

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине (модулю)

Физика

Направление подготовки/специальность:

21.03.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль) подготовки:

**Эксплуатация и обслуживание объектов нефтегазового комплекса
Арктического шельфа**

Составитель _____ /Ботова М.Г./
(подпись)

« ____ » _____ 2019 г.

1) **Комплект заданий**

Расчетно-графическая работа № 1
«Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика.»
Задание №1

Движение материальной точки задано уравнениями $x = A \cdot t^2 + B, м;$
 $y = C \cdot t^2 - D, м; z = 0.$

1. определить модули скорости и ускорения точки в момент времени $t = E, с;$
2. определить путь, пройденный точкой за промежуток времени от $t_1 = F, с$ до $t_2 = K, с;$
3. определить среднюю скорость точки в промежуток времени от $t_1 = F, с$ до $t_2 = K, с;$
4. построить графики зависимости скорости, ускорения и пути, пройденного точкой, от времени;
5. найти уравнение траектории движения точки.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 1.

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$A, м$	1,0	1,5	2,0	1,0	2,0	2,5	1,0	1,5	3,0	3,5	1,0	4,0	2,0
$B, м$	1,0	1,5	1,0	2,0	1,5	1,0	2,5	1,0	1,5	1,0	3,0	2,0	3,0
$C, м$	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,0	4,5
$D, м$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	2,0	1,5	2,0	1,5	2,5	3,0
$E, с$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
$F, с$	0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,5	0
$K, с$	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	6,0	7,0	6,5	7,0	6,5	7,0
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$A, м$	2,5	2,0	1,0	1,5	3,0	3,5	4,0	4,5	3,5	5,0	1,0	2,0	5,0
$B, м$	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	6,0	6,0	1,0
$C, м$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	2,0	6,0	6,0	6,0
$D, м$	1,5	2,0	1,0	0	0	1,0	1,5	2,0	3,0	1,0	2,0	3,0	4,0
$E, с$	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5
$F, с$	1,0	2,0	0	0	1	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	1,0	3,0	4,0
$K, с$	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5

Задание №2

Радиус-вектор материальной точки относительно начала координат изменяется со временем по закону $\vec{r} = bt\vec{i} + ct^2\vec{j}.$

1. найти уравнение траектории движения точки;
2. построить график траектории точки в промежуток времени от $t_1 = 0$ до $t_2 = 5, с;$
3. определить модуль скорости точки в начале координат $(x_0, y_0);$
4. определить модули тангенциального, нормального и полного ускорений точки в начале координат $(x_0 = 0, y_0 = 0);$
5. определить радиус кривизны траектории точки в начале координат $(x_0, y_0).$

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 2.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$b, \text{ м/с}$	1,0	2,0	1,5	1,0	1,5	2,0	2,5	1,0	2,5	1,5	2,5	2,0	2,5
$c, \text{ м/с}^2$	2,0	0,1	1,0	1,5	1,5	2,0	1,0	2,5	1,5	2,5	2,0	2,5	3,0
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$b, \text{ м/с}$	3,0	3,0	1,0	3,0	2,0	2,5	3,5	1,0	3,5	2,0	4,0	3,0	4,0
$c, \text{ м/с}^2$	2,5	1,0	3,0	2,0	3,0	3,0	1,0	3,5	2,0	3,5	3,0	4,0	5,0

Задание №3

Твёрдое тело вращается вокруг неподвижной оси Z по закону: $\varphi = a \cdot t - b \cdot t^2$.

- каков характер движения этого тела?
- определить модули угловой скорости ω и углового ускорения ε тела, полное число оборотов N , совершённых телом за время $t_1 = 5, \text{ с}$;
- определить момент времени t_2 , когда направление вращения тела изменяется на противоположное;
- построить график зависимости угловой скорости и углового ускорения тела от времени;
- указать относительное направление векторов угловой скорости $\vec{\omega}$ и углового ускорения $\vec{\varepsilon}$.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 3.

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$a, \text{ рад/с}$	5,0	5,0	5,0	3,0	4,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0
$b, \text{ рад/с}^2$	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0	3,0
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$a, \text{ рад/с}$	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	20,0
$b, \text{ рад/с}^2$	4,0	5,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	1,0

Задание №4

На обод маховика в форме однородного сплошного диска массой m_1 и радиусом R намотана лёгкая нить, к концу которой прикреплен груз массой m_2 . Уравнение вращения

маховика: $\varphi = \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$. До начала вращения маховика высота груза над полом составляла h .

Определить:

- тангенциальное ускорение и линейную скорость, нормальное и полное ускорения точек обода маховика, время опускания груза до пола, кинетическую энергию груза в момент удара о пол;
- угловую скорость и угловое ускорение маховика;
- силу натяжения нити с грузом, работу силы натяжения по опусканию груза на пол;
- момент силы натяжения нити маховика, его момент импульса и момент инерции маховика, кинетическую энергию маховика;

5. направления векторов угловой скорости, углового ускорения, момента силы и момента импульса маховика.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 4.

Таблица 4

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
m_1 , кг	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	1,0	2,0	3,0
m_2 , кг	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	10,0	9,0	8,0	7,0	3,0	2,0	1,0
R , м	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	0,2	0,3	0,4
h , м	1,0	1,5	1,0	1,2	1,4	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	2,0	1,0	0,5
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
m_1 , кг	3,0	2,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	0,5
m_2 , кг	3,0	2,0	1,0	2,5	3,5	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	4,0	0,2
R , м	0,25	0,2	0,2	0,25	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,15
h , м	2,0	2,5	1,0	0,5	0,6	0,4	1,0	1,5	1,2	1,5	2,0	2,5	0,5

Задание №5

В закрытом резервуаре объёмом V находится газ X . Начальное состояние газа (состояние 1) характеризуется термодинамическими параметрами: масса газа m_1 , давление газа p_1 , температура газа T_1 . После того, как в резервуар впустили некоторое количество такого же газа, его состояние (состояние 2) стало характеризоваться следующими термодинамическими параметрами: масса газа m_2 , давление газа p_2 , температура газа T_2 . Затем газ изохорно перевели в состояние 3 с термодинамическими параметрами: p_3 и $T_3 = T_1$.

