

четвёртой степени из V , так что изменение V в 2—3 раза мало скажется на величине n . Теория Ферми даёт также формулы для углового распределения мезонов, согласующиеся⁹ с результатами измерений для звезды¹ и для звезды⁷.

М. Гинцбург

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. J. Lord, J. Fainberg, M. Schein, Phys. Rev. **80**, 970 (1950).
2. P. H. Fowler, Phil. Mag. **41**, 169 (1950).
3. Lewis, Oppenheimer, Wouthuysen, Phys. Rev. **73**, 127 (1948).
4. W. Heisenberg, Nature **164**, 65 (1949).
5. Н. Биреп, УФН **40**, 491 (1950).
6. W. Heitler a. L. Jánossy, Proc. Phys. Soc., London **A62**, 669 (1949).
7. Camerini, Fowler, Lock a. Muirhead, Phil. Mag. **41**, 413 (1950).
8. E. Fermi, Reports on Progress in Theoretical Physics, Tokyo, **5**, 570 (1950).
9. E. Fermi, Phys. Rev. **81**, 683 (1951).

О МАГНИТНОМ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

Происхождение магнитного поля Земли и его многочисленные особенности не получили до сих пор достаточно ясного объяснения, несмотря на быстрое развитие техники магнитных измерений. Известно, что магнитная ось Земли отклоняется от географической, образуя с ней угол, равный $11,5^\circ$. Поэтому в настоящее время принято считать основным (нормальным) магнитным полем Земли поле диполя, магнитный момент и ось которого составляют угол в $11,5^\circ$ с осью вращения Земли. Отклонения действительного магнитного поля Земли от поля диполя объединяются в аномальное поле Земли, объясняемое влиянием различных факторов, менее существенных, чем те, которые создают основное поле.

Однако ещё Н. А. Умов¹ и П. Н. Лебедев² в своих работах по происхождению земного магнетизма указывали, что главной причиной возникновения земного магнитного поля является вращение Земли вокруг своей оси и поэтому момент и ось основного магнитного поля Земли должны совпадать с осью её вращения. Сравнительно же небольшое отклонение магнитной оси от оси вращения, так же как и другие особенности действительного магнитного поля Земли, может быть вызвано различными побочными причинами, не связанными с вращением Земли. Такое же объяснение получили недавно открытые магнитные поля звезд³.

Магнитное поле в различных точках земного шара непрерывно изменяется со временем, причём эти изменения происходят настолько быстро, что их нельзя связать с какими-либо геологическими процессами, протекающими в недрах Земли. Расположение изолиний геомагнитного поля на карте Земли указывает на наличие связи между элементами этого поля и береговой линией, отделяющей материи от океанов и морей. Для объяснения этой связи было высказано предположение о том, что под материками находятся огромные неоднородности ферромагнитных масс. Однако глубины океанов настолько малы в сравнении с радиусом Земли, что это объяснение всегда казалось неубедительным.

Недавно академик В. В. Шулейкин предложил новую теорию происхождения магнитного поля Земли, которая по-иному освещает эти факты и устанавливает связь между ними⁴. В основе этой теории лежит сделанное в 1935 г. А. Т. Мироновым открытие электрических токов в море⁵. Плотность этих токов, измеренная в поверхностных слоях воды, оказалась порядка $1 \text{ а на гектар поверхности}$, перпендикулярной к направлению век-

тора напряжённости электрического поля. Она связана с солнечной активностью и сильно возрастает во время магнитных бурь. Природа этих токов, повидимому, аналогична давно открытым теллурическим токам в земной коре, но плотность их несравненно больше благодаря высокой электропроводности морской воды. В. В. Шулейкин предполагает, что основное магнитное поле Земли создаётся вследствие её вращения и ось его совпадает с осью вращения Земли. Электрические токи, циркулирующие в водах океанов и морей, создают дополнительное (аномальное) магнитное поле. Складываясь с основным, оно смещает магнитную ось Земли и создаёт результирующее поле, изолинии которого связаны с береговой линией материков. Изменения интенсивности аномального магнитного поля вызывают изменения всего магнитного поля Земли.

Для проверки этой теории сотрудницей Морского гидрофизического института Академии наук Л. А. Корневой⁶ был построен «магнитный глобус» — модель земного шара диаметром 43 см. Моря и океаны были выложены на поверхности глобуса из листовой меди, а материка сделаны из непроводящего материала. Для создания в океанах и морях токов, вызывающих аномальное магнитное поле, по экватору между Америкой и Африкой подключался источник э. д. с. Нормальное поле создавалось небольшим соленоидом, помещённым в центре глобуса на оси север-юг. Величины обоих полей задавались пропорционально их действительным значениям. Результирующее магнитное поле измерялось миниатюрной магнитной стрелкой, подвешенной на шёлковой нити длиной 1,5 м. Были приняты меры для компенсации влияния горизонтальной составляющей земного магнитного поля. Результаты измерений находятся в хорошем качественном согласии с действительным магнитным полем Земли. В частности, аномальное поле вызывает смещение магнитных полюсов относительно географических, сдвиг магнитной оси от центра Земли и появление областей восточного и западного склонения. Изолинии результирующего поля оказываются сходными с действительными и таким же образом связаны с очертаниями береговой линии материков.

