu=2,2$  МГц.

420. Емкость колебательного контура  $C=10$  мкФ, индуктивность  $L=25$  мГн и активное сопротивление  $R=1$  Ом. Через сколько колебаний  $N$  амплитуда силы тока в контуре уменьшится в  $e$  раз?

421. На мыльную пленку ( $n=1,3$ ) падает нормально пучок лучей белого света. Какова наименьшая толщина пленки, если в отраженном свете она кажется зеленой? ( $\lambda=0,55$  мкм).

422. Пучок параллельных лучей ( $\lambda=0,6$  мкм) падает под углом  $\alpha=30^\circ$  на мыльную пленку ( $n=1,3$ ). При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут максимально ослаблены интерференцией? Максимально усилены?

423. Монохроматический свет ( $\lambda=0,5$  мкм) падает нормально на круглое отверстие диаметром  $d=1$  см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы в отверстии помещалось 2 зоны Френеля? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины?

424. На круглое отверстие диаметром  $d=4$  мм падает нормально параллельный пучок лучей ( $\lambda=0,5$  мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $R_0=1$  м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

425. Определить перемещение зеркала в интерферометре Майкельсона, если интерференционная картина сместилась на 100 полос. Опыт проводился со светом с длиной волны  $\lambda=0,546$  мкм.

426. В оба пучка света интерферометра Жамена были помещены цилиндрические трубки длиной 10 см, закрытые с обоих концов плоско-параллельными прозрачными пластинами; воздух из трубок был откачан. При этом наблюдалась интерференционная картина в виде светлых и темных полос. В одну из трубок был впущен водород, после чего интерференционная картина сместилась на  $m=23,7$  полосы. Найти показатель преломления водорода. Длина волны света  $\lambda=590$  нм.

427. На тонкий стеклянный клин падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол между поверхностями клина  $\alpha=2'$ . Показатель преломления стекла  $n=1,55$ . Определить длину световой волны, если расстояние между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете  $D=0,3$  мм.

428. На тонкий стеклянный клин падает в направлении нормали и его поверхности монохроматический свет ( $\lambda=600$  нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете  $b=4$  мм.

429. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин. Двугранный угол между пластинками  $\alpha=30''$ . На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). На каком расстоянии от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?

430. Вычислить радиус 50-й зоны Френеля для плоского фронта волны ( $\lambda=0,5$  мкм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии  $R_0=1$  м от фронта волны.

431. Расстояние 2-х когерентных источников света до экрана равно 2 м, а отстоят они друг от друга на 40 мкм. Найти расстояние между максимумами первого порядка, если длина волны 585,2 нм.

432. При рассмотрении интерференционной картины от зеркал Френеля было установлено, что максимумы отстают друг от друга на 5 мм. Определить длину волны мнимых источников монохроматического света, если расстояние между ними 50 мкм и отстоят они от экрана на 0,5 м.

433. Определить показатель преломления стеклянного клина с преломляющим углом равным  $3 \cdot 10^{-4}$  рад, если на 1 см приходится 22 интерференционные полосы максимума света. Свет ( $\lambda=0,486$  мкм) падает нормально на клин.

434. На стеклянную пластинку нанесен тонкий слой вещества с показателем преломления равным 1,4. Пластина освещается пучком параллельных лучей с длиной волны 0,54 мкм. Какую толщину должна иметь пленка, чтобы отраженные лучи имели наименьшую яркость?

435. Какова толщина мыльной пленки, если при наблюдении ее в отраженном свете она представляется зеленой ( $\lambda=0,5$  мкм). Когда угол между нормалью и лучом зрения равен  $35^\circ$ ? Показатель преломления мыльной воды принять 1,33.

436. На изображении натриевого пламени ( $\lambda=0,589$  мкм), наблюдаемом на вертикальной мыльной пленке, видны - темные горизонтальные полосы. Расстояние между серединками темных полос равно 5 мм. Коэффициент преломления мыльной воды равно 1,33. Каков угол между поверхностями пленки?

437. Тонкая пленка толщиной 0,5 мкм освещается желтым светом с длиной волны 590 нм. Какой будет казаться эта пленка в проходящем свете, если показатель преломления вещества пленки 1,48, а лучи направлены перпендикулярно к поверхности пленки? Что будет происходить с окраской пленки, если ее наклонять относительно лучей?

438. Имеется кварцевый клин с углом  $5,0''$ . При освещении этого клина монохроматическими лучами с  $\lambda=600$  нм, перпендикулярно к его поверхности, наблюдается интерференционные полосы. Определить ширину этих полос.

439. Для измерения толщины волоса его положили на стеклянную пластинку и сверху прикрыли другой пластинкой. Расстояние от волоса до линии соприкосновения пластинок, которой он параллелен, оказалось равным 20 см. При освещении пластинок красным светом ( $\lambda=750$  нм) на 1 см наблюдается 8 полос. Определить толщину волоса.

440. Между двумя стеклянными пластинками зажата тонкая металлическая проволока диаметром 0,85 мм. Расстояние от проволоки до линии соприкосновения пластинок, образующих воздушный клин, равно 25 см. При освещении пластинок

монохроматическими лучами с длиной волны  $\lambda=700$  нм видны интерференционные полосы, параллельные линии соприкосновения пластинок. Определить число полос на 1 см длины.

441. При перемещении зеркала в интерферометре Майкельсона интерференционная картина сместилась на 100 полос. Опыт проводится со светом длиной волны 546 нм. На сколько сместилось зеркало?

442. При контроле качества шлифовки поверхности с помощью интерферометра Линника оказалось, что на поверхности имеется царапина, вызывающая искривление интерференционных полос на 2,3 полосы. Наблюдение ведется в зеленом свете с  $\lambda=530$  нм. Определить глубину царапины.

443. На пути луча света поставлена стеклянная пластинка толщиной 1 мм так, что угол падения луча равен  $30^\circ$ . На сколько изменится оптическая длина пути луча?

444. Какой должна быть толщина пластинки при  $n=1,6$  и  $\lambda=550$  нм, если с введением пластинки на пути одного из интерферирующих лучей картина смещается на 4 полосы?

445. В каких пределах может меняться толщина пластинки с  $n=1,6$ , чтобы можно было наблюдать максимум 12-го порядка для  $\lambda=0,6$  мкм?

446. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, расстояние между отверстиями 1 мкм и расстояние от отверстия до экрана 3 м. Найти на экране положение трех первых светлых полос.

447. В опыте Юнга стеклянная пластинка толщиной в 2 см помещена на пути одного из интерферирующих лучей, перпендикулярно к нему. На сколько могут отличаться между собой значения показателя преломления в различных местах пластинки, чтобы изменение разности хода от этой неоднородности не превышало 1 мм.

448. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ( $\lambda=500$  нм), заменить красным ( $\lambda=600$  нм).

449. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная полоса смещалась в положение первоначально занятое 5 светлой полосой (не считая центральной). Луч падал на пластинку перпендикулярно, показатель преломления пластинки 1,5. Длина волны света 600 нм. Какова толщина пластинки?

450. На толстую стеклянную пластинку, покрытую тонкой пленкой с показателем преломления  $n=1,4$ , падает нормально параллельный пучок монохроматического света с  $\lambda=0,6$  мкм. Отраженный свет максимально ослаблен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину пленки.

451. Расстояние между когерентными источниками света  $d=0,5$  мм, расстояние от источников до экрана равно 5 м. В зеленом свете получились интерференционные полосы на расстоянии 5 мм друг от друга. Найти длину волны зеленого света.

452. Зеркала Френеля образуют угол  $179^\circ$ . Освещенная щель находится на расстоянии 10 см от линии пересечения зеркал и параллельно этой линии. Экран расположен на расстоянии 3 м от линии пересечения зеркал. На зеркало падает монохроматический свет  $\lambda=0,5$  мкм. Каково расстояние между светлыми интерференционными полосами на экране?

453. Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние между десятым и девятым кольцами.

454. Плоско-выпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину слоя воздуха там, где в отраженном свете ( $\lambda=0,6$  мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

Диаметр второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ( $\lambda=0,6$  мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

456. Плосковыпуклая линза с оптической силой  $D=2$  дптр выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус 4-го темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.

457. Диаметры 2-х светлых колец Ньютона  $d_1=4$  мм и  $d_n=4,8$  мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположено 3 светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ( $\lambda=500$  нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы.

458. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой налита жидкость. Радиус 8-го темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ( $\lambda=700$  нм) равен 2 мм. Радиус кривизны выпуклой поверхности линзы  $R=1$  м. Найти показатель преломления жидкости.