Считая газ идеальным, а значения термодинамических параметров V, m_1, T_1, m_2 и T_2 известными, найти:

- значения термодинамических параметров газа в состоянии 1: p_1 , в состоянии 2: p_2 и в состоянии 3: p_3 ; массу m_0 молекулы газа, количество молей ν газа, общее число N и концентрацию n молекул газа и плотности ρ газа в состояниях 1 и 2;
- наиболее вероятную v_B , среднюю $\langle v \rangle$, среднюю квадратичную $\langle v_{KB} \rangle$ скорости молекул газа в состояниях 1 и 2; среднюю кинетическую энергии поступательного $\langle \varepsilon_{II} \rangle$, вращательного $\langle \varepsilon_{BP} \rangle$ движения молекул газа и среднее значение их полной кинетической энергии $\langle \varepsilon \rangle$ в состояниях 1 и 2;
- молярные C_V, C_P и удельные c_V, c_P теплоёмкости газа, показатель адиабаты γ и внутреннюю энергию U газа в состояниях 1 и 2;
- среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул газа в состояниях 1 и 2, динамическую вязкость η и коэффициент теплопроводности λ газа;
- изобразить термодинамическую диаграмму рассматриваемого изохорного процесса в координатах (P, V) , (P, T) и (V, T) .

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 1.

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$V, \text{ м}^3$	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
X	H_2	He	O_2	N_2	NH_3	CO_2	Ar	H_2	He	O_2	N_2	NH_3	CO_2
$m_1, \text{ кг}$	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,50	0,40	0,30	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
$T_1, \text{ К}$	330	325	320	315	300	350	340	300	320	350	270	300	330
$m_2, \text{ кг}$	0,10	0,15	0,30	0,35	0,50	0,50	0,40	0,70	0,30	0,50	0,60	0,50	0,40
$T_2, \text{ К}$	360	330	340	330	250	370	350	320	300	290	300	350	360
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$V, \text{ м}^3$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,04	0,03	0,025
X	Ar	H_2	He	O_2	N_2	NH_3	CO_2	Ar	H_2	He	O_2	N_2	NH_3
$m_1, \text{ кг}$	0,25	0,30	0,40	0,20	0,60	0,25	0,20	0,30	0,40	0,5	0,4	0,3	0,25
$T_1, \text{ К}$	300	330	250	350	360	300	320	330	340	250	300	330	350
$m_2, \text{ кг}$	0,25	0,20	0,60	0,80	0,40	0,75	0,80	0,70	0,60	1,00	0,60	0,70	0,75
$T_2, \text{ К}$	330	340	350	300	280	320	290	340	300	300	350	360	300

Задание №6

Газ X нагревают от температуры T_1 до температуры T_2 . Полагая, что функция Максвелла

$$\text{имеет вид } f(v, T) = 4\pi \cdot \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}.$$

Используя закон, выражающий распределение молекул идеального газа по скоростям $f(v, T)$:

- вывести формулы средней арифметической $\langle v \rangle$, средней квадратичной $\langle v_{KB} \rangle$ наиболее вероятной v_B скоростей и определить их числовые значения для температур T_1 и T_2 ;
- рассчитать для каждой из указанных температур значения функции Максвелла при скоростях: $v = \frac{v_B}{2}$, $v = v_B$, $v = 2v_B$;
- по полученным данным построить график функции $f(v, T)$ для каждой из температур;

Используя закон, выражающий распределение молекул идеального газа по $f(v, T)$:

- получить функцию распределения молекул газа по значениям кинетической энергии поступательного движения $f(\varepsilon)$;
- используя функцию распределения молекул газа по энергиям $f(\varepsilon)$ вывести формулы средней кинетической энергии $\langle \varepsilon \rangle$ молекул и наиболее вероятное значение энергии ε_B молекул и рассчитать их числовые значения для температур T_1 и T_2 ;

3. найти закон, выражающий распределение молекул идеального газа по относительным скоростям $f(u, T)$, где $u = \frac{v}{v_B}$;

4. для указанных температур определить долю молекул, скорость которых лежит в интервале от v_1 до v_2 .

Газ X считать идеальным, независимо от характера процесса начальное и конечное состояния газа считать равновесными.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 2.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂	Воздух	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂
T_1 , К	250	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380
T_2 , К	270	290	300	310	320	330	340	360	380	360	370	390	400
v_1 , м/с	350	400	410	420	430	450	460	480	490	500	510	520	530
v_2 , м/с	360	410	420	430	440	460	470	490	500	510	520	530	540
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X	Воздух	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂	Ar	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃
T_1 , К	380	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280	270	260
T_2 , К	400	390	380	370	360	350	340	330	320	310	300	290	280
v_1 , м/с	550	540	530	510	500	490	480	470	460	450	440	430	420
v_2 , м/с	560	550	540	520	510	500	490	480	470	460	450	440	410

Задание №7

ν молей газа X , занимающего объём V_1 и находящегося под давлением p_1 , подвергается изохорному нагреванию до температуры $T_2 = 2 \cdot T_1$. После этого газ подвергли изотермическому расширению до начального давления, а затем он в результате изобарного сжатия возвращён в первоначальное состояние.

Построить график цикла и определить:

1. изменение внутренней энергии газа в каждом из рассматриваемых термодинамических процессов и в целом за цикл;
2. работу газа в рассматриваемых термодинамических процессах и в целом за цикл;
3. количество теплоты, сообщённое газу в каждом из рассматриваемых процессов и за цикл в целом;
4. термодинамический КПД цикла.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 3.

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂	Воздух	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂
ν , моль	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
V_1 , л	5	4	3	2	1	6	7	8	9	10	5	4	3
$p_1 \cdot 10^5$, Па	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	1,0	2,0	3,0
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X	Воздух	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃	CO ₂	Ar	H ₂	He	O ₂	N ₂	NH ₃
ν , моль	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4
V_1 , л	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4
$p_1 \cdot 10^5$, Па	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	2,0	2,0	4,0	3,0	4,0

Задание №8

Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Рабочим телом является воздух, масса которого m . При давлении p_1 , воздух занимает объём V_1 . После изотермического расширения воздух занял объём V_2 , после адиабатического расширения объём стал V_3 . Найти:

1. координаты пересечения изотерм и адиабат и построить диаграмму цикла Карно для рассматриваемого термодинамического процесса;
2. количество теплоты, полученной от нагревателя и количество теплоты, отданное холодильнику за один цикл;
3. работу, совершаемую на каждом участке цикла и полную работу за весь цикл;
4. изменение энтропии нагревателя и холодильника;
5. КПД цикла, а также холодильный коэффициент машины, если она будет совершать тот же цикл в обратном направлении.

Примечание: холодильным коэффициентом называется отношение количества теплоты, отнятого от охлаждаемого тела, к работе двигателя, приводящего в движение машину.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 4.