Опыты Корневой подтвердили два основных предположения теории В. В. Шулейкина: смещение магнитной оси и связь с береговой линией материков. Проверка временных изменений магнитного поля Земли не производилась ввиду отсутствия систематических измерений плотности электрических токов в морях и океанах за нужный срок. По этой же причине, а также и вследствие того, что плотности токов в глубинах вод никем не измерялись, нельзя было осуществить количественных измерений. Однако опыты, проделанные на модели, указывают всё же на то, что величина аномального магнитного поля морей и океанов даже при учёте глубинных токов будет недостаточной для количественного совпадения с действительностью. Поэтому необходимо найти другие источники аномального магнитного поля, которые дополняли бы поле морей и океанов и были бы связаны с их расположением на Земле.

В. В. Шулейкин указал ещё на один возможный источник аномального магнитного поля Земли. В 1950 г. им было показано⁷, что тепловые противоречия между океанами и материками существуют и на больших высотах в атмосфере, которая на одинаковых широтах всегда оказывается холоднее над океанами, чем над материками. Благодаря этому вокруг материков постоянно существуют циклонические движения воздуха с огромными скоростями, наибольшая составляющая которых направлена вдоль береговой линии. Под влиянием космических лучей в атмосфере возникает множество положительно и отрицательно заряженных частиц. Отрицательно заряженные частицы (например, мезоны), взаимодействуя с веществом атмосферы, вызывают процессы, приводящие к дальнейшему образованию новых частиц. Положительно заряженные — диффундируют в атмосфере в виде заряженного газа и участвуют в общей циркуляции воздуха на разных высотах. Благодаря этому возникают конвекционные

токи в атмосфере, направление которых связано с направлением потоков воздушных масс, т. е. в значительной степени определяется очертаниями береговой линии. Создаваемое ими дополнительное магнитное поле будет складываться с магнитным полем морей и океанов, увеличивая аномальное магнитное поле Земли. Так как пока ещё нет достаточно надёжных сведений о воздушных потоках на высотах более 20 км и о плотности электрических зарядов в этих слоях атмосферы, то нельзя провести количественные расчёты напряжённости дополнительного аномального магнитного поля. Однако результаты произведённых С. Н. Верновым с сотрудниками измерений интенсивности первичной компоненты космических лучей в стратосфере⁸ показывают, что напряжённость этого поля, повидимому, превосходит напряжённость аномального поля морей и океанов.

В. Л.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Умов, Построение геометрического образа потенциала Гаусса как приём изыскания законов земного магнетизма, Избр. соч., Гостехиздат, 1950, стр. 311.
2. П. Н. Лебедев, Магнитометрическое исследование вращающихся тел, Первое сообщение, Избр. соч., Гостехиздат, 1949, стр. 229.
3. Р. М. S. Blackett, Nature **159**, 658 (1947); УФН **33**, 52 (1947); Е. В. Ступоченко, ДАН **62**, 477 (1948).
4. В. В. Шулейкин, ДАН **76**, 57 (1951).
5. А. Т. Миронов, Журнал геофизики **6**, в. 5 (1936).
6. Л. А. Корнева, ДАН **76**, 49 (1951).
7. В. В. Шулейкин, ДАН **71**, 1057 (1950).
8. С. Н. Вернов, Н. Л. Григоров и А. Н. Чарахчян, Изв. АН СССР, сер. физич. **14**, 51 (1950).

МГНОВЕННАЯ ФОТОГРАФИЯ

За последнее время опубликован ряд работ, посвящённых методам фотографирования быстротекущих процессов со временем экспозиции 10^{-6} — 10^{-9} сек.

Фотографирование с помощью оптико-механических затворов, основанных на применении вращающихся зеркал и узких щелей или решёток¹, обладает рядом существенных недостатков, так как получение столь коротких экспозиций связано при этом со значительным уменьшением светосилы системы. Кроме того, длинные оптические рычаги, необходимые для достижения достаточной разрешающей способности, делают всю систему весьма громоздкой.

Широко применяемые для скоростной фотографии импульсные лампы в ряде случаев не обеспечивают достаточно короткого времени экспозиции. Несмотря на разработку специальных ламп с уменьшенной длительностью свечения, использование конденсаторов из титаната бария и применение вместо конденсаторов длинной линии, обеспечивающей прямоугольный фронт разрядного тока через лампу, длительность свечения импульсных ламп все ещё остаётся порядка одной микросекунды². Кроме того, наиболее простой способ использования импульсных ламп — способ «открытого затвора» — связан с работой в ночное время или в затемнённом помещении, а в ряде случаев вообще не может быть применён. Так, если фотографировать объект окружённый светящейся средой, то при открытом затворе фотоаппарата фотоплёнка окажется засвеченной посторонним светом. Чтобы избавиться от этого, приходится снабжать фотоаппарат затвором, открывающимся лишь на время вспышки импульсной лампы. При этом затвор отсекает относительно слабое, но продолжительное свечение