459. На стеклянную пластинку положена плосковыпуклая линза. На линзу перпендикулярно к ее плоской поверхности, падает монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить оптическую силу линзы и толщину воздушного зазора там, где в отраженном свете видно шестое темное кольцо, радиус которого 1,73 мм.

460. Плосковыпуклая линза с оптической силой в 1 дптр положена выпуклой стороной на плоскую поверхность стекла. Система освещается светом с длиной волны 0,6 мкм, падающим перпендикулярно к плоской поверхности линзы. Определить расстояние между 3 и 4 кольцами Ньютона, наблюдаемыми в отраженном свете.

461. Плосковыпуклая линза с радиусом кривизны 1 м положена выпуклой стороной на плоскопараллельную стеклянную пластинку. На плоскую поверхность линзы падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). В отраженном свете наблюдаются кольца Ньютона. Когда пространство между линзой и пластинкой заполнили некоторой жидкостью, радиус 5-го темного кольца уменьшился на 0,23 мм. Найти показатель преломления жидкости.

462. Собирающая линза положена на плоскую стеклянную пластинку причем вследствие попадания пыли между линзой и пластинкой нет контакта. Диаметры 5-го и 15-го темных колец Ньютона, наблюдаемых в отраженном свете ( $\lambda=589$  нм), равны 0,7 мм и 1,7 мм. Определить радиус кривизны поверхности линзы, обращенной к пластинке.

463. Стеклянная симметричная двояковыпуклая линза сложена с такой же двояковогнутой, причем получившаяся система имеет оптическую силу  $D=0,25$  дптр. Между линзами в некоторой точке имеется контакт, вокруг которого наблюдается в отраженном свете интерференционная картина. Определить радиус 5-го темного кольца, если длина волны равна 0,6 мкм.

464. Наблюдатель отсчитывает ширину 10 колец Ньютона вдали от их центра. Она оказывается равной 0,7 мм. Ширина следующих 10 колец оказывается равной 0,4 мм. Наблюдение производится в отраженном свете и при длине волны 589 нм. Определить радиус кривизны поверхности линзы.

465. Спектр натрия состоит из 2-х линий с длинами волн 589 нм. и 589,59 нм. Какое по счету темное кольцо Ньютона, соответствующее одной из этих линий, совпадает со следующим по счету темным кольцом, соответствующим другой линии? Наблюдение производится в отраженном свете.

466. Определить, темное или светлое кольцо Ньютона в отраженном свете будет иметь радиус 5,3 мм, если оно получилось при освещении линзы с радиусом кривизны 18 м светом с длиной волны 450 нм. параллельно главной оптической оси линзы. Какой радиус получится у этого же кольца, если в зазоре между линзой и пластинкой, на которой лежит линза, будет находиться этиловый спирт?

467. Расстояние между 10 и 15 темными кольцами Ньютона при наблюдении в отраженном свете равно 2,34 мм. Вычислить радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, если длина волны падающего света 546 нм.

468. Определить толщину воздушного зазора между плосковыпуклой линзой и плоской стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается пятое светлое кольцо, если наблюдение ведется: а) в отраженном свете, б) проходящем свете. Длина волны 600 нм.

469. Во сколько раз изменится радиус колец Ньютона, если пространство между плосковыпуклой линзой и плоскопараллельной пластинкой заполнить сероуглеродом с показателем преломления 1,6.

470. Линза кронгласса (показатель преломления 1,51) лежит на плоскопараллельной пластинке из флинтгласса (показатель преломления 1,80). Пространство между ними заполнено бензолом (показатель преломления 1,6). При наблюдении в отраженном монохроматическом свете ( $\lambda=590$  нм) радиус 6-го светлого кольца оказался равным 5 мм. Определить радиус кривизны линзы.

471. Оптическая сила плосковыпуклой линзы ( $n=1,5$ ) равна 0,5 дптр. Линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить радиус 7-го темного кольца Ньютона в проходящем свете ( $\lambda=0,5$  мкм).

472. Кольца Ньютона наблюдаются в отраженном свете ( $\lambda=589$  нм) под углом  $0^\circ$ . В некоторой точке толщина воздушного слоя между выпуклой поверхностью линзы и плоской пластинкой ( $d=1,7767$  мкм). Какое кольцо (светлое или темное) будет проходить через эту точку?

473. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы 2-х соседних темных колец равны  $r_k=4$  мм и  $r_{k+1}=4,38$  мм. Радиус кривизны линзы  $R=6,4$  м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

474. Каково расстояние между 10 и 11 темными кольцами Ньютона, рассматриваемыми в отраженном монохроматическом свете, если расстояние между 1 и 2 темными кольцами равно 0,41 мм?

475. Плосковыпуклая линза с оптической силой 0,5 дптр лежит на стеклянной пластинке. Радиус 5-го темного кольца Ньютона в отраженном свете равен 1,5 мм. Определить длину световой волны.

476. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус 10-го темного кольца Ньютона в отраженном свете ( $\lambda=589$  нм) равен 1,25 мм. Определить фокусное расстояние линзы, если она изготовлена из стекла с  $n=1,6$ .

477. Найти расстояние между 3 и 16 темными кольцами Ньютона, если расстояние между 2 и 20 темными кольцами равно 4,8 мм. Наблюдение проводится в отраженном свете.

478. Расстояние между 5 и 25 светлыми кольцами Ньютона равно 9 мм. Радиус кривизны линзы 15 м. Найти длину волны монохроматического света, падающего перпендикулярно на установку. Наблюдение проводится в отраженном свете.

479. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим перпендикулярно. После того, как пространство между линзой и стеклянной пластинкой наполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.

480. Найти расстояние между 2 и 12 темными кольцами Ньютона, если расстояние между 2 и 20 темными кольцами Ньютона равно 4,8 мм. Наблюдение ведется в проходящем свете.

#### КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА.

481. Определить энергию электрона в основном и первом возбужденных состояниях в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы  $10^{-10}$  м.

482. Оценить наименьшие ошибки, с которыми можно определить скорости электрона, протона и атома урана, локализованных в области размером  $10^{-6}$  м.

483. С помощью соотношения неопределенностей определить естественную ширину  $\Delta E$  спектральной линии, если излучение длится  $10^{-8}$  с. Какую долю от энергии кванта с длиной волны  $6 \cdot 10^{-7}$  м составляет эта энергия?

484. Можно ли пренебречь дискретностью энергий электрона, если он обладает скоростью 300 м/с и находится в области размером: а)  $10^{-2}$  м; б)  $10^{-6}$  м?

485. Найти вероятность обнаружить электрон у стенки потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками на отрезке длиной  $1/5 l$ . Ширина потенциальной ямы  $l = 10^{-10}$  м. Электрон находится в основном состоянии.

486. Возбужденный атом испускает фотон в течение  $10^{-8}$  с. Длина волны излучения равна  $6 \cdot 10^{-7}$  м. Найти, с какой точностью могут быть определены: энергия, длина волны и положение фотона.

487. Для частицы, находящейся в потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками, возможные значения энергии должны удовлетворять соотношению

$$W_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}, \text{ где } n - 1, 2, \dots; m - \text{масса частицы; } a - \text{ширина ящика. Определить, при какой}$$

ширине ящика энергия электрона на первом уровне равна энергии 1S - электрона в атоме водорода.

488. Какого размера должен быть потенциальный ящик для того, чтобы локализованный в нем электрон имел на самом глубоком уровне энергию  $1,5 \cdot 10^{-20}$  Дж;  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $1,5 \cdot 10^{-18}$  Дж;  $1,6 \cdot 10^{-13}$  Дж?

489. Для частицы, находящейся в потенциальном ящике шириной "а", стационарная часть волновой функции имеет вид  $\Psi = B \sin kx$ , где  $k = \frac{n\pi}{a}$  и  $n = 1, 2, \dots$

Пользуясь условием нормирования, показать, что  $B = \sqrt{\frac{2}{a}}$ . Вычислить вероятность того,

что частица находится на расстоянии  $\frac{1}{8}a$  от края ящика с точностью до 0,01 а, если энергия частицы соответствует пятому уровню.

490. Найти размер потенциального ящика, в котором энергия протона на самом глубоком уровне равнялась бы  $1,6 \cdot 10^{-18}$  Дж.

491. Вычислить энергию, которая необходима, чтобы перенести частицу, заключенную в потенциальном ящике, с третьего уровня на четвертый. Задачу решить для электрона при ширине ящика  $10^{-10}$  м и  $10^{-3}$  м.

