Իմպուլսի և լիցքավորված մասնիկի կոորդինատի իմացությունը թույլ է տալիս ստանալ մասնիկի ճառագայթումը խաչվող էլեկտրամագնիսական դաշտերում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. ***Musakhanyan V. V.*** Charged Particle Motion in a Medium Along an Electromagnetic Wave, Phys. Lett., 70A , 313-314 (1979)
2. ***Берестецкий В. Б., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П.*** Квантовая электродинамика. - М.: Наука, 1980, 724 с., § 101.

ДВИЖЕНИЕ ЗАРЯЖЕННОЙ ЧАСТИЦЫ В СКРЕЩЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

В. В. Мусаханян
С. Г. Амирханян

Рассмотрено движение релятивисткой заряженной частицы в скрещенных электромагнитных полях. Уравнение Лоренца решается с заданными начальными условиями на местоположение частицы в начальный момент времени. Получены общие точные решения для импульса и координаты частицы, содержащие начальную фазу электромагнитной волны. Полученные решения обобщают ранее известные решения.

THE CHARGED PARTICLE MOTION IN CROSSED ELECTROMAGNETIC FIELDS

V. V. Musakhanyan
S. H. Amirkhanyan

The motion of charged relativistic particle in crossed electromagnetic fields is considered. The Lorentz equation is solved with the given initial conditions on the initial place of the particle. The general and exact solutions for coordinate and pulse of the particle, containing the initial phase of electromagnetic field, are obtained. This solutions generalize the previously known solutions.

ԳԵՐԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽԱԿԱՆԱՅԻՆ (ԳԲՀ) ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ ԱՆՍԱՀՄԱՆ ՊԼԱԶՄԱՅՈՒՄ. ՃՇԳՐԻՏ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐ

Վ. Վ. ՄՈՒՍԱԽԱՆՅԱՆ
Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
Ս. Հ. ԱՄԻՐԽԱՆՅԱՆ
ԳՊՀ լաբորանտ

Անսահման միաչափ պլազմայում էլեկտրոնային խտության տատանումը նկարագրող մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգը հայտնի է վաղուց (տես, օրինակ, [1] և այնտեղ բերված հղումները) և կարող է գրվել հետևյալ կերպ.

$$\begin{aligned} &\frac{dV}{dt} = \frac{e}{m} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ &\frac{dn}{dt} + \frac{d}{dx} \cdot n \cdot V = 0 \\ &\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -4\pi e(n_0 - n) \end{aligned} \qquad (1)$$

որտեղ V-ն էլեկտրոնի արագությունն է, m–ը՝ նրա զանգվածը, φ-ը՝ էլեկտրոնի տեղաշարժի ստեղծած էլեկտրական դաշտի պոտենցիալն է, n-ը՝ պլազմայում էլեկտրոնի կոնցենտրացիան է:

Տրամաբանական հավասարումների համակարգով (1) նկարագրվող խնդրի ֆիզիկական սահմանումը հետևյալն է. մի որևէ $x = x_0$ հարթության մեջ տեղի է ունենում էլեկտրոնային գազի սկզբնական n_0 խտության խանգարում, և այն շարժման մեջ է մտնում V_0 սկզբնական արագությամբ: Էլեկտրոնային և իոնային բաղադրիչի սկզբնական գրադիենտը բացակայում է, այսինքն՝ $\left(\frac{\partial n}{\partial x}\right)_0 = 0$; .Յարաբերական էլեկտրոնային ջերմության փոփոխությունը անվերջ փոքր է, $\left(\left(\frac{dT}{dx}\right)_0 / T_0\right) << 1$: Ի՞նչ է կատարվում այնուհետև էլեկտրոնային խտության հետ, կախված է սկզբնական և սահմանային պայմաններից: $\eta = \frac{n_0'}{n_0 \cdot \omega_0} = -\frac{\left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)_0}{\omega_0}$ պարամետրը կարող է լինել կամայական, որտեղ $\omega_0 = \sqrt{4\pi e^2 n_0 / m}$ պլազմային հաճախականությունն է: Այդուհանդերձ, $\eta \geq 1$ դեպքի համար անհրաժեշտ է չափազանց մեծ ազդեցություն պլազմայի վրա, որը փորձնական եղանակով անիրականանցնելի է:

[1] հավասարումների համակարգը [1] դեպքում որոշ մոտարկումով բերվել է սովորական դիֆերենցիալ հավասարման, և ստացված լուծումը համապատասխանել է լոգարիթմական խոտորում պարունակող ոչ ֆիզիկական լուծման: [1] համակարգին նման համակարգի լուծման համար [2]-ում մշակվել է բարդ օպերատորային մեթոդ, սակայն ստացվել է ֆիզիկական ճիշտ լուծում:

Ստորև մենք ցույց կտանք, որ փոփոխականի փոխարինմամբ (1) հավասարումը կարող է բերվել սովորական դիֆերենցիալ հավասարման:

Այսպես, նոր՝ n'/n փոփոխական ներմուծելով, (1) համակարգը կգրվի մեկ ոչ գծային հավասարման տեսքով.

$$-\frac{d}{dt}(n'/n) + (n'/n)^2 + \gamma(-n'/n) = -4\pi \frac{e}{m}(n_0 - n) \qquad (2)$$

(2) հավասարման ձախ կողմում γ գործակցով նկարագրվող բախումային մարումը ներմուծվել է զուտ ֆենոմենոլոգիական ձևով, որպեսզի ցույց տրվի, որ նույնիսկ այս, ավելի ընդհանուր դեպքում ճշգրիտ լուծումը հնարավոր է: Իհարկե, վերջնական լուծումների մեջ հնարավոր է անցում կատարել դեպի բախումների բացակայություն, $\gamma \to 0$ սահմանում:

Եթե (2) հավասարումը գրենք մեկ այլ փոփոխականի միջոցով՝ $\phi = \dfrac{n_0 - n}{n}$, որտեղ կստանանք մարող տատանումների հայտնի հավասարումը,

$$\ddot{\phi} + \gamma\dot{\phi} + \omega_0{}^2\phi = 0, \tag{3}$$

որի ճշգրիտ լուծումը՝ $(\phi)_0 = 0, (\phi_0') = (\dot{n}/n)$ սկզբնական պայմաններով, $t = 0$ դեպքում, կարելի է գրել հետևյալ կերպ.

$$n = \frac{n_0}{1-(\dot{n}/n)_0 \dfrac{\sin\sqrt{4\omega_0^2-\gamma^2 t}}{\sqrt{4\omega_0^2-\gamma^2}} \cdot \exp(-\gamma t/2)} \tag{4}$$

Բախումների բացակայության դեպքում (4) հարաբերությունը պարզեցվում է,

$$n = \frac{n_0}{1-\eta \cdot \sin\omega_0 t} \tag{5}$$

(5) հարաբերության՝(1) մեկնարկային համակարգում փոխարինումը և պարզ ինտեգրումը բերում է x(t) կոորդինատի համար հետևյալ արտահայտություններին՝

$$x = x_0 + \frac{\gamma_0}{\omega_0}(1-\eta\sin\omega_0 t)\cdot\frac{2}{\sqrt{1-\eta^2}}arctg\left(\sqrt{1-\eta^2}\,\frac{tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}{1-\eta tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}\right),$$

ինչպես նաև V(t) հոսքի արագության համար՝

$$V = V_0\left(1-\eta\cos\omega_0 t\cdot\frac{2}{\sqrt{1-\eta^2}}\cdot arctg\left(\sqrt{1-\eta^2}\,\frac{tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}{1-\eta tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}\right)\right)$$

և հոսանքի խտության համար՝

$$j = enV = \frac{en_0V_0}{(1-\eta\sin\omega_0 t)}\left(1-\eta\cos t\frac{2}{\sqrt{1-\eta^2}}arctg\left(1-\eta^2\,\frac{tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}{1-\eta tg\dfrac{\omega_0 t}{2}}\right)\right)$$

Այսպիսով, չդիմելով մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների լուծման բարդ մեթոդներին, երբեմն հաջողվում է ստանալ մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների ճշգրիտ անալի-

տիկ լուծումներ՝ սովորական դիֆերենցիալ հավասարումների պարզ ին-տեգրման միջոցով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. ***S. Amer,*** Non-Linear Theory of Plasma Oscillations and Waves. J. of Electr. and Contr., vol 5, N 2б, pp. 105-113, (1958). Русский перевод: Сб. статей «Колебания в СВЧ плазме» Под ред. Г. Барнашевского и З. Чернова. М., 1961.

2. ***A. Amatuni, M. Magomedov and S. Elbakian,*** Non-Linear Plasma Oscillations in One-Dimensional Flux. PreprYerFi,ЕФИ-307(32)-78, Yerevan, 1978.

СВЧ КОЛЕБАНИЯ В БЕЗГРАНИЧНОЙ ПЛАЗМЕ: ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

В. В. Мусаханян
С. Г. Амирханян

Путем простого интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений и не прибегая к сложным методам теории дифференциальных уравнений с частными производными, получены точные аналитические решения систем дифференциальных уравнений с частными производными, описывающие СВЧ колебания в плазме.

UHF OSCILLATIONS IN INFINITE PLASMA: EXACT SOLUTIONS

V. V. Musakhanyan
S. H. Amirkhanyan

The exact analytical solutions of system of partial differential equations describing the UHF of oscillations in plasma is obtained by simple integration of ordinary differential equation without use of complex methods of the theory of differential equations with partial derivatives.