

ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԻՊՍՈՒԴԱԼ ԲԱՇԽՈՒՄ ՈՒՆԵՑՈՂ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ
ՆԿԱՏՄԱՍԲ ԹԵՐՄՈՒԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ռ. Ե. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

Ցույց է տրված, որ արագությունների ստացիոնար էլիպսոիդալ բաշխում ունեցող սիստեմները գտնվում են թերմոդինամիկական հավասարակշռության վիճակում և նրանց նկատմամբ կարելի է կիրառել թերմոդինամիկան:

ON THE POSSIBILITY OF THE APPLICATION OF THERMODYNAMICS FOR THE SYSTEMS WITH ELLIPTICAL DISTRIBUTION OF VELOCITIES

R. E. MOVSESSIAN

It is shown that the systems with stationary elliptical distribution of the velocities are in thermodynamical equilibrium and it is possible to use the laws of thermodynamics for them.

О РАВНОВЕСИИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОНФИГУРАЦИИ ПРИ НАЛИЧИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ЭЛЛИПСОИДАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ СКОРОСТЕЙ

Р. Е. МОВСЕСЯН

Равновесное состояние гравитирующей системы можно описать с помощью гидродинамического уравнения движения, комбинируя его с уравнениями состояния и Пуассона. Уравнения состояния системы получим как вторые моменты эллипсоидальной функции распределения скоростей. Система с эллипсоидальным распределением скоростей характеризуется нетвердотельным вращением, частота которого зависит от расстояния:

$$u_0 = \frac{\omega r}{1 + \frac{2\theta}{m} Ar^2}, \quad (\omega = \text{const}, \quad A = \text{const}).$$

Эллипсоидальная функция распределения в цилиндрических координатах имеет вид

$$f = \rho \left(\frac{m}{2\pi\theta} \right)^{3/2} \sqrt{1 + \frac{2\theta}{m} Ar^2} \exp \left[-\frac{m}{2\theta} (v_r^2 + v_z^2) - \frac{m}{2\theta} \left(1 + \frac{2\theta}{m} Ar^2 \right) (v_\theta - u_0)^2 \right].$$

Для второго момента функции распределения (тензора давления) имеем

$$P_{rr} = \rho\theta, \quad P_{\theta\theta} = \frac{\rho\theta}{1 + \alpha^2 r^2}, \quad P_{zz} = \rho\theta$$

$$\left(\alpha^2 \equiv \frac{2\theta}{m} A \right). \quad (1)$$

В равновесном состоянии при учете нетвердотельного вращения, магнитного поля и тензора давления (1) уравнение движения имеет вид

$$-\frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial r} + \frac{u_\theta^2}{r} + \frac{1}{4\pi\rho} [r_0 t \vec{H} \cdot \vec{H}]_r = \frac{\theta}{m} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial r} + \frac{\theta}{m} \frac{\alpha^2 r}{1 + \alpha^2 r^2},$$

$$-\frac{1}{m} \frac{\partial U}{\partial z} + \frac{1}{4\pi\rho} [r_0 t \vec{H} \cdot \vec{H}]_z = \frac{\theta}{m} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z}, \quad (2)$$

(предполагается симметрия по θ).

Потенциал U должен удовлетворять уравнению Пуассона

$$\Delta U = 4\pi G\rho. \quad (3)$$

Магнитное поле привлекается как дополнительный фактор к гравитационным и центробежным силам для установления равновесия системы [1, 2]. Рассмотрим следующие случаи:

1. Дiskoобразная структура. Пусть имеем слой проводящей гравитирующей жидкости, однородной по r . Магнитное поле направлено по θ $H = (0, H, 0)$. Уравнения (2) при этих условиях принимают вид

$$\frac{1}{4\pi\rho} \frac{H}{r} \frac{d}{dr} (rH) = \frac{\omega^2 r}{(1 + \alpha^2 r^2)^2} - \frac{\theta}{m} \frac{\alpha^2 r}{1 + \alpha^2 r^2}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial U}{\partial z} = \frac{\theta}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z}. \quad (5)$$

Магнитное поле компенсирует центробежные силы и силы, возникающие из-за тензорного характера давления. Из (4) имеем

$$H^2 = \frac{8\pi\rho}{r^2} \int_0^r \left[\frac{\omega^2 r^3}{(1 + \alpha^2 r^2)^2} - \frac{\theta}{m} \frac{\alpha^2 r^3}{1 + \alpha^2 r^2} \right] dr. \quad (6)$$

Квадрат магнитного поля не может принимать отрицательное значение, поэтому подынтегральное выражение всегда должно быть положительным. Это требование дает возможность определить максимальный радиус области, в которой возможна вышеуказанная компенсация сил:

$$r_{\max}^2 = \frac{1}{\alpha^2} \left(\frac{\theta}{m} \frac{\omega^2}{\alpha^2} - 1 \right). \quad (7)$$

Уравнение (4) и уравнение Пуассона (3) имеют совместное решение, ограниченное по z [3]:

$$\rho(z) = \frac{\rho_0}{\operatorname{ch}^2 \frac{z}{D}}, \quad U(z) = U_0 + 2\theta \ln \operatorname{ch} \frac{z}{D}, \quad (8)$$