492. Вычислить энергию, необходимую для перевода частицы с массой  $10^{-6}$  г в потенциальной яме с третьего уровня на четвертый, если ширина ямы  $10^{-3}$  м.

493. Частица находится в потенциальном ящике шириной "а". Определить отношение вероятностей пребывания частицы в середине ящика и на расстоянии  $1/4$  "а" от края ящика. Вычисление произвести для первого, второго и третьего уровней энергии.

494. Оценить для электрона, локализованного в области размером l, а) минимальную возможную кинетическую энергию, если  $l = 10^{-10}$  м; б) относительную неопределенность скорости, если его кинетическая энергия  $T = 1,6 \cdot 10^{-18}$  Дж и  $l = 10^{-6}$  м.

495. В опытах Штерна и Эстермана по дифракции атомов гелия на кристалле фтористого лития энергия атомов гелия была равна  $(3/2) kT$  (где T взять равной 290 К). Какова длина волны де Бройля атома гелия при этих условиях?

496. Сравнить неопределенности в определении скорости  $\alpha$ -частиц, если ее координаты установлены с точностью до  $10^{-6}$  м, и шарика массой в 0,1 мг, если координаты его центра тяжести могут быть установлены с такой же точностью.



497. Диаметр пузырька в жидководородной пузырьковой камере составляет величину порядка  $10^{-7}$  м. Оценить неопределенность в определении скоростей электрона и  $\alpha$ -частицы в такой камере, если неопределенность в определении координаты принять равной диаметру пузырька.

498. Ширина следа электрона на фотографии, полученной с помощью камеры Вильсона, составляет  $\Delta X=10^{-3}$  м. Найти неопределенность в определении скорости.

499. Пользуясь соотношением неопределенностей, оценить неопределенность  $\Delta V$  в определении скорости электрона в атоме водорода (принять размеры атома  $10^{-10}$  м). Сравнить  $\Delta V$  с величиной скорости на первой боровской орбите.

500. Какова ширина  $l$  одномерной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками, если при переходе электрона со второго квантового уровня на первый излучается энергия  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж? Как изменится излучаемая энергия, если  $l$  увеличится в 10 раз?

501. Возбужденные ядра  ${}_{26}\text{Fe}^{57}$ , имеющие период полураспада  $10^{-7}$  с, при переходе в основное состояние излучают  $\gamma$ -квант с энергией  $23 \cdot 10^{-16}$  Дж. Воспользовавшись соотношением неопределенностей для энергии и приняв величину  $\Delta t$  равной периоду полураспада, вычислите естественную ширину энергетического уровня.

502. Воспользовавшись соотношением неопределенностей для энергии и приняв величину  $\Delta t$  равной периоду полураспада, вычислить естественную ширину энергетического уровня для ядра иридия  ${}_{77}\text{Ir}^{191}$ . Период полураспада иридия равен  $10^{-10}$  с.

503. Свободно движущаяся нерелятивистская частица имеет относительную неопределенность кинетической энергии порядка  $1,6 \cdot 10^{-4}$ . Оценить, во сколько раз неопределенность координаты такой частицы больше ее дебройлевской длины волны.

504. Оценить неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая его диаметр  $d=10^{-8}$  см. Сравнить найденное значение неопределенности скорости со скоростью электрона на первой боровской орбите.

505. Микрочастица с массой покоя  $m$ , находится в одномерном потенциальном ящике шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Оценить минимальную возможную энергию частицы, если  $\Delta x \Delta p_x \geq h$ .

506. Каковы дебройлевские длины волн протона и электрона, кинетические энергии которых равны средней кинетической энергии теплового движения одноатомных молекул при комнатной температуре?

507. Какова длина волны де Бройля электрона с кинетической энергией  $3,94 \cdot 10^{-18}$  Дж (энергия ионизации атома гелия)? Сравнить это значение с диаметром атома гелия  $d=2,2 \cdot 10^{-10}$  м. Нужно ли учитывать волновые свойства вещества при изучении движения электронов в атоме гелия?

508. Электрон заключен в области с линейными размерами порядка  $10^{-10}$  м. Какова неопределенность импульса электрона? Какой энергии соответствует такой импульс?

509. Вычислить наименьшее значение энергии нейтрона, заключенного в потенциальный ящик с абсолютно непроницаемыми стенками, расстояние между которыми равно  $10^{-14}$  м.

510. Для частицы в одномерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками вычислить вероятность ее нахождения в области  $\frac{1}{4}a \leq x \leq \frac{3}{4}a$ , если она обладает наименьшей возможной энергией.

511. Найти число электронов в атоме, у которых в нормальном состоянии заполнены: а) К-, L-оболочки; 3S-, 3p- подоболочки.

512. Записать электронные конфигурации атомов аргона ( $Z=18$ ), криптона ( $Z=36$ ), палладия ( $Z=46$ ) и цезия ( $Z=55$ ).

513. Найти максимальное число электронов, имеющих следующие одинаковые квантовые числа: а)  $n, l, m_l$ ; б)  $n, l$ ; в)  $n$ .

514. Определить число электронов в заполненной n-оболочке ( $n=4$ ), у которых одинаковые значения квантовых чисел: а)  $m_l=-1$ ; б)  $m_l=+1$ ;  $m_s=-1/2$ .

515. Доказать, что все механические моменты (орбитальный, спиновой и полный) у целиком заполненных электронных оболочек равны нулю.

516. Чему равен полный механический момент атома, находящегося в состоянии, в котором магнитный момент атома равен нулю, а орбитальное и спиновое квантовые числа имеют значения:  $l=Z$ ;  $S=3/2$ .

517. Чему равен максимальный возможный полный механический момент атома лития, валентный электрон которого находится в состоянии с  $n=3$ ? Напишите символ терма соответствующего состояния.

518. Валентный электрон атома натрия в состоянии с  $n=4$ . Значение остальных квантовых чисел таковы, что имеет наибольший механический момент. Определить магнитный момент атома в этом состоянии.

519. Определить температуру, при которой в твердом проводнике вероятность найти электрон с энергией 0,5 эВ над уровнем Ферми равна 2%.

520. Металл находится при  $T=0$ . Определить относительное число электронов, энергия которых отличается от энергии Ферми на 2%.

521. Определить концентрацию свободных электронов при  $T=0$ , при которой уровень Ферми 1 эВ.

522. Определить отношение концентраций свободных электронов при  $T=0$  в литии и цезии. Уровни Ферми в этих металлах соответственно равны 4,7 эВ, 1,5 эВ.

523. Определить максимальную скорость электронов в металле при  $T=0$ , если уровень Ферми 5 эВ.

524. Полагая, что на каждый атом меди в кристалле при абсолютном нуле приходится по одному свободному электрону, определить максимальную энергию электронов при  $T=0$ .

525. Определить долю свободных электронов в металле при  $T=0$ , энергия которых меньше 1/2 энергии Ферми.

526. Найти среднее значение кинетической энергии электронов в металле при абсолютном нуле, уровень Ферми равен 8 эВ.

527. Глубина потенциальной ямы у вольфрама равна 9 эВ, а максимальная кинетическая энергия электронов проводимости составляет 5 эВ. Чему равна работа выхода и уровень Ферми в эВ?

528. Какова вероятность того, что электрон находится в твердом проводнике с энергией 0,5 эВ над уровнем Ферми при температуре 1600 К?

529. На 16 К повысили температуру чистого германия по сравнению с 360 К. Во сколько раз увеличится число электронов проводимости, если ширина запрещенной зоны германия 0,72 эВ.

530. Определить долю свободных электронов в металле при  $T=0$ , энергия которых меньше 1/3 энергии Ферми.

531. Определить уровень Ферми в металле, если среднее значение кинетической энергии электронов в металле при  $T=0$  равно 3 эВ.

532. Определить концентрацию свободных электронов ( $T=0$  цезия, если уровень Ферми равен 1,5 эВ).

533. Сравнить среднюю энергию теплового движения атомов полупроводника при комнатных температурах ( $T=300$  К) с величиной запрещенной зоны для селена ( $\Delta E=1,7$  эВ) и для бора ( $\Delta E=1,1$  эВ).

534. Найти уровень Ферми для электронов проводимости лития, если концентрация свободных электронов в литии  $4,63 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ .

535. Оценить максимальную энергию электронов в натрии при  $T=0$  и импульс, если  $n_0=0,26 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$ .

536. Какова вероятность заполнения электронами в металле энергетического уровня, расположенного на 0,01 эВ ниже уровня Ферми, при температуре 200 К.