Таблица 4

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
m , кг	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	5	4
$p_1 \cdot 10^5$, Па	20	15	10	8	5	6	7	8	10	12	20	15	10
V_1 , м ³	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
V_2 , м ³	0,3	0,3	0,25	0,4	0,3	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6
V_3 , м ³	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
m , кг	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	2	3
$p_1 \cdot 10^5$, Па	10	20	30	20	25	30	15	12	9	8	5	6	3

Па													
$V_1, \text{ м}^3$	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4
$V_2, \text{ м}^3$	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,7	0,7
$V_3, \text{ м}^3$	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8	0,9

Задание №9

В баллоне объёмом V находится газ X массой m при температуре T . Рассматривая газ X как реальный газ, определить:

1. внутреннее давление газа;
2. давление газа на стенки баллона, сравнить результат с давлением идеального газа при тех же условиях, какую часть давления газа составляет давление, обусловленное силами взаимодействия молекул?
3. эффективный диаметр молекулы газа X , собственный объём молекул, какую часть объёма баллона составляет собственный объём молекул?
4. определить внутреннюю энергию газа и сравнить её с внутренней энергией идеального газа при тех же условиях;
5. вычислить критическую температуру, критическое давление, критический объём и критическую плотность газа X .

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 5.

Таблица 5

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X	N_2	Ar	H_2	возд ух	He	O_2	CO_2	Cl_2	N_2	Ar	H_2	возд ух	He
$V \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3$	2	4	3	4	5	3	4	5	6	5	4	3	2
$m, \text{ кг}$	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,2	0,2	0,6	0,1
$T, \text{ К}$	280	290	300	320	350	300	340	300	330	320	300	290	280
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
X	N_2	Ar	H_2	возд ух	He	O_2	CO_2	Cl_2	N_2	Ar	H_2	возд ух	He
$V \cdot 10^{-2}, \text{ м}^3$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
$m, \text{ кг}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3
$T, \text{ К}$	350	340	330	320	310	300	290	280	290	300	310	320	330

Расчетно-графическая работа № 2
«Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм.»

Задание №1

Зависимость вектора напряжённости электростатического поля, созданного объёмным электрическим зарядом, выражается уравнением:

$$\vec{E} = \frac{a}{x^2} \vec{i} + \frac{b}{y^2} \vec{j} + \frac{c}{z^2} \vec{k},$$

где $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – единичные орты осей X, Y, Z ; a, b, c – постоянные.

Определить:

1. объёмную плотность электрического заряда ρ в точке пространства с координатами $A(x_1, y_1, z_1)$;
2. модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} в точке A ;
3. силу F взаимодействия точечного заряда q_0 с объёмным зарядом в точке A ;
4. значение потенциала φ этого поля в точках: $B(x_1, 0, 0)$, $C(0, y_1, 0)$, $D(0, 0, z_1)$;
5. потенциальную энергию взаимодействия точечного заряда q_0 с объёмным зарядом в точках электростатического поля $B(x_1, 0, 0)$, $C(0, y_1, 0)$, $D(0, 0, z_1)$, и работу, совершаемую электрическим полем при перемещении точечного заряда q_0 из точки $B(x_1, 0, 0)$ в точку $C(0, y_1, 0)$, из точки $B(x_1, 0, 0)$ в точку $D(0, 0, z_1)$, из точки $C(0, y_1, 0)$ в точку $D(0, 0, z_1)$.

Значение потенциала поля в точке начала координат принять равным нулю: $\varphi_0 = 0$.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 1.

Таблица 1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	2	1	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
b	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1
c	3	4	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$q_0 \cdot 10^{-6}$, Кл	3	4	5	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4
x_1 , м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,1
y_1 , м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
z_1 , м	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
a	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
b	2	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
c	4	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1
$q_0 \cdot 10^{-6}$, Кл	3	4	5	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4
x_1 , м	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,1
y_1 , м	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4
z_1 , м	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2

Задание №2

Площадь обкладок плоского конденсатора S , а расстояние между обкладками равно d . Конденсатор зарядили до разности потенциалов U_1 и отключили от источника напряжения, после чего вплотную к обкладкам вдвинули пластину диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ε .

Определить:

1. ёмкости конденсатора C_1 и C_2 до и после введения диэлектрика;
2. электрический заряд на обкладках конденсатора;
3. разность потенциалов U_2 между обкладками конденсатора после введения диэлектрика;
4. напряжённость электростатического поля внутри конденсатора до и после введения пластины диэлектрика;
5. поверхностную плотность заряда на обкладках конденсатора до и после введения пластины диэлектрика;
6. энергию конденсатора до и после введения диэлектрика;
7. диэлектрическую восприимчивость диэлектрика;
8. поляризованность пластины диэлектрика;
9. поверхностную плотность связанных зарядов на диэлектрике;
10. электрическое смещение внутри пластины диэлектрика;
11. давление, испытываемое пластиной диэлектрика со стороны обкладок конденсатора;
12. работу, которую нужно совершить против сил электрического поля, чтобы вынуть диэлектрик;
13. определить общую ёмкость батареи конденсаторов, если к конденсатору C_1 присоединить последовательно два таких же конденсатора, соединённых между собой параллельно.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 2.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$S, \text{ м}^2$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05
$d \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	5	6	5	4	5	6	7	5	3	2	3	5	2
$U_1, \text{ В}$	300	200	100	400	250	300	200	400	100	200	300	400	500
ε	7	2	5	2	5	3	7	5	3	2	3	5	2
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$S, \text{ м}^2$	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05
$d \cdot 10^{-3}, \text{ м}$	5	6	5	4	5	6	7	5	3	2	3	5	2
$U_1, \text{ В}$	200	100	400	250	300	200	400	100	200	300	400	500	100
ε	2	5	7	5	3	2	5	5	2	3	2	5	5

Задание №3

Два металлических шара соединены проволочкой, ёмкостью которой можно пренебречь. Радиус первого шара R_1 , а заряд q_1 , радиус второго шара R_2 , а потенциал φ_2 .

Найти:

1. потенциал φ_1 первого шара и заряд q_2 второго шара до разряда;
2. энергии W_1 и W_2 каждого шара до разряда;
3. заряд q_1' и потенциал φ_1' первого шара после разряда;
4. заряд q_2' и потенциал φ_2' второго шара после разряда;
5. энергию W соединённых проводником шаров и работу разряда.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 3.

