

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

Кафедра общей и прикладной физики

**Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ**

По дисциплине: «Физика»

для направления подготовки (специальности): 08.03.01 Строительство

направленность (профиль): "Промышленное и гражданское строительство"

Форма обучения: очная, заочная

Мурманск
2020

1) **Комплект заданий**

Расчетно-графическая работа № 1
«Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика.
Электростатика. Постоянный электрический ток»

Задание №1

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 $t_2 = 5, c$;
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 1.

Таблица 1

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| $b, м/с$ | 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 |
| $c, м/с^2$ | 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 |
| $b, м/с$ | 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 |
| $c, м/с^2$ | 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 №2

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

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

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 |
| $a, рад/с$ | 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 |
| $b, рад/с^2$ | 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 |
| $a, рад/с$ | 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 |
| $b, рад/с^2$ | 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 №3

На обод маховика в форме однородного сплошного диска массой m_1 и радиусом R намотана лёгкая нить, к концу которой прикреплён 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:

1. 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;
2. угловую скорость и угловое ускорение маховика;
3. силу натяжения нити с грузом, работу силы натяжения по опусканию груза на пол;
4. 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 3.

Таблица 3

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|
| № 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 №4

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:

1. 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 4.

Таблица 4

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| № 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 №5

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 ;

2. рассчитать для каждой из указанных температур значения функции Максвелла при скоростях: $v = \frac{v_B}{2}$, $v = v_B$, $v = 2v_B$;

3. по полученным данным построить график функции $f(v, T)$ для каждой из температур;

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

1. получить функцию распределения молекул газа по значениям кинетической энергии поступательного движения $f(\varepsilon)$;

2. 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 5.

Таблица 5

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| № 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 №6

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 6.

Таблица 6

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| № 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 |
| V , 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 |
| V , 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 №7

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 7.

Таблица 7

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|-----|----------------|---------|-----|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----|----------------|---------|-----|
| № 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 |
| $V \cdot 10^{-2}$, м ³ | 2 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| m , 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 , 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 | He | O ₂ | CO ₂ | Cl ₂ | N ₂ | Ar | H ₂ | возд | He |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | ух | | | | | | | | ух | |
| $V \cdot 10^{-2},$ M^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 , 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 , К | 350 | 340 | 330 | 320 | 310 | 300 | 290 | 280 | 290 | 300 | 310 | 320 | 330 |

Задание №8

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 8.

Таблица 8

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № 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 |
| $q_0 \cdot 10^{-6},$ | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Кл | | | | | | | | | | | | | |
| $x_1, \text{ м}$ | 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 |
| $y_1, \text{ м}$ | 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 |
| $z_1, \text{ м}$ | 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 №9

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:

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

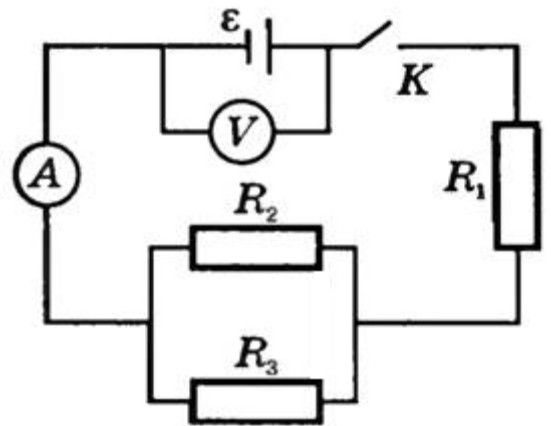
Числовые значения параметров для решения задачи необходимо взять из таблицы 9.

Таблица 9

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| № 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 №10

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:



1. силу тока короткого замыкания $I_{кз}$, общее сопротивление R внешней цепи;
2. 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 ;
3. показания вольтметра сопротивлением R_V при разомкнутом ключе, относительную погрешность в показаниях вольтметра без учёта тока, идущего через вольтметр;
4. полную мощность P источника тока; полезную мощность $P_{П}$ во внешней цепи; максимальную полезную мощность $P_{МАХ}$;
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 10.

Таблица 10

| № 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 |

Расчетно-графическая работа № 2
« Электромагнетизм. Квантовая и атомная физика.»