537. Вычислить энергию Ферми при  $T=0$  для серебра, полагая эффективную массу электрона равной массе свободного электрона. Концентрация свободных электронов в серебре равна  $5 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ .

538. Металл находится при абсолютном нуле. Определить относительное число электронов, энергия которых отличается от энергии Ферми на 1,5 %.

539. Электрон находится в потенциальном ящике шириной  $l$ . В каких точках в интервале  $(0 < X < l)$  плотности вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинаковы? Вычислить значение плотности вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком.

540. Найти максимальную скорость электронов в металле с одним электроном на элементарную ячейку при энергии Ферми, равной 0,5 эВ.

541. Примесный полупроводник обладает проводимостью n-типа, подвижность электронов в нем равна  $3,7 \cdot 10^3 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ , постоянная Холла равна  $7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{Кл}$ . Определить удельную электропроводность и удельное сопротивление этого полупроводника.

542. Кремний имеет удельную электропроводность 19 См/м, при температуре  $T_1=600 \text{ К}$  и  $G_2=4095 \text{ См/м}$  при  $T_2=1200 \text{ К}$ . Определить ширину запрещенной зоны  $\Delta E$  для кремния.

543. Какова ширина запрещенной зоны золота, если при  $T=67,4 \text{ К}$  отношение  $\frac{G_0}{G} = 0,2645$ .

544. Определить концентрацию электронов и дырок в собственном полупроводнике (интимонид индия), если эффективная масса электрона равна 0,015  $m$ , а эффективная масса дырки - 0,16  $m$ ,  $m$  - масса свободного электрона, ширина запрещенной зоны  $\Delta E=0,17 \text{ эВ}$ .

545. Концентрация электронной проводимости в германии при комнатной температуре  $n=3 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3}$ . Какую часть составляет число электронов проводимости от общего числа атомов? Плотность германия  $5400 \text{ кг/м}^3$ , молярная масса германия 0,073 кг/моль.

546. К концам цепи, состоящей из последовательно включенных термистора и реостата сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока стала  $10 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ . Во сколько раз изменилось сопротивление термистора и почему?

547. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилось сопротивление фоторезистора? Объяснить почему?

548. Чистый кристаллический германий содержит  $4,5 \cdot 10^{28}$  атомов/м<sup>3</sup>. При температуре 300 К один атом из каждых  $2 \cdot 10^8$  атомов ионизирован. Подвижности электронов и дырок при этой температуре равны 0,4 и 0,2 м<sup>2</sup>/(\text{В} \cdot \text{с}). Определить проводимость чистого германия.

549. Во сколько раз изменится проводимость при повышении температуры от 300 К до 310 К: а) металла; б) собственного полупроводника, ширина запрещенной зоны которого  $\Delta E=0,300 \text{ эВ}$ ? Каков характер изменения в обоих случаях?

550. Найти электропроводность германия, если известно, что в нем содержится индия в концентрации  $10^{22} \text{ м}^{-3}$  и сурьмы в концентрации  $10^{21} \text{ м}^{-3}$ . Принять подвижность в германии электронов  $v_n=0,38 \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$  и дырок  $v_p=0,18 \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ .

551. Собственный полупроводник (Ge) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление  $0,5 \text{ (Ом}\cdot\text{м)}$ . Определить концентрацию носителей тока, если подвижность электронов  $0,38 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$  и дырок  $0,18 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

552. Концентрация носителей тока в кремнии равна  $5\cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ , подвижности электронов  $0,15 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$  и дырок  $-0,05 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Определить сопротивление кремниевого стержня длиной  $2\cdot 10^{-2} \text{ м}$  и сечением  $10^{-6} \text{ м}^2$ .

553. Во сколько раз изменится электропроводность чистого германия при повышении температуры от  $-23 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $+27 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Ширина запрещенной зоны германия  $\Delta E=0,74 \text{ эВ}$ .

554. Во сколько раз изменится концентрация электронов проводимости в собственном полупроводнике в невырожденном случае при изменении температуры от  $200 \text{ К}$  до  $300 \text{ К}$ , если ширина запрещенной зоны изменяется по закону  $\Delta E=(0,785-\xi T) \text{ эВ}$ .

555. В чистом германии ширина запрещенной зоны  $0,72 \text{ эВ}$ . На сколько надо повысить температуру по сравнению с  $300 \text{ К}$ , чтобы число электронов проводимости увеличилось в 2 раза.

556. В образце кремния подвижности электронов и дырок равны  $0,12$  и  $0,025 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$  соответственно, напряженность поля  $E=400 \text{ В/м}$ . Определить скорости дрейфа электронов и дырок и удельное сопротивление кремния, если  $n_0=2,5\cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ .

557. Дан образец легированного кремния р-типа длиной  $5\cdot 10^{-2}$ , шириной  $2\cdot 10^{-3} \text{ м}$ , толщиной  $10^{-3}$ . Вычислить концентрацию примеси в образце, если электрическое сопротивление образца  $100 \text{ Ом}$ . Пусть подвижность электронов и дырок равна  $0,12$  и  $0,025 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ , а концентрация свободных носителей  $2,5\cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ .

558. Рассчитать частоту красной границы собственной фотопроводимости для полупроводника, у которого ширина запрещенной зоны  $\Delta E=0,41 \text{ эВ}$ .

559. Найти удельное сопротивление германиевого полупроводника р-типа при плотности дырок  $n_0=3\cdot 10^{20} \text{ м}^{-3}$  и сравнить его с сопротивлением полупроводника n-типа при той же концентрации электронов. Подвижность дырок  $v_p=0,18 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ , электронов  $v_n=0,38 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

560. Вычислить скорость, с которой движется электрон в медном проводнике длиной  $1 \text{ м}$ , когда к нему приложена разность потенциалов  $10 \text{ В}$ , если удельное сопротивление меди равно  $1,6\cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ , а концентрация носителей  $-10^{22} \text{ см}^{-3}$ .

561. Удельное сопротивление чистого германия при комнатной температуре равно  $0,47 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ , подвижность электронов равна  $3900 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ , подвижность дырок -  $1900 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Найти концентрацию носителей заряда, сколько необходимо внести доноров, чтобы удельное сопротивление стало равным  $20 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ?

562. Медная пластинка имеет длину  $l=60,0 \text{ мм}$ , ширину  $b=20,0 \text{ мм}$  и толщину  $a=10,0 \text{ мм}$ . При пропускании вдоль пластинки тока силой  $I=10 \text{ А}$  разность потенциалов на концах пластинки  $U_1=0,51 \text{ мВ}$ . Если, не отключая тока, создать перпендикулярное к пластинке магнитное поле с индукцией  $B=0,100 \text{ Тл}$ , то возникает поперечная разность потенциалов  $U_2=55 \text{ нВ}$ . Определить для меди концентрацию свободных электронов  $n$  и подвижность  $U_n$ .

563. Подвижность электронов в германии n-типа  $3,7\cdot 10^3 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Определить постоянную Холла, если удельное сопротивление полупроводника  $1,6\cdot 10^{-2} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

564. Перпендикулярно однородному магнитному полю, индукция которого  $0,1 \text{ Тл}$ , помещена тонкая пластинка из германия, ширина пластинки  $b=4 \text{ см}$ . Определить плотность тока  $j$ , при которой холловская разность потенциалов достигает значения  $0,5 \text{ В}$ . Постоянная Холла для германия принять  $0,3 \text{ м}^3/\text{Кл}$ .

565. Определить подвижность электронов в полупроводнике, если постоянная Холла  $0,8 \text{ м}^3/\text{Кл}$ , удельное сопротивление его  $1,56 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

566. Энергии, необходимые для образования электронов проводимости в германии и кремнии, соответственно равны  $1,12\cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  и  $1,76\cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . В каком из этих

полупроводников при данной температуре концентрация собственных электронов больше? Укажите, какой из этих элементов более пригоден для изготовления фотосопротивления.

567. При нагревании кремния от  $T=273$  К до  $T=283$  К его удельная проводимость возросла в 2,3 раза. Определить ширину запрещенной зоны кристалла кремния.

568. Удельная проводимость кремния с примесями  $112$  Ом/м. Определить подвижность дырок и их концентрацию, если постоянная Холла  $3,66 \cdot 10^{-4}$  м<sup>3</sup>/Кл. Полупроводник обладает только дырочной проводимостью.

569. Тонкая пластинка из кремния шириной 2 см помещена перпендикулярно у линиям индукции однородного магнитного поля равного 0,5 Тл. При плотности тока  $j=2$  мкА/мм<sup>2</sup>, направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов  $U_x=2,8$  В. Определить концентрацию носителей тока.

