ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС №3
ПЛАЗМАНЫҢ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНДАРЫ ЖӘНЕ МАГНИТТІК ҰСТАП ТҰРУДЫ МОДЕЛЬДЕУ

Жұмыстың мақсаты

Диффузиялық бөлшек ағынын, энергияны ұстап тұру уақытын, магниттік айна қатынасын, жоғалу конусы бұрышын және магниттік қысымды есептеу.

Күтілетін оқу нәтижелері

- Фик заңына ұқсас диффузиялық ағынды есептейді;
- τ_E арқылы энергетикалық шығынды бағалайды;
- R_m және θ_c анықтайды;
- B өрісінің магниттік қысымға әсерін талдайды.

Қажетті құралдар

Компьютер немесе ноутбук, Microsoft Excel немесе Google Sheets, калькулятор.

Қысқаша теория

Жоғары температуралы плазманы ұстап тұруды бөлшектер мен энергияның тасымалдық шығындары, сәулелену және тұрақсыздықтар шектейді. Қарапайым бірөлшемді диффузияда ағын концентрация градиентіне қарсы бағытталады. Магниттік айнада өріс ұштарға қарай күшейеді; айна қатынасы неғұрлым үлкен болса, бөлшектерді шағылыстыру мүмкіндігі артады, бірақ жоғалу конусы ішінде жатқан бөлшектер жүйеден шыға алады. Магнит өрісінің энергия тығыздығы магниттік қысыммен өрнектеледі.

$$\Gamma = -D\frac{dn}{dx}$$

$$\tau_E = \frac{W}{P_{loss}}$$

$$R_m = \frac{B_{max}}{B_{min}}$$

$$\sin^2\theta_c = \frac{B_{min}}{B_{max}} = \frac{1}{R_m}$$

$$p_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

Орындалу реті

1. D және dn/dx бойынша Γ есептеңіз. Ағын бағытын белгісі бойынша түсіндіріңіз.
2. W және P_{loss} арқылы τ_E есептеңіз.
3. B_{max} және B_{min} арқылы R_m есептеңіз.
4. $\theta_c=\arcsin(\sqrt{(B_{min}/B_{max})})$ арқылы жоғалу конусының критикалық бұрышын анықтаңыз.
5. Берілген B үшін p_B есептеңіз.

6. B=0.5; 1; 2; 3; 4; 5; 6 Тл мәндері үшін $p_B(B)$ графигін тұрғызыңыз.

7. Өз B_{min} мәнін сақтап, B_{max}-ты $1.5B_{min}$-нан $6B_{min}$-ға дейін өзгертіп, $\theta_c(R_m)$ графигін тұрғызыңыз.

8. R_m өскенде жоғалу конусы қалай өзгеретінін физикалық тұрғыдан түсіндіріңіз.

Бастапқы деректер: 8 вариант

Вар.	D, $м^2/с$	dn/dx, $м^{-4}$	**W, МДж**	P_{loss}, МВт	B_{max}, Тл	B_{min}, Тл	**B, Тл**
1	0.40	-2.0×10^{20}	5.0	2.5	4.0	1.0	3.0
2	0.25	-3.0×10^{20}	6.0	3.0	5.0	1.0	4.0
3	0.60	-1.5×10^{20}	4.5	1.5	6.0	1.5	5.0
4	0.35	-4.0×10^{20}	8.0	4.0	3.5	0.7	2.5
5	0.50	-2.5×10^{20}	7.5	2.5	5.5	1.1	6.0
6	0.20	-5.0×10^{20}	3.0	2.0	4.5	1.5	3.5
7	0.75	-1.0×10^{20}	9.0	3.0	7.0	1.4	5.5
8	0.30	-3.5×10^{20}	6.5	2.0	6.0	1.0	4.5

Excel-де рәсімдеуге арналған кесте үлгісі

№	**D**	**dn/dx**	Γ, $м^{-2}с^{-1}$	τ_E, с	R_m	θ_c, °	**B, Тл**	p_B, Па
1								
2								
…								

Графиктер: $p_B=f(B)$ және $\theta_c=f(R_m)$. p_B графигінде B^2 тәуелділігінің сипатына назар аударыңыз.

Есеп беру құрылымы

1. Зертханалық жұмыстың атауы, мақсаты және студенттің варианты.
2. Бастапқы деректер кестесі.
3. Қолданылған формулалар және белгілеулер.
4. Есептеу нәтижелерінің Excel кестесі.
5. Талап етілген графиктер.
6. Нәтижелерді физикалық тұрғыдан талдау.
7. Қысқаша қорытынды (кемінде 5–7 сөйлем).

Бақылау сұрақтары

1. Диффузиялық ағынның «−» таңбасы нені білдіреді?
2. τ_E үлкен болғаны нені көрсетеді?
3. Магниттік айна қалай жұмыс істейді?
4. R_m өскенде θ_c қалай өзгереді?
5. Жоғалу конусы дегеніміз не?
6. Магниттік қысым B-ге қалай тәуелді?
7. Плазмадағы тұрақсыздықтар ұстап тұруға қалай әсер етеді?
8. Ашық және тұйық магниттік конфигурациялардың айырмашылығы қандай?