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R_1 , см	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	8	7
q_1 , нКл	10	9	8	6	5	4	6	5	5	6	7	8	8
R_2 , см	2	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	7	6
φ_2 , кВ	9	8	7	6	5	4	3	4	4	5	6	7	8
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
R_1 , см	6	5	4	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q_1 , нКл	7	6	5	4	3	4	5	6	7	8	9	10	9
R_2 , см	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	7
φ_2 , кВ	4	3	2	1	2	3	3	2	3	4	5	6	8

Задание №4

Однородный участок цепи состоит из проводника в виде металлической проволоки молярной массой μ , плотностью ρ длиной l , диаметром d и удельной электропроводностью σ . Напряжение на концах участка цепи U . Определить:

1. сопротивление R участка цепи; силу I и плотность тока j в цепи, заряд q , прошедший по проводнику за время t ;
2. среднюю скорость упорядоченного движения $\langle v \rangle$ электронов вдоль проволоки (скорость дрейфа), полагая, что на каждый атом материала проводника приходится один электрон проводимости;
3. напряжённость E электрического поля и суммарный импульс электронов проводимости в проводнике;
4. количество теплоты Q , выделяемое в проводнике при прохождении тока за время t ; объёмную плотность тепловой мощности тока ω ;
5. какой заряд пройдёт по проводнику за время t , если напряжение на концах проводника равномерно возрастает от 0 до U_{MAX} ;
6. построить для рассматриваемого случая график зависимости силы тока от напряжения (вольт-амперную характеристику проводника) $I = f(U)$.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 4.

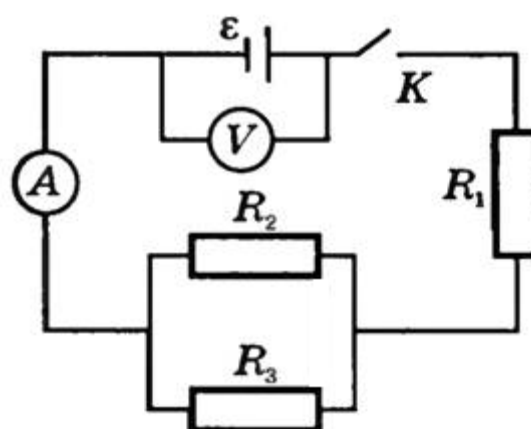
Таблица 4

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\mu \cdot 10^{-3}$, кг/моль	27	184	56	64	108	197	27	184	56	64	108	197	27
$\rho \cdot 10^3$, кг/м ³	27	19,3	7,9	8,93	10,5	19,3	27	19,3	7,9	8,93	10,5	19,3	27
l , м	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
d , мм	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	0,5	0,6	0,7
$\sigma \cdot 10^6$, См/м	38	18,2	10	59,5	62,5	45,5	38	18,2	10	59,5	62,5	45,5	38
U , В	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
t , с	3	4	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5
U_{MAX} , В	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$\mu \cdot 10^{-3}$, кг/моль	27	184	56	64	108	197	27	184	56	64	108	197	27
$\rho \cdot 10^3$, кг/м ³	27	19,3	7,9	8,93	10,5	19,3	27	19,3	7,9	8,93	10,5	19,3	27
l , м	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
d , мм	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,2	2,4	2,5	3,0	3,5
$\sigma \cdot 10^6$, См/м	38	18,2	10	59,5	62,5	45,5	38	18,2	10	59,5	62,5	45,5	38
U , В	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
t , с	4	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5	4
U_{MAX} , В	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Задание №5

К источнику тока с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r присоединены три сопротивления R_1 , R_2 и R_3 как показано на схеме. Определить:

- силу тока короткого замыкания $I_{KЗ}$, общее сопротивление R внешней цепи;
- силу тока I во внешней цепи, напряжение U_r во внутренней цепи, напряжение U во внешней цепи при замкнутом ключе, силы тока I_1 , I_2 , I_3 и падение напряжений U_1 , U_2 , U_3 соответственно на сопротивлениях R_1 , R_2 и R_3 ;
- показания вольтметра сопротивлением R_V при разомкнутом ключе, относительную погрешность в показаниях вольтметра без учёта тока, идущего через вольтметр;
- полную мощность P источника тока; полезную мощность $P_{П}$ во внешней цепи; максимальную полезную мощность P_{MAX} ;



5. КПД η источника тока; количество теплоты Q_1 , Q_2 и Q_3 , выделяемое в секунду при прохождении тока соответственно на сопротивлениях R_1 , R_2 и R_3 ;

6. построить график зависимости падения напряжения U во внешней цепи от внешнего сопротивления R , сопротивление R взять каждые 2 Ом.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 5.

Таблица 5

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ε В	6	5	4	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r , Ом	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
R_1 , Ом	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9	8	7
R_2 , Ом	2	1	4	3	4	5	6	7	8	9	10	9	8
R_3 , Ом	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9
R_V , кОм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
ε В	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8
r , Ом	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
R_1 , Ом	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4
R_2 , Ом	5	4	4	3	3	2	2	3	4	5	6	7	8
R_3 , Ом	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9
R_V , кОм	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,6	1,7	1,8

Задание №6

Электрон в водородоподобном ионе A_ZX движется по круговой орбите, радиус которой определяется соотношением $r_n = \frac{r_1 \cdot n^2}{Z}$, где $r = 53$ пм - радиус первой боровской орбиты электрона, Z - порядковый номер атома в периодической системе элементов Д. И. Менделеева, n - номер орбиты электрона в атоме (главное квантовое число).

Считая заряд и массу электрона известными, определить:

- силу I эквивалентного кругового тока при движении электрона вокруг ядра атома;
- магнитный момент P_m эквивалентного кругового тока, орбитальный механический момент L_e электрона, гиромангнитное отношение g орбитальных моментов (отношение числового значения орбитального магнитного момента P_m электрона к числовому значению его орбитального механического момента L_e);
- магнитную индукцию B_1 поля, создаваемого электроном в центре круговой орбиты;
- изменение $\Delta\omega$ угловой скорости электрона при помещении атома в однородное магнитное поле с индукцией B_2 , перпендикулярной плоскости орбиты, учитывая, что $\Delta\omega \ll \omega_0$, где ω_0 - угловая скорость обращения электрона по круговой орбите вокруг ядра в отсутствии поля B_2 ;

5. изменение магнитного момента электрона ΔP_m , обусловленное изменением его угловой скорости $\Delta \vec{\omega}$, направление вектора $\Delta \vec{P}_m$ в обоих случаях.
Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 1.