570. Поперечная разность потенциалов, возникающая при пропускании тока через алюминиевую пластинку толщиной 0,1 мм, равна  $2,7 \cdot 10^{-6}$  В. Какой ток пропускается через пластину, если она помещена в магнитном поле с индукцией  $B=0,5$  Тл. Концентрация электронов проводимости равна концентрации атомов.

571. При распаде  ${}_{94}\text{Pu}^{239} \rightarrow {}_{92}\text{U}^{235} + {}_2\text{He}^4$  освобождается энергия, большая часть которой составляет кинетическую энергию  $\alpha$ - частиц. 0,09 мэВ уносят  $\gamma$ -лучи, испускаемые ядрами урана. Определить скорость  $\alpha$ -частиц,  $m_{\text{Pu}}=239,05122$  а.а.м.,  $m_{\text{U}}=235,04299$  а.а.м.,  $m_{\text{Al}}=4,00260$  а.а.м.

572. В процессе деления ядро урана распадается на две части, общая масса которых меньше начальной массы ядра приблизительно на 0,2 массы покоя одного протона. Сколько энергии выделяется при делении одного ядра урана?

573. Определить число атомов урана  ${}_{92}\text{U}^{238}$  распавшихся в течение года, если первоначальная масса урана 1 кг. Вычислить постоянную распада урана.

574. Вычислить число атомов радона, распавшихся в течение первых суток, если первоначальная масса радона 1 г. Вычислить постоянную распада урана.

575. В человеческом организме 0,36 массы приходится на калий. Радиоактивный изотоп калия  ${}_{19}\text{K}^{40}$  составляет 0,012% от общей массы калия. Какова активность калия, если масса человека 75 кг? Период его полураспада  $1,42 \cdot 10^8$  лет.

576. 100 радиоактивного вещества лежит на весах. Через сколько суток весы с чувствительностью 0,01 г покажут отсутствие радиоактивного вещества? Период полураспада вещества равен 2 суткам.

577. За два дня радиоактивность препарата радона уменьшилась в 1,45 раза. Определить период полураспада.

578. Определить число радиоактивных ядер в свежеприготовленном препарате  ${}_{53}\text{I}^{131}$ , если известно, что через сутки его активность стала 0,20 Кюри. Период полураспада иода 8 суток.

579. Относительная доля радиоактивного углерода  ${}_{6}\text{C}^{14}$  в старом куске дерева составляет 0,0416 доли его в живых растениях. Каков возраст этого куска дерева? Период полураспада  ${}_{6}\text{C}^{14}$  составляет 5570 лет.

580. Было установлено, что в радиоактивном препарате происходит  $6,4 \cdot 10^8$  распадов ядер в минуту. Определить активность этого препарата.

581. Какая доля первоначального количества ядер  ${}_{38}\text{Sr}^{90}$  остается через 10 и 100 лет, распадается за один день, за 15 лет? Период полураспада 28 лет.

582. Имеется  $26 \cdot 10^6$  атомов радия. Со сколькими из них произойдет радиоактивный распад за одни сутки, если период полураспада радия 1620 лет?

583. В капсуле находится 0,16 моль изотопа  ${}_{94}\text{Pu}^{238}$ . Его период полураспада  $2,44 \cdot 10^4$  лет. Определить активность плутония.

584. Имеется урановый препарат с активностью  $20,7 \cdot 10^6$  расп/с. Определить в препарате массу изотопа  ${}_{92}\text{U}^{235}$  с периодом полураспада  $7,1 \cdot 10^8$  лет.

585. Как изменится активность препарата кобальта в течение 3-х лет? Период полураспада 5,2 года.
586. В свинцовой капсуле находится  $4,5 \cdot 10^{18}$  атомов радия. Определить активность радия, если его период полураспада 1620 лет.
587. Через сколько времени распадается 80% атомов радиоактивного изотопа хрома  ${}_{24}\text{Cr}^{51}$ , если его период полураспада 27,8 суток?
588. Масса радиоактивного изотопа натрия  ${}_{11}\text{Na}^{25}$  равна  $0,248 \cdot 10^{-8}$  кг. Период полураспада 62 с. Чему равна начальная активность препарата и его активность через 10 мин?
589. Сколько радиоактивного вещества остается по истечению одних, двух суток, если вначале его было 0,1 кг? Период полураспада вещества равен 2 суткам.
590. Активность препарата урана с массовым числом 238 равна  $2,5 \cdot 10^4$  расп/с, масса препарата 1 г. Найти период полураспада.
591. Какая доля атомов радиоактивного изотопа  ${}_{90}\text{Th}^{234}$ , имеющего период полураспада 24,1 дня, распадается за 1с, за сутки, за месяц?
592. Какая доля атомов радиоактивного изотопа кобальта распадается за 20 суток, если период его полураспада 72 суток?
593. За какое время в препарате с постоянной активностью  $8,3 \cdot 10^6$  расп/с распадается  $25 \cdot 10^8$  ядер?
594. Найти активность 1 мкг вольфрама  ${}_{74}\text{W}^{185}$ , период полураспада которого 73 дня.
595. Сколько распадов ядер за минуту происходит в препарате, активность которого  $1,04 \cdot 10^8$  расп/с?
596. Какая доля начального количества радиоактивного вещества остается нераспавшейся через 1,5 периода полураспада?
597. Какая доля первоначального количества радиоактивного изотопа распадается за время жизни этого изотопа?
598. Чему равна активность радона, образовавшегося за 1 г радия за один час? Период полураспада радия 1620 лет, радона 3,8 дня.
599. Некоторый радиоактивный препарат имеет постоянную распадения  $1,44 \cdot 10^{-3}$  ч<sup>-1</sup>. Через сколько времени распадается 70% первоначального количества атомов?
600. Найти удельную активность искусственно полученного радиоактивного изотопа стронция  ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ . Период полураспада его 28 лет.

#### ТЕРМОДИНАМИКА. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА.

601. Газ при постоянном давлении был нагрет от  $7^{\circ}\text{C}$  до  $107^{\circ}\text{C}$ . Определить работу изобарического расширения газа, если в начале нагревания газ занимал объем  $8 \text{ м}^3$  при давлении 0,5 МПа.
602. Водород массой 100 г был изобарически нагрет так, что объем его увеличился в 3 раза. Затем водород изохорически охлаждали так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение энтропии.
603. Одноатомному газу сообщено 41,9 Дж теплоты. При этом газ расширяется, сохраняя постоянное давление. Найти работу расширения газа.
604. Определить работу расширения 7 кг водорода при постоянном давлении и количество теплоты, переданное водороду, если в процессе нагревания его температура повысилась на  $200^{\circ}\text{C}$ .
605. Атомарный кислород, молекулярный кислород  $\text{O}_2$  и озон  $\text{O}_3$  отдельно друг от друга расширяются адиабатически, при этом расходуется некоторое количество теплоты. Определить, какая доля тепла расходуется: 1) на работу расширения; 2) на изменение внутренней энергии  $\text{O}_3$ .

606. Азот массой 200 г расширяется изотермически при температуре  $7^{\circ}\text{C}$ , причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найти: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу; 3) теплоту, полученную газом.

607. Один киломоль воздуха при давлении  $10^6\text{Па}$  и температуре 390 К изохорически изменяет давление так, что его внутренняя энергия изменяется на  $-71,7\text{кДж}$ , затем изобарически расширяется и совершает работу  $745\text{кДж}$ . Определить параметры воздуха (считать теплоемкость равной  $721\text{Дж/кг}\cdot\text{К}$ ). Дать диаграмму процесса.

608. При нормальных физических условиях  $1,25\text{кг}$  азота подвергается изотермическому сжатию. Вычислить работу, необходимую для сжатия азота, если в результате сжатия объем его уменьшился в 3 раза.

609. Многоатомный газ, находившийся под давлением  $1,5\cdot 10^5\text{Па}$  при температуре  $7^{\circ}\text{C}$  был нагрет на  $50^{\circ}\text{C}$ , в результате чего он занял объем  $1,2\cdot 10^{-2}\text{м}^3$ . Определить количество теплоты, переданное газу, если давление газа не изменилось.

610. Два моля газа изобарически нагреваются от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $600^{\circ}\text{C}$ , при этом газ поглощает  $2\cdot 10^7\text{Дж}$  энергии. Определить число степеней свободы молекул газа, приращение внутренней энергии и работу, совершенную газом при расширении.

611. Определить работу изотермического расширения  $20\text{г}$  водорода, если процесс протекал при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и объем газа увеличился в 2 раза. Чему равно изменение внутренней энергии водорода при этом процессе?