Задание №1

Электрон в водородоподобном ионе ${}^A_Z X$ 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:

1. силу I эквивалентного кругового тока при движении электрона вокруг ядра атома;
2. магнитный момент P_m эквивалентного кругового тока, орбитальный механический момент L_e электрона, гироманнитное отношение g орбитальных моментов (отношение числового значения орбитального магнитного момента P_m электрона к числовому значению его орбитального механического момента L_e);
3. магнитную индукцию B_1 поля, создаваемого электроном в центре круговой орбиты;
4. 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 |
| ${}^A_Z X$ | ${}^{20}_{10}Ne$ | ${}^{19}_9F$ | ${}^{16}_8O$ | ${}^{14}_7N$ | ${}^{12}_6C$ | ${}^{10}_5B$ | 9_4Be | 7_3Li | 4_2He | 1_1H | ${}^{23}_{11}Na$ | ${}^{24}_{12}Mg$ | 4_2He |
| n | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| B_2 , Тл | 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_2He | ${}^{24}_{12}Mg$ | ${}^{23}_{11}Na$ | 1_1H | 4_2He | ${}^{20}_{10}Ne$ | ${}^{19}_9F$ | ${}^{16}_8O$ | ${}^{14}_7N$ | ${}^{12}_6C$ | ${}^{10}_5B$ | 9_4Be | 7_3Li |
| n | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| B_2 , Тл | 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 №2

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 , 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 , 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 , 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 №3

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 энергию 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.

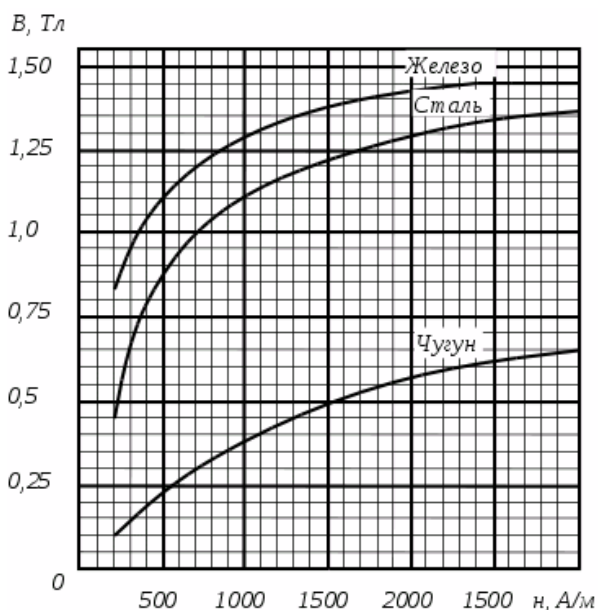


Таблица 3

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № 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 №4

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 \mathcal{E}_i , которая возникнет в рамке в случае, если одна её сторона подвижная и перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью;
3. среднюю ЭДС индукции $\langle \mathcal{E} \rangle$, возникающую в рамке при включении магнитного поля в течение времени Δt , если её плоскость перпендикулярна к направлению магнитного поля;
4. максимальную ЭДС индукции \mathcal{E}_{MAX} , если рама 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 \mathcal{E}_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 |

Задание №5

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 5, выполните следующее:

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

Таблица 5

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|------------|------------|------------|
| № 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 №6

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 6, найти недостающие величины.

Таблица 6

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| № 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 №7

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 7, найти недостающие величины.

Таблица 7

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| № 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 №8

На поверхность некоторого материала падает свет частотой ν . \mathcal{E} - энергия фотона, падающего на поверхность, λ_0 - красная граница фотоэффекта, $A_{\text{ВЫХ}}$ - работа выхода электрона, $\nu_{\text{МАХ}}$ - максимальная скорость фотоэлектронов, U_3 - задерживающее напряжение. Используя данные таблицы 8, найдите недостающие величины. Используя справочные таблицы, определите название материала.

Таблица 8

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|-------|------|-----|-----|-------|------|-------|------|-----|-----|-------|-----|
| № 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 | |
| $A_{\text{ВЫХ}}$, 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 | – | – |
| v_{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 | – |
| v_{MAX} , км/с | – | 949 | – | 998 | – | – | 757 | 775 | – | 899 | 731 | – | – |
| U_3 , В | – | – | – | – | 1,59 | – | – | – | 1,86 | – | – | – | 1,34 |

Задание №9

В таблице 9 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, $n = {}^1_0n$ - нейтрон, $n = {}^2_1\text{H}$ - дейтон, γ - гамма-квант, X - искомый элемент.

Таблица 9

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

| | | | | | |
|---------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| Реакция | ${}^2\text{H}(d, \gamma)\text{X}$ | ${}^2\text{H}(x, p)\alpha$ | ${}^3\text{H}(d, n)\text{X}$ | ${}^{16}\text{O}(n, x){}^{16}\text{N}$ | ${}^3\text{H}(x, 2n)\alpha$ |
| № вар. | 26 | | | | |
| Реакция | ${}^3\text{He}(x, 2p)\alpha$ | | | | |

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. Обучающиеся в очной форме выполняют РГР № 1, 2.

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. |