Таблица 1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
${}^A_Z X$	${}^{20}_{10} Ne$	${}^{19}_9 F$	${}^{16}_8 O$	${}^{14}_7 N$	${}^{12}_6 C$	${}^{10}_5 B$	${}^9_4 Be$	${}^7_3 Li$	${}^4_2 He$	${}^1_1 H$	${}^{23}_{11} Na$	${}^{24}_{12} Mg$	${}^4_2 He$
n	3	3	2	1	2	3	2	3	2	1	2	3	1
B_2, Γ_L	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
${}^A_Z X$	${}^4_2 He$	${}^{24}_{12} Mg$	${}^{23}_{11} Na$	${}^1_1 H$	${}^4_2 He$	${}^{20}_{10} Ne$	${}^{19}_9 F$	${}^{16}_8 O$	${}^{14}_7 N$	${}^{12}_6 C$	${}^{10}_5 B$	${}^9_4 Be$	${}^7_3 Li$
n	1	2	3	1	2	3	3	2	3	1	2	3	2
B_2, Γ_L	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Задание №7

По квадратной проволочной рамке со стороной a и сопротивлением R течёт электрический ток силой I . Нормаль к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол φ . Рассматриваемая рамка помещена в однородное магнитное поле с индукцией B_2 . Действием магнитного поля Земли пренебречь.

Определить:

1. напряжённость H_1 и индукцию B_1 магнитного поля в центре рамки;
2. магнитный момент P_m рамки с током;
3. магнитный поток Φ_m , пронизывающий рамку;
4. вращающий момент M , действующий на рамку, работу, которую необходимо затратить для поворота рамки относительно оси, проходящей через середину её противоположных сторон, на угол φ ;
5. заряд Q , который пройдет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями магнитной индукции от 0 до φ , в случае, если по ней не течёт ток I .

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 2.

Таблица 2

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$a, \text{ м}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7
$I, \text{ А}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5
$R, \text{ Ом}$	2	1	2	3	4	5	6	7	8	10	9	8	7
φ	30	45	60	90	0	30	45	60	90	0	30	45	60

B_2 , Тл	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
a , м	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
I , А	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
R , Ом	3	4	5	6	5	4	3	2	3	4	5	6	5
φ	90	60	45	30	0	30	45	60	90	0	30	45	60
B_2 , Тл	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7

Задание №8

В соленоиде длиной l , диаметром D и с числом витков N течёт ток силой I .

Определить:

1. напряжённость H_1 и индукцию магнитного поля B_1 внутри соленоида, индуктивность L_1 соленоида;

2. потокосцепление Ψ_1 , магнитный момент P_m этого соленоида, энергию W_1 и объёмную плотность энергии ω_1 магнитного поля внутри соленоида, магнитодвижущую силу F_m ;

3. ошибку δ , которую допускаем при нахождении напряжённости H_1 магнитного поля в центре соленоида, принимая соленоид за бесконечно длинный;

4. индукцию магнитного поля B_2 , индуктивность L_2 , потокосцепление Ψ_2 энергии W_2 и объёмную плотность

энергии ω_2 магнитного поля внутри соленоида, когда в него вставлен железный сердечник, магнитную проницаемость μ_2 и намагничённость J_2 сердечника (график зависимости индукции магнитного поля от напряжённости представлен на рисунке);

5. построить для соленоида с сердечником график зависимости потокосцепления Ψ_2 от тока I через каждый 1 А.

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 3.

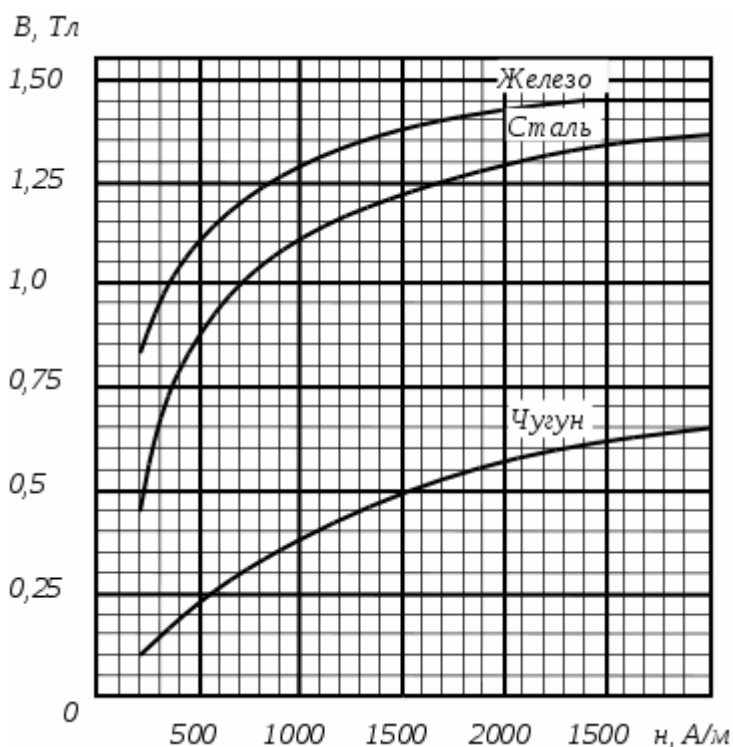


Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
l , м	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5
D , см	3	4	5	6	5	4	3	4	5	6	7	6	5
N	150	200	250	300	400	300	200	250	300	350	400	300	200
I , А	3	4	5	4	5	4	3	5	6	6	7	5	4

№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
l , м	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
D , см	5	4	3	4	5	6	4	5	3	4	5	6	5
N	500	450	400	350	300	250	200	200	250	300	350	400	450
I , А	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4

Задание №9

В магнитном поле находится квадратная проволочная рамка со стороной l и сопротивлением R . Определить в случае однородного магнитного поля индукцией B :

1. электрический заряд q , который пройдёт через рамку, при её повороте на угол α ;
2. ЭДС индукции ε_i , которая возникнет в рамке в случае, если одна её сторона подвижная и перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью;
3. среднюю ЭДС индукции $\langle \varepsilon \rangle$, возникающую в рамке при включении магнитного поля в течение времени Δt , если её плоскость перпендикулярна к направлению магнитного поля;
4. максимальную ЭДС индукции ε_{MAX} , если рака равномерно вращается в магнитном поле с угловой скоростью ω , а ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям магнитной индукции.

Индукция магнитного поля меняется по закону $B = B_0 \cdot \sin \omega t$, плоскость рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. Определить:

1. магнитный поток F_m , пронизывающий рамку, ЭДС индукции ε_i , возникающую в рамке, силу тока I , текущего в рамке в момент времени t .

Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 4.

Таблица 4

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
l , м	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
R , Ом	2	1	3	4	5	4	3	2	2	1	3	4	5
B , Тл	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
α	30	45	60	90	0	30	45	60	90	0	30	45	60
v , м/с	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4
Δt , мс	10	9	8	7	6	5	4	3	4	5	6	7	8
ω , рад.	314	628	942	157	314	628	942	1256	157	314	628	942	1256
B_0 , Тл	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,08	0,07	0,06
t , с	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
l , м	0,5	0,6	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
R , Ом	5	6	7	5	4	3	2	3	4	5	6	7	8
B , Тл	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,4
α	0	30	45	60	90	0	30	45	60	90	0	30	45
v , м/с,	10	9	8	7	6	5	3	2	1	2	3	4	5
Δt , мс	10	9	8	7	6	5	3	2	1	2	3	4	5
ω , рад.	157	314	628	942	1256	157	314	628	942	1256	157	314	628

B_0 , Тл	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,08	0,07	0,06	0,05
t , с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3

Расчетно-графическая работа №3
«Колебания и волны. Квантовая и атомная физика.»

Задание №1

Пружинный маятник совершает гармонические колебания по закону $x = A \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

Используя данные таблицы 1, выполните следующее:

1. найдите отсутствующие в таблице величины;
2. запишите уравнение колебаний $x(t)$ с числовыми коэффициентами и постройте

график зависимости $x(t)$ в пределах $0 \leq t \leq T$ с шагом $\Delta t = \frac{T}{12}$.

Обозначения, принятые в таблице: x_0 - значение координаты в начальный момент времени, φ_0 - начальная фаза, k - коэффициент жесткости пружины, v_0 и a_0 - значения скорости и ускорения в начальный момент времени, v_{MAX} и a_{MAX} - максимальные значения скорости и ускорения.

Таблица 1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
m , г	–	15	25	–	12	18	–	22	28	–	24	20	–
k , кН/м	1,23	–	0,65	0,31	–	3,08	1,75	–	2,13	0,5	–	1,04	1,01
T , с	0,8	0,62	–	1,12	1,69	–	0,75	1,05	–	1,23	1,08	–	0,74
φ_0	10	–	30	–	40	–	60	45	75	80	–	45	90
x_0 , см	–	1,38	1,3	2,07	–	1,54	–	–	–	–	1,9	–	–
A , см	2	1,6	–	–	–	–	–	–	–	2,6	2,2	–	–
v_0 , м/с	–	–	–	–	–	–	–	-7,6	–	–	–	–	-14,4
v_{MAX} м/с	–	–	–	12,34	7,06	–	–	–	–	–	–	–	–
a_0 , см/с ²	–	–	–	–	–	–	–	–	-0,39	–	–	-0,7	–
a_{MAX} см/с ²	–	–	–	–	–	4,11	1,47	–	–	–	–	–	–
ω_0 , рад/с	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
m , г	18	30	–	22	14	–	21	19	–	20	28	12	15

k , кН/м	–	0,56	2,77	–	0,29	0,38	–	0,42	0,82	–1,12	1,57	–	–
T , с	1,05	–	0,62	0,82	–	1,25	0,75	–	0,79	–	–	1,69	0,62
φ_0	30	–	–	75	20	–	30	15	45	90	30	40	–
x_0 , см	1,56	1,48	1,35	0,78	–	2,22	–	2,22	–	–	–	–	1,38
A , см	–	–	–	–	–	2,9	2,5	–	–	–	–	–	1,6
v_0 , м/с	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
v_{MAX} м/с	–	9,11	–	–	11,38	–	–	–	15,11	–	–	7,06	–
a_0 , см/с ²	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–1,36	–	–
a_{MAX} см/с ²	–	–	2,77	–	–	–	–	–	–	0,66	–	–	–
ω_0 , рад/с	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Задание №2

Точка участвует одновременно в двух гармонических колебаниях, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях и описываемых уравнениями:

$$x(t) = A_1 \cdot \cos \omega t,$$

$$y(t) = A_2 \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

Используя данные таблицы 2, выполните следующее:

1. найдите уравнение траектории точки;
2. постройте уравнение траектории точки с соблюдением масштаба;
3. укажите направление движения.

Таблица 2

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A_1 , см	5	5	8	3	8	6	4	9	5	10	12	10	7
A_2 , см	5	6	3	7	9	4	7,5	4	9	4	3	8	5
V , Гц	100	50	50	150	100	150	50	100	100	100	50	50	200
φ	-90	0	+90	+180	-90	+270	-180	-90	0	+180	0	+270	+90
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
A_1 , см	8	3	5	9	4	11	6	8	9	4,5	7	6	4
A_2 , см	9	8	10	5	4	6	9	3	7	2	5	4	7,5

$V, \text{ Гц}$	200	100	50	150	150	50	100	50	100	150	200	150	50
φ	-180	+90	-270	+180	0	-90	-180	0	+90	+270	-180	+270	-180

Задание №3

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

1. найдите недостающие в таблице величины;
2. запишите уравнение колебаний с числовыми коэффициентами;
3. постройте график зависимости амплитуды затухающих колебаний от времени

$$A = f(t) \text{ в пределах } 0 \leq t \leq 2\tau \text{ с шагом } \Delta t = \frac{\tau}{5}.$$

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

Таблица 3

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\beta, \text{ с}^{-1}$	0,012	2	-	-	-	-	-	0,008	3	-	-	-	-
$A_0, \text{ см}$	15	6,5	12	13	7	0	10	20	7,5	15	11	10	8,5
$T, \text{ с}$	-	0,3	2	-	1	0,15	3	-	0,15	-	2	-	1
λ	0,03	-	0,01	-	-	-	0,005	0,04	-	-	-	-	0,02
$\tau, \text{ с}$	-	-	-	50	-	40	-	-	-	60	-	30	-
N_e	-	-	-	100	-	-	-	-	-	120	-	145	-
Q	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-	800	-	-
φ_0	75	45	15	20	35	50	40	30	37	60	75	82	55
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$\beta, \text{ с}^{-1}$	3	-	-	-	4	-	-	-	-	2	-	0,012	2
$A_0, \text{ см}$	7,5	9,5	13	11	11,5	12,5	6,5	7	14	9	8	15	6,5
$T, \text{ с}$	-	-	2	-	-	0,5	1	-	-	-	0,2	-	0,3
λ	0,38	-	-	-	0,63	0,01	-	-	-	-	0,001	0,03	-
$\tau, \text{ с}$	-	30	-	20	-	-	-	40	10	0,4	-	-	-

N_e	–	80	–	126	–	–	–	20	125	–	–	–	–
Q	–	–	1000	–	–	–	1200	–	–	–	–	–	–
φ_0	25	65	18	30	46	32	44	17	38	22	13	0,012	2

Задание №4

Пучок параллельных монохроматических лучей с длиной волны λ падает на находящуюся в воздухе тонкую пленку с показателем преломления n . α - угол падения лучей, d - наименьшая толщина пленки, при которой отраженные лучи максимально усилены (ослаблены) интерференцией. Используя данные таблицы 4, выполните следующее:

1. найдите недостающие в таблице величины;
2. начертите ход лучей в тонкой пленке;
3. укажите лучи, которые интерферируют.