612. Чему равна работа расширения  $320\text{г}$  кислорода, если процесс протекал при постоянной температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давление газа увеличилось в 3 раза? Чему равно изменение внутренней энергии кислорода в этом процессе?

613. Азот массой  $280\text{г}$  нагревается при постоянном давлении на  $50^{\circ}\text{C}$ . Найти изменение его внутренней энергии, работу расширения и количество тепла, сообщенного газу.

614. При адиабатическом сжатии давление воздуха было увеличено от  $p_1=50\text{кПа}$  до  $p_2=0,5\text{МПа}$ . Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $p_3$  газа в конце процесса.

615. Кислород массой  $m=200\text{г}$  занимает объем  $V_1=100\text{л}$  и находится под давлением  $p_1=200\text{кПа}$ . При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_2=300\text{л}$ , а затем его давление возросло до  $p_3=500\text{кПа}$  при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа, совершенную им работу  $A$  и теплоту  $Q$ , переданную газу. Построить график процесса.

616. Объем водорода при изотермическом расширении увеличился в  $n=3$  раза. Определить работу  $A$ , совершенную газом, и теплоту  $Q$ , полученную им при этом. Масса  $m$  водорода равна  $200\text{г}$ .

617. Водород массой  $m=40\text{г}$ , имевший температуру  $T=300\text{К}$ , адиабатически расширился, увеличив объем в  $n_1=3$  раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в  $n_2=2$  раза. Определить полную работу  $A$ , совершенную газом, и конечную температуру  $T$  газа.

618. Азот массой  $m=0,1\text{кг}$  был изобарически нагрет от температуры  $T_1=200\text{К}$  до температуры  $T_2=400\text{К}$ . Определить работу  $A$ , совершенную газом, полученную им теплоту  $Q$  и изменение  $\Delta U$  внутренней энергии азота.

619. Кислород массой  $m=250\text{г}$ , имевший температуру  $T_1=200\text{К}$ , был адиабатически сжат. При этом была совершена работа  $A=25\text{кДж}$ . Определить конечную температуру  $T$  газа.

620. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества  $\nu=0,4$  моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит теплоту  $Q=800\text{Дж}$ ? Температура водорода  $T=300\text{К}$ .

621. В баллоне при температуре  $T_1=145\text{К}$  и давлении  $p_1=2\text{МПа}$  находится кислород. Определить температуру  $T_2$  и давление  $p_2$  кислорода после того, как из баллона будет очень быстро выпущена половина газа.

622. Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, к.п.д. которого  $\eta=0,4$ , если работа изотермического расширения равна  $A_1=8$  Дж.

623. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от нагревателя теплоту  $Q_1=4,38$  кДж и совершил работу  $A=2,4$  кДж. Определить температуру нагревателя, если температура охладителя  $T_2=273$  К.

624. При изобарическом сжатии азота была совершена работа 12 кДж. Определить затраченное количество тепла и изменение внутренней энергии.

625. Определить работу расширения 7 кг водорода при постоянном давлении и количество теплоты, переданное водороду, если в процессе нагревания температура газа повышается на  $200^\circ\text{C}$ .

626. Какое количество теплоты нужно сообщить 15 г кислорода, чтобы нагреть его на  $100^\circ\text{C}$  при постоянном объеме?

627. Какое количество азота подвергалось изотермическому расширению при температуре  $23^\circ\text{C}$  от давления  $2,53 \cdot 10^5$  Па до  $1,013 \cdot 10^5$  Па, если при этом совершена работа 720 Дж?

628. Газ объемом  $2$  м<sup>3</sup> при изотермическом расширении изменяет давление от  $12 \cdot 10^5$  до  $2 \cdot 10^5$  Па. Определить работу расширения.

629. Какое количество водяного пара можно нагреть от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  при постоянном давлении количеством теплоты, равным 220 Дж? На сколько изменится при этом его внутренняя энергия?

630. Один моль азота нагревают при постоянном давлении от  $10^\circ\text{C}$  до  $110^\circ\text{C}$ . Найти изменение его внутренней энергии, работу, совершаемую при расширении, количество теплоты, сообщаемое газу.

631. В двух одинаковых по объему баллонах находятся различные идеальные газы с молярными массами  $M_1$  и  $M_2$ . Соответственно массы газов в баллонах  $m_1$  и  $m_2$ . Давления газов и их температуры одинаковы. Сосуды соединили друг с другом. Определить приращение энтропии  $\Delta S$ , которое произойдет вследствие диффузии газов.

632. Используя понятие энтропии и соотношения Максвелла, получить выражение для разности теплоемкостей  $C_p - C_v$ .

633. Найти изменение энтропии  $\Delta S$  5 г водорода, изотермически расширившегося от объема 10 л до объема 25 л.

634. В двух сосудах одного и того же объема находятся различные идеальные газы. Масса газа в первом сосуде  $M_1$ , во втором  $M_2$ , давления газов и температуры их одинаковы. Сосуды соединили друг с другом, и начался процесс диффузии. Определить суммарное изменение  $\Delta S$  энтропии рассматриваемой системы, если относительная молекулярная масса первого газа  $\mu_1$ , а второго  $\mu_2$ .

635. Два баллона с объемами  $V=1$  л каждый соединены трубкой с краном. В одном из них находится водород при давлении 1 атм и температуре  $t_1=20^\circ\text{C}$ , в другом - гелий при давлении 3 атм и температуре  $t_2=100^\circ\text{C}$ . Найти изменение энтропии системы  $\Delta S$  после открытия крана и достижения равновесного состояния. Стенки баллона и трубки обеспечивают полную теплоизоляцию газов окружающей среды.

636. Найти изменение энтропии  $\Delta S$  вещества при нагревании, если его удельная теплоемкость с постоянна, а коэффициент объемного расширения равен нулю.

637. Приводимые в тепловой контакт одинаковые массы вещества имеют разные температуры  $T_1$  и  $T_2$ . Считая, что  $C_p = \text{const}$ , найти приращение энтропии в результате установления теплового равновесия при  $p = \text{const}$ .

638. Найти выражение для энтропии  $\nu$  молей идеального газа.

639. Найти изменения энтропии моля идеального газа при изохорическом, изотермическом и изобарическом процессах.

640. Энтропия моля кислорода при  $25^\circ\text{C}$  и давлении  $1,00 \cdot 10^5$  Па равна  $S_1=204,8$  Дж/(моль·К). В результате изотермического расширения объем, занимаемый газом, увеличился в два раза. Определить энтропию  $S_2$  кислорода в конечном состоянии.



641. Найти приращение энтропии  $\Delta S_M$  моля одноатомного идеального газа при нагревании его от 0 до  $273^{\circ}\text{C}$  в случае, если нагревание происходит:

- а) при постоянном объеме,
- б) при постоянном давлении.

642. Идеальный газ, расширяясь изотермически (при  $T=400\text{ K}$ ), совершает работу  $A=800\text{ Дж}$ . Что происходит при этом с энтропией газа?

643. В ходе обратимого изотермического процесса, протекающего при температуре  $T=350\text{ K}$ , тело совершает работу  $A=80\text{ Дж}$ , а внутренняя энергия тела получает приращение  $\Delta U=7,5\text{ Дж}$ . Что происходит с энтропией тела?

644. Найти приращение энтропии  $\Delta S$  при превращении массы  $m=200\text{ г}$  льда, находившегося при температуре  $t_1=-10,7^{\circ}\text{C}$ , в воду при  $t_2=0^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость льда считать не зависящей от температуры. Температуру плавления принять равной  $273\text{ K}$ .

645. Найти приращение энтропии  $\Delta S$  при конденсации массы  $m=1,0\text{ кг}$  пара, находившегося при температуре  $t_1=100^{\circ}\text{C}$ , в воду и последующем охлаждении воды до температуры  $t_2=20^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость воды считать не зависящей от температуры. Конденсация происходит при давлении, равном  $1\text{ атм}$ .

646. В ограниченном интервале температур приращение энтропии некоторого вещества оказывается пропорциональным приращению температуры:  $\Delta S=\alpha\Delta T$ . Как зависит от температуры теплоемкость  $C$  вещества в том же интервале?

647. Найти зависимость энтропии  $S_M$  моля идеального газа ( $\gamma$  - известно) от объема  $V_M$  для процесса, при котором давление газа пропорционально его объему.