где D эффективный размер по z , удовлетворяющий условию

$$\frac{2\pi G m \rho_0 D^2}{\theta} = 1. \quad (9)$$

Из уравнений (6) и (8) для магнитного поля получим

$$H^2 = \frac{4\pi\rho}{\alpha^4 r^2} \left\{ \ln(1 + \alpha^2 r^2) - \frac{\alpha^2 r^2}{1 + \alpha^2 r^2} - \frac{\theta}{m} \frac{\alpha^2}{\omega^2} \left[\ln(1 + \alpha^2 r^2) - \frac{\alpha^2 r^2}{1 + \alpha^2 r^2} \right] \right\}. \quad (10)$$

Для иллюстрации вычислим максимальный радиус, эффективную толщину и магнитное поле Галактики при следующих значениях параметров: $\omega = 2,34 \cdot 10^{-15} \text{ сек}^{-1}$, $\alpha^2 = 2,49 \cdot 10^{-45} \text{ см}^{-2}$, $\frac{\theta}{m} \sim 10^{14} \text{ см}^2/\text{сек}^2$, $\rho_0 \sim 10^{-23} \text{ г/см}^3$ [4]. Получим соответственно $r_{\max} \sim 29,6 \text{ клс}$, $2D \sim 170 \text{ пс}$, $H(10 \text{ клс}) \sim 7 \cdot 10^{-4} \text{ гаусс}$, которые являются приемлемыми величинами для Галактики.

2. Волокнистая структура. Пусть имеем проводящую жидкость цилиндрической конфигурации. Магнитное поле направлено по θ .

Предположим, что магнитное поле компенсирует центробежные силы и силы, возникающие вследствие тензорного характера давления (4). Потенциал удовлетворяет уравнению

$$-\frac{\partial U}{\partial r} = \frac{\theta}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial r}, \quad (11)$$

Уравнение (11) совместно с уравнением (3) имеет решение [3]

$$U = 2\theta \ln(1 + \beta^2 r^2), \quad \rho = \rho_0 (1 + \beta^2 r^2)^{-2}, \quad \beta^2 = 4\pi G \rho_0 \frac{m}{\theta}.$$

Для магнитного поля получаем

$$H^2 = \frac{4\pi\rho_0\omega^2}{\alpha^2 - \beta^2} \frac{1}{r^2} \left\{ \frac{\alpha^2 + \beta^2}{(\alpha^2 - \beta^2)^2} \ln \frac{1 + \alpha^2 r^2}{1 + \beta^2 r^2} - \frac{\alpha^2 r^2 + \beta^2 r^2 + 2\alpha^2 \beta^2 r^4}{(\alpha^2 - \beta^2)(1 + \alpha^2 r^2)(1 + \beta^2 r^2)} - \right. \\ \left. - \frac{\theta \alpha^2}{m \omega^2} \left[\frac{r^2}{1 + \beta^2 r^2} - \frac{1}{\alpha^2 - \beta^2} \ln \frac{1 + \alpha^2 r^2}{1 + \beta^2 r^2} \right] \right\}.$$

Максимальный радиус области компенсации такой же, что и для дискообразной структуры.

Выражаю благодарность профессору А. А. Власову и доценту Р. С. Оганесяну за обсуждение результатов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. К. Жекомухов, Вестник МГУ, Физика и астрономия, № 3, 47 (1964).
2. Р. С. Оганесян, Астрофизика, 1, 193 (1965).
3. А. А. Власов, Статистические функции распределения, М., 1966.
4. К. У. Аллен, Астрофизические величины, М., 1960.

ՄԱԳՆԵՏԱԿԱՆ ԴԱՇՏՈՒՄ ԳՏԵՎՈՂ ԵՎ ԱՐԱԴՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԻՊՍՈՒԴԱԿԱՆ ԲԱՇԽՈՒՄ ՈՒՆԵՑՈՂ ԿՈՆՖԻԳՈՒՐԱՑԻԱՅԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՇՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ռ. Ե. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

Ուսումնասիրված է ոչ պինդ պտույտ ունեցող սիստեմի հավասարակշռության պայմանները արտաքին մագնիսական դաշտում և ցույց է տրված, որ որոշակի տիրույթում մագնիսական դաշտը հավասարակշռում է կենտրոնախույզ ուժերը և այն ուժերը որոնք առաջանում են ճեղման տենդրական բնույթից:

ON THE EQUILIBRIUM OF A ROTATING CONFIGURATION WITH ELLIPTICAL DISTRIBUTION OF VELOCITIES IN THE PRESENCE OF A MAGNETIC FIELD

R. E. MOVSESSIAN

It is considered the equilibrium of a self-gravitating configuration taking into account the rotation in the presence of a magnetic field.

НОВЫЙ ДЕТЕКТОР РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ

М. П. ЛОРИКЯН

Проблема измерения энергии релятивистских частиц все больше и больше занимает внимание физиков, работающих в области высоких энергий. Сооружение крупных ускорителей требует поисков методов измерения энергии частиц высоких энергий, т. к. черенковское излучение при энергиях выше $\frac{E}{mc^2} \sim 50$ практически трудно использовать.

Теоретические работы Гарибяна [1, 2] положили начало новому направлению в этой области. Им было показано, что при малых толщинах вещества (10^{-5} см) эффект плотности не проявляется, т. е. ионизационные потери энергии должны логарифмически расти с ростом скорости частиц. Эти предсказания экспериментально были подтверждены в работах Алиханяна и др. [3, 4] и позже Гарвина [5] на пучках электронов. В этих работах измерялись суммарные потери энергии многих электронов.

Гарвин [5] измерял вторичную электронную эмиссию из пленок KCl малой плотности. Он обнаружил, что коэффициент вторичной эмиссии для электронов с энергией до $1 \text{ ГэВ} \sim 6$ и логарифмически растет с ростом скорости частиц.