Таблица 4

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
λ , нм	550	–	550	450	700	–	500	–	650	680	720	740	–
d , нм	217	125	104	94	–	152	104	104	–	129	272	–	255
α	20	30	30	–	30	30	30	45	45	–	45	60	60
n	–	1,3	–	1,3	1,3	1,3	–	1,5	1,5	1,5	–	1,28	1,28
усиление (ослабление)	ослабление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление	ослабление	ослабление	ослабление
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
λ , нм	500	400	580	650	700	–	470	500	485	–	450	500	–
d , нм	248	74	287	253	–	163	–	204	92	88	100	104	104
α	–	–	60	–	0	30	45	60	–	0	–	30	45
n	1,33	1,47	–	1,33	1,33	1,38	1,38	–	1,33	1,33	1,33	–	1,5
усиление (ослабление)	ослабление	усиление	ослабление	ослабление	ослабление	ослабление	ослабление	ослабление	усиление	усиление	усиление	усиление	усиление

Задание №5

На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок света длиной волны λ . Помещенная вблизи решетки линза проецирует дифракционную картину на экран, удаленный от линзы на расстояние L . Расстояние между двумя максимумами интенсивности первого порядка на экране равно l . Постоянная дифракционной решетки - d . Число штрихов решетки на единицу длины - n . Максимальный порядок спектра - m_{MAX} . Число максимумов, которое при этом дает решетка - N . Угол дифракции первого порядка - φ_1 . Используя данные таблицы 5, найти недостающие величины.

Таблица 5

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
λ , нм	434,1	500	449,4	598,9	–	–	700,2	697,6	–	–	–	449,2	649,7
L , м	–	1	2	–	1	1,5	1	1,5	2	1	1	–	1
l , см	16	20,1	–	15	20	28	30	25	25	30	25	40	30
d , мкм	–	–	5	–	5	–	–	–	10	–	–	4	–
n , 10^3 , m^{-1}	1	–	–	1	–	2	–	–	–	2	2,5	–	–
m_{MAX}	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
N	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
φ_1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
λ , нм	500	602,4	–	581	656,3	648,4	700,6	577,1	598,8	677,8	–	697,6	–
L , м	2	–	0,8	1	–	1,38	–	1	1,6	2,5	2,5	1,5	2
l , см	–	25	20	–	20	30	30	20	20	40	35	25	25
d , мкм	5	–	5	–	–	–	5	–	–	–	–	–	10
n , 10^3 , m^{-1}	–	2	–	2	2,5	–	–	–	–	–	–	–	–
m_{MAX}	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
φ_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Задание №6

Два николя N_1 и N_2 расположены так, что угол между их плоскостями пропускания равен φ . I_0 - интенсивность естественного света, падающего на поляризатор, I_1 - интенсивность поляризованного света, падающего на анализатор, I_2 - интенсивность света, вышедшего из анализатора. Коэффициент поглощения света в каждом никеле k . Степень поляризации - P . Используя данные таблицы 6, найти недостающие величины.

Таблица 6

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

Задание №7

На поверхность некоторого материала падает свет частотой ν . ε - энергия фотона, падающего на поверхность, λ_0 - красная граница фотоэффекта, $A_{ВЫХ}$ - работа выхода электрона, ν_{MAX} - максимальная скорость фотоэлектронов, U_3 - задерживающее напряжение. Используя данные таблицы 1, найдите недостающие величины. Используя справочные таблицы, определите название материала.

Таблица 1

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
λ_0 , нм	–	641,1	–	942	–	460,1	–	560,1	–	792	–	807,2	
$A_{ВЫХ}$, эВ	1,56	–	1,37	–	3,3	–	2,35	–	1,81	–	1,9	–	2,1
ν , 10^{15} Гц	–	–	0,8	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–
ε , эВ	3,03	–	–	–	4	–	5	–	–	–	4,2	–	–
ν_{MAX} , км/с	–	826	–	–	–	699	–	–	704	–	–	870	–
U_3 , В	–	–	–	2,45	–	–	–	1,34	–	–	–	–	3,8
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
λ_0 , нм	758	710,1	–	1130,2	–	570,2	–	–	540,1	–	–	–	560,1
$A_{ВЫХ}$, эВ	–	–	4,8	–	1,71	–	1,82	2,2	–	1,45	2,58	2,35	–
ν , 10^{15} Гц	0,69	–	1,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ε , эВ	–	–	–	–	–	4	–	–	–	–	–	5	–
ν_{MAX} , км/с	–	949	–	998	–	–	757	775	–	899	731	–	–
U_3 , В	–	–	–	–	1,59	–	–	–	1,86	–	–	–	1,34

Задание №8

Электрическая муфельная печь потребляет мощность P . Температура ее внутренней поверхности при открытом небольшом отверстии площадью S равна t . λ_{MAX} - длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения. Считая, что отверстие печи излучает как абсолютно черное тело, определить какая часть η мощности рассеивается стенками, а также другие недостающие величины в таблице 2.