648. Моль идеального газа ( $\gamma=1,40$ ) совершает обратимый процесс, в ходе которого энтропия газа изменяется пропорционально термодинамической температуре. В результате внутренняя энергия газа изменяется от  $U_1=6,00\text{ кДж/моль}$  до  $U_2=7,00\text{ кДж/моль}$ . Энтропии в исходном состоянии  $S_1=200\text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$ . Найти работу  $A$ , совершаемую газом в ходе процесса.

649.  $1,000\text{ г}$  кислорода первоначально заключен в объеме  $V_1=0,200\text{ л}$  под давлением  $p_1=500\text{ Па}$ . Затем газ расширился, в результате чего объем газа стал равным  $V_2=0,500\text{ л}$ , а давление - равным  $p_2=200\text{ Па}$ . Считая газ идеальным, определить:

- а) приращение энтропии газа  $\Delta S$ ,
- б) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ .

650. Сосуд разделен на две равные части перегородкой с закрытым пробкой отверстием. В одной из половин сосуда содержится моль идеального газа, в другой половине сосуда - вакуум. Пробку удаляют, и газ распространяется на весь объем. Считая процесс адиабатическим, определить

- а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U_M$ ,
- б) приращение энтропии газа  $\Delta S_M$ .

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

652. Найти изменение энтропии  $\Delta S$   $30\text{ г}$  льда при превращении его в пар, если начальная температура льда  $-40^{\circ}\text{C}$ , и температура пара  $100^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкости воды и льда считать постоянными, а все процессы - происходящими при атмосферном давлении. Удельная теплоемкость льда  $c=2,09\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

653. Найти суммарное изменение энтропии  $\Delta S$  (воды и железа) при погружении  $100\text{ г}$  железа, нагретого до  $300^{\circ}\text{C}$ , в воду при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплоемкость железа  $c=0,46\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .

654. Азот массой  $m=0,28\text{ кг}$  нагревается от температуры  $t_1=7^{\circ}\text{C}$  до температуры  $t_2=100^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении. Найти приращение энтропии азота.

655. Вычислить приращение энтропии  $\Delta S$  при переходе одного моля кислорода от объема  $V_1=50\text{ л}$  при температуре  $T_1=300\text{ K}$  к объему  $V_2=200\text{ л}$  при температуре  $T_2=500\text{ K}$ .

656. Вычислить приращение энтропии  $\Delta S$  при переходе 12 г гелия от объема  $V_1=40$  л при давлении  $p_1=100$  кПа к объему  $V_2=160$  л при давлении  $p_2=80$  кПа.

657. Один моль двухатомного газа расширяется изобарически до удвоения его объема. Вычислить приращение энтропии  $\Delta S$  газа.

658. Вычислить приращение энтропии  $\Delta S$  при изотермическом расширении 3 молей идеального газа от давления  $p_1=100$  кПа до давления  $p_2=25$  кПа.

659. Кислород массой 12 г изотермически расширяется от объема  $V_1=20$  л до объема  $V_2=50$  л. Вычислить приращение энтропии  $\Delta S$  кислорода.

660. Один моль одноатомного идеального газа переходит из начального состояния, характеризуемого давлением  $p$  и объемом  $V$ , к конечному состоянию при давлении  $2p$  и объеме  $2V$ . Определить приращение энтропии  $\Delta S$  газа. Рассмотреть следующие способы перехода газа из начального в конечное состояние: а) газ расширяется изотермически до объема  $2V$  и потом изохорически переходит в конечное состояние; б) газ сжимается изотермически до давления  $2p$  и потом изобарически переводится в конечное состояние.

661. Найти, на какой высоте  $h_c$  находится центр тяжести вертикального цилиндрического столба воздуха. Температуру  $T$ , молярную массу  $M$  и ускорение свободного падения  $g$  считать известными и не зависящими от  $h$ .

662. Пользуясь распределением Максвелла и понятием относительной скорости  $u$  как отношения скорости молекул  $v$  к наиболее вероятной скорости  $v_v$ , получить то же распределение в приведенном виде:

$$dN(u) = N \frac{4}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} u^2 du.$$

663. Какая часть молекул азота при температуре  $7^\circ$  С обладает скоростями в интервале от 500 до 510 м/с?

664. Какая часть молекул кислорода обладает скоростями, отличающимися от наиболее вероятной не больше чем на 10 м/с, при температурах 0 и  $300^\circ$  С?

665. Определить отношение числа молекул водорода, обладающих скоростями в интервале от 2,0 до 2,01 км/с, к числу молекул, обладающих скоростями от 1,0 до 1,01 км/с, если температура водорода  $0^\circ$  С.

666. Определить высоту горы, если давление на ее вершине равно половине давления на уровне моря. Температуру считать всюду одинаковой и равной  $0^\circ$  С.

667. На поверхности Земли барометр показывает 101 кПа. Каково будет показание барометра при подъеме его на Останкинскую телевизионную башню, высота которой 540 м? Температуру считать одинаковой и равной  $7^\circ$  С.

668. При подъеме вертолета на некоторую высоту барометр, находящийся в его кабине, изменил свое показание на 11 кПа. На какой высоте летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал 0,1 МПа? Температуру воздуха считать всюду одинаковой и равной  $17^\circ$  С.

669. Каковы давление и число молекул в единице объема воздуха на высоте 2,0 км над уровнем моря? Давление на уровне моря 101 кПа, а температура  $10^\circ$  С. Изменением температуры с высотой пренебречь.

670. Пылинки массой 1 аГ взвешены в воздухе. Определить толщину слоя воздуха, в пределах которого концентрация пылинок различается не более чем на 1,0%. Температуру воздуха во всем объеме считать одинаковой и равной  $27^\circ$  С.

671. У поверхности Земли молекул водорода почти в  $1,0 \cdot 10^6$  раз меньше, чем молекул азота. На какой высоте число молекул водорода будет равно числу молекул азота? Среднюю температуру водорода принять равной  $0^\circ$  С.

672. Написать выражение для среднего числа  $dN$  молекул газа, кинетические энергии которых заключены между  $\epsilon$  и  $\epsilon+d\epsilon$ .

673. Найти наиболее вероятное значение кинетической энергии  $\epsilon$  поступательного движения молекул газа, т.е. такое значение  $\epsilon_m$ , при котором в фиксированный интервал энергии  $d\epsilon$  в газе находится максимальное число молекул.

674. При каком значении температуры число молекул находящихся в пространстве скоростей в фиксированном интервале  $(v, v+dv)$ , максимально?

675. Найти отношение числа молекул водорода  $n_1$  скорости которых лежат в пределах от 3000 до 3010 м/с, к числу молекул  $n_2$ , имеющих скорости в пределах от 1500 до 1510 м/с, если температура водорода  $300^\circ\text{C}$ .

676. Исходя из распределения Максвелла, найти средний квадрат  $x$ -компоненты скорости молекул газа. Найти отсюда среднюю кинетическую энергию, приходящуюся на одну степень свободы поступательного движения молекулы газа.

677. 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  $v_{1/2}$ .

678. Считая атмосферу изотермической, а ускорение свободного падения не зависящим от высоты, вычислить давление а) на высоте 5 км, б) на высоте 10 км, в) в шахте на глубине 2 км. Расчет произвести для  $T=293\text{ K}$ . Давление на уровне моря принять равным  $p_0$ .

679. Вблизи поверхности Земли отношение объемных концентраций кислорода ( $\text{O}_2$ ) и азота ( $\text{N}_2$ ) в воздухе  $\eta_0=20,95/78,08=0,268$ . Полагая температуру атмосферы не зависящей от высоты и равной  $0^\circ\text{C}$ , определить это отношение  $\eta$  на высоте  $h=10\text{ м}$ .

680. Найти отношение числа молекул водорода  $n_1$  скорости которых лежат в пределах от 3000 до 3010 м/с, к числу молекул  $n_2$ , имеющих скорости в пределах от 1500 до 1510 м/с, если температура водорода  $300^\circ\text{C}$ .

681. Закрытая с одного конца труба длины  $l=1,00\text{ м}$  вращается вокруг перпендикулярной к ней вертикальной оси, проходящей через открытый конец трубы, с угловой скоростью  $\omega=62,8\text{ рад/с}$ . Давление окружающего воздуха  $p_0=1,00\cdot 10^5\text{ Па}$ , температура  $t=20^\circ\text{C}$ . Найти давление воздуха в трубе вблизи закрытого конца.

682. Имеется  $N$  частиц, энергия которых может принимать лишь два значения  $E_1$  и  $E_2$ . Частицы находятся в равновесном состоянии при температуре  $T$ . Чему равна суммарная энергия  $E$  всех частиц в этом состоянии?