Таблица 2

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P , Вт	1150	1000	1500	1100	1150	1200	1000	950	2150	1300	1100	1000	1120
t , °C	–	927	1000	–	900	927	–	1027	–	–	1127	–	1140
S , см ²	36	25	25	20	30	25	20	20	32	25	30	22	20
λ_{MAX} , нм	2100	–	–	2000	–	–	1900	–	2300	1900	–	2000	1140
η	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
№ вар.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P , Вт	1150	1250	1200	1250	1080	1000	1060	1110	2120	1100	1200	1500	1100
t , °C	–	–	1227	–	925	1000	–	1100	–	1000	1100	1000	–
S , см ²	28	32	32	30	35	35	30	20	25	24	20	25	20
λ_{MAX} , нм	1900	200	–	2200	–	–	2400	–	1500	–	–	–	2000
η	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Задание №9

Электрон в атоме водорода перешёл из одного состояния (исходного) в другое (конечное). Найти:

1. приращение энергии ΔW электрона (в Дж и эВ);
2. длину волны λ , излучаемую атомом при этом переходе;
3. приращение модуля орбитального момента импульса электрона ΔL_e при этом переходе;
4. приращение модуля орбитального магнитного момента $\Delta p_{m,e}$ электрона при этом переходе;
5. модули вектора спинового момента импульса L_s и спинового магнитного момента $p_{m,s}$ электрона;
6. возможные ориентации вектора момента импульса электрона в начальном и конечном состояниях показать на рисунках);

7. возможные ориентации вектора спинового момента импульса электрона (показать на рисунках с соблюдением масштаба);
8. построить схему энергетических уровней атома водорода и показать на ней рассматриваемый переход.

Таблица 3

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
исходное состояние	3d	5g	8d	4d	8p	5d	8d	5f	8f	6d	8p	6g	7g
конечное состояние	2p	4f	5f	3p	5d	4p	6f	3d	5d	3p	4s	4f	6f
№ варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
исходное состояние	4s	5f	8d	4f	8d	5p	8f	6s	8d	6f	7g	6f	7g
конечное состояние	2p	3d	5f	3d	6p	3d	6d	4p	5p	3d	6f	5d	4f

Задание №10

В таблице 4 приведена сокращенная форма записи ядерной реакции. Дайте полную запись реакции и найдите энергетический выход в МэВ. Укажите характер реакции – экзотермическая или эндотермическая.

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

Таблица 4

№ вар.	1	2	3	4	5
Реакция	${}^2\text{H}(\text{d}, \text{p})\text{X}$	${}^3\text{H}(\text{x}, 2\text{p})\alpha$	${}^6\text{Li}(\text{d}, \text{p})\text{X}$	${}^6\text{Li}(\text{d}, 2\alpha)\text{X}$	${}^6\text{Li}(\text{d}, \alpha)\text{X}$
№ вар.	6	7	8	9	10
Реакция	${}^9\text{Be}(\text{p}, \alpha)\text{X}$	${}^9\text{Be}(\text{x}, 2\alpha)\text{d}$	${}^7\text{Li}(\alpha, \text{n})\text{X}$	${}^7\text{Li}(\alpha, \text{n})\text{X}$	${}^{11}\text{B}(\text{p}, 2\alpha)\text{X}$
№ вар.	11	12	13	14	15
Реакция	${}^6\text{Li}(\text{n}, \text{x}){}^6\text{He}$	${}^{14}\text{N}(\alpha, \text{p})\text{X}$	${}^9\text{Be}(\alpha, \text{n})\text{X}$	${}^7\text{Li}(\text{p}, \alpha)\text{X}$	${}^6\text{Li}(\text{p}, \alpha)\text{X}$
№ вар.	16	17	18	19	20
Реакция	${}^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)\text{X}$	${}^6\text{Li}(\text{n}, \alpha)\text{X}$	${}^2\text{H}(\text{p}, \gamma)\text{X}$	${}^3\text{H}(\text{p}, \gamma)\text{X}$	${}^2\text{H}(\text{d}, \text{n})\text{X}$
№ вар.	21	22	23	24	25
Реакция	${}^2\text{H}(\text{d}, \gamma)\text{X}$	${}^2\text{H}(\text{x}, \text{p})\alpha$	${}^3\text{H}(\text{d}, \text{n})\text{X}$	${}^{16}\text{O}(\text{n}, \text{x}){}^{16}\text{N}$	${}^3\text{H}(\text{x}, 2\text{n})\alpha$
№ вар.	26				
Реакция	${}^3\text{He}(\text{x}, 2\text{p})\alpha$				

2) Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Выполнение студентом расчетно-графической работы по дисциплине «Физика» проводится с целью систематизировать полученные знания и практические умения по дисциплине «Физика». Номер варианта расчетно-графической работы выдается преподавателем.

Правила оформления расчетно-графической работы:

1. электронный вариант расчетно-графической работы выполняется в любом текстовом редакторе любом текстовом редакторе (MS Word, Open Office и др.) и сохраняется с расширением *.doc, *.docx, в имени файла указывается фамилия и инициалы автора;
2. первым листом расчетно-графической работы является титульный лист, который оформляется в соответствии с образцом;
3. расчетно-графическая работа оформляется на стандартных листах формата А4; поля: левое – 2,5 см, правое – 2,5 см, верхнее – 2,5 см, нижнее – 2,5 см;
4. шрифт: Times New Roman, межстрочный интервал – одинарный, переносы слов не допускаются;
5. графики, приведенные в расчетно-графической работе, должны быть выполнены либо на миллиметровой бумаге, либо с помощью MS Word, Open Office, Excel и др.;
6. формулы, приводимые в РГР, должны быть, как правило, записаны сначала в общем виде, а затем уже должна быть произведена подстановка исходных данных и выполнены необходимые вычисления; при подстановке исходных данных нужно внимательно следить за соблюдением одинаковой размерности;
7. решение задач должно сопровождаться краткими пояснениями;
8. все задачи расчетно-графической работы должны выполняться и отдаваться преподавателю на проверку в сроки, предусмотренные графиком работы студентов в текущем семестре;
9. после исправления всех ошибок, отмеченных преподавателем при проверке, каждая задача расчетно-графической работы должна быть защищена.

3) Критерии и шкала оценивания защиты расчетно-графической работы

Оценка	Критерии оценки
Отлично	Обучающийся полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой. Изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую терминологию и символику; продемонстрировал сформированность и устойчивость полученных знаний. Возможны одна-две неточности при ответе на дополнительные вопросы, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.
Хорошо	Ответ обучающегося имеет один из недостатков в изложении вопроса допущены небольшие пробелы, не искавшие математическое содержание ответа; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, не исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибки или более двух недочетов при освещении дополнительных вопросов, легко исправленные по замечанию преподавателя.
Удовлетворительно	Обучающийся неполно раскрыл содержание вопроса, но показал общее понимание материала и продемонстрировал умения, достаточные для дальнейшего усвоения

	программного материала; имеет затруднения или допустил ошибки в определении понятий использовании математической терминологии и исправил их после нескольких наводящих вопросов преподавателя.
Неудовлетворительно	Обучающийся обнаружил полное незнание и непонимание изучаемого учебного материала по дисциплине или не смог ответить ни на один из дополнительных вопросов по изучаемому материалу.