683. При какой температуре  $T$  воздуха средние скорости молекул азота ( $\text{N}_2$ ) и кислорода ( $\text{O}_2$ ) отличаются на  $300\text{ м/с}$ ?

684. Преобразовать функцию распределения Максвелла, перейдя от переменной  $v$  к переменной  $u=v/v_{\text{вер}}$ , где  $v_{\text{вер}}$  - наиболее вероятная скорость молекул.

685. В запаянном стеклянном баллоне заключен моль одноатомного идеального газа при температуре  $T=293\text{ K}$ . Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить газу, чтобы средняя скорость его молекул увеличилась на  $1\%$ ?

686. Вычислить наиболее вероятную, среднюю и среднеквадратичную скорости молекул кислорода ( $\text{O}_2$ ) при  $20^\circ\text{C}$ .

687. Моль азота ( $\text{N}_2$ ) находится в равновесном состоянии при  $T=300\text{ K}$ . Чему равна а) сумма  $x$ -вых компонент скоростей всех молекул  $\Sigma$ , б) сумма скоростей всех молекул  $\Sigma v$ , в) сумма квадратов скоростей всех молекул  $\Sigma v^2$ , г) сумма модулей скоростей всех молекул  $\Sigma v$ ?

688. Найти среднее значение модуля  $x$ -вой компоненты скорости молекул газа, находящегося в равновесном состоянии при температуре  $T$ . Масса молекулы равна  $m$ .

689. Найти сумму модулей импульсов молекул, держащихся в моле азота ( $\text{N}_2$ ), при температуре  $200\text{ K}$ .

690. Определить, исходя из классических представлений, среднеквадратичную угловую скорость  $\sqrt{\langle \omega^2 \rangle}$  вращения молекул азота ( $\text{N}_2$ ) при  $T=300\text{ K}$ . Расстояние между ядрами молекулы  $l=3,7\cdot 10^{-10}\text{ м}$ .

691. Некоторый газ находится в равновесном состоянии. Какой процент молекул газа обладает скоростями отличными от наиболее вероятной не более чем на 1%.
692. Написать выражение, определяющее относительную долю  $\eta$  молекул газа, обладающих скоростями превышающими наиболее вероятную скорость.
693. Средняя энергия молекул гелия (He)  
 $\varepsilon = 3,92 \cdot 10^{-21}$  Дж. Определить среднюю скорость молекул гелия при тех же условиях.
694. Азот ( $N_2$ ) находится в равновесном состоянии при  $T = 421$  К.
1. Найти наиболее вероятную скорость молекулы.
  2. Определить относительное число  $\Delta N/N$  молекул скорости которых заключены в пределах: а) от 499,9 до
695. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул 1) водорода, 2) азота, 3) кислорода при  $0^\circ$  С.
696. Масса крупной молекулы органического вещества  $m = 10^{-18}$  г. Найти полную среднюю кинетическую энергию движения такой молекулы, взвешенной в воздухе при температуре  $27^\circ$  С. Найти также среднюю квадратичную скорость молекулы при этой температуре.
697. Найти средний квадратичный импульс молекулы  $H_2$  при температуре  $27^\circ$  С.
698. Найти зависимость между средней квадратичной скоростью теплового движения молекулы газа  $\bar{v}_{\text{е.а}}$  и скоростью звука в нем  $c_{\text{зв}}$ .
699. Найти наиболее вероятную  $v_m$ , среднюю  $v$  и среднюю квадратичную  $\bar{v}_{\text{е.а}}$  скорости молекул хлора при температуре  $227^\circ$  С.
700. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода равна таковой же скорости молекул азота при температуре  $100^\circ$  С?
701. Показать, что если за единицу скорости молекул газа принять наиболее вероятную скорость, то число молекул, абсолютные значения скоростей которых лежат между  $v$  и  $v+dv$ , не будет зависеть от температуры газа.
702. Как зависит от давления средняя скорость молекул идеального одноатомного газа при адиабатическом сжатии или расширении?
703. Плотность некоторого угля  $\rho = 3 \cdot 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>. Найти давление  $p$  газа, которое он оказывает на стенки сосуда, если средняя квадратичная скорость молекул газа равна 500 м/с.
704. Вычислить среднюю квадратичную энергию поступательного движения  $\langle W \rangle_{\text{пост}}$  и полную среднюю кинетическую энергию  $\langle W \rangle$  молекулы азота при температуре  $T = 300$  К. Молекулу азота считать жесткой.
705. Вычислить среднюю энергию поступательного  $\langle W \rangle_{\text{пост}}$ , вращательного  $\langle W_{\text{вр}} \rangle$  и колебательного  $\langle W_{\text{кол}} \rangle$  движений двухатомной молекулы газа при температуре  $T = 3 \cdot 10^3$  К.
706. Определить отношение  $\eta$  средней квадратичной скорости молекулы газа к скорости распространения звука в нем при одной и той же температуре. Газ взять двухатомный, молекулы газа считать жесткими.
707. Найти относительное число молекул  $\Delta n/n$ , скорости которых отличаются от наиболее вероятной не более чем на 10 м/с, при температурах газа: а)  $T_1 = 300$  К, б)  $T_2 = 600$  К.
708. Найти относительное число молекул  $\Delta n/n$  гелия, скорости которых лежат в интервале от  $v_1 = 990$  м/с до  $v_2 = 1010$  м/с при температурах: а)  $T_1 = 300$  К, б)  $T_2 = 600$  К.
709. Найти отношение  $\eta$  числа гелия, движущихся со скоростями в интервале от  $v_1 = 2000$  м/с до  $v_2 = 2010$  м/с, к числу молекул, скорости которых лежат в интервале от  $v_3 = 1000$  м/с до  $v_4 = 1010$  м/с. Температура гелия  $T = 600$  К.
710. На поверхности Земли барометр показывает 101 кПа. Каково будет показание барометра при подъеме его на Останкинскую телевизионную башню, высота которой 540 м? Температуру считать одинаковой и равной  $7^\circ$  С.

711. Какая часть  $\Delta n/n$  молекул азота при температуре  $t=230^\circ\text{C}$  обладает скоростями в интервале от  $v_1=290\text{ м/с}$  до  $v_2=310\text{ м/с}$ , б) от  $v_3=690\text{ м/с}$  до  $v_4=710\text{ м/с}$ .

712. При какой температуре  $T$  наиболее вероятная скорость молекул азота меньше средней квадратичной скорости на  $50\text{ м/с}$ ?

713. Найти относительное число молекул  $\Delta n/n$  газа, скорости которых отличаются не более чем на одну сотую наиболее вероятной скорости, б) средней арифметической скорости, в) средней квадратичной скорости.

714. На какой высоте  $h$  давление воздуха составляет  $80\%$  давления на уровне моря? Температуру считать постоянной по высоте и равной  $t=7^\circ\text{C}$ .

715. Давление воздуха у поверхности Земли  $p=100\text{ кПа}$ . Считая температуру воздуха постоянной и равной  $T=270\text{ К}$ . Определить концентрацию молекул  $n$  воздуха: а) у поверхности Земли; б) на высоте  $h=8\text{ км}$ .

716. На какой высоте  $h$  концентрация молекул водорода составляет  $50\%$  концентрации на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной  $273\text{ К}$ . Ускорение свободного падения постоянно и равно  $9,8\text{ м/с}^2$ .

717. В кабине вертолета барометр показывает давление  $p_1=86\text{ кПа}$ . На какой высоте  $h$  летит вертолет, если у поверхности Земли давление равно  $p_2=0,10\text{ МПа}$ . Считать, что температура воздуха постоянна и равна  $280\text{ К}$ .

718. На какой высоте  $h$  содержание водорода в воздухе по сравнению с содержанием углекислого газа увеличится вдвое? Среднюю по высоте температуру воздуха считать  $T=300\text{ К}$ .

719. Определить число молекул в единице объема  $n$  воздуха на высоте  $h=2\text{ км}$  над уровнем моря. Температуру считать постоянной и равной  $10^\circ\text{C}$ . Давление на уровне моря  $p_0=101\text{ кПа}$ .

720. Для вычисления числа Авогадро  $N_A$  Перрен определял с помощью микроскопа распределение по высоте шарообразных частиц в слоях, отстоящих друг от друга на расстояние  $l=38\text{ мкм}$ , равно  $\alpha=2,08$ . Плотность гуммигута  $\rho=1,2\cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ , радиусы его частиц  $R=0,212\text{ мкм}$ . Температура воды  $t=18^\circ\text{C}$ . Используя эти данные найти число Авогадро.