

О ДИССИПАЦИИ АТМОСФЕРЫ*

Известно, что молекулы, находящиеся в самых верхних слоях нашей атмосферы, обладающие скоростями, превосходящими некоторую критическую скорость, могут покинуть землю, если на пути не произойдет столкновения с другими частицами. Очевидно, мы можем рассчитать, какое количество частиц покидает таким образом пределы земной атмосферы.

Для этого нужно лишь вычислить, какое количество частиц с такими большими скоростями производится в каждом слое атмосферы и, кроме того, вычислить, какая доля из произведенных таким образом частиц с большими скоростями может покинуть атмосферу без столкновения. Таким образом, мы видим, что диссипация зависит от того механизма, с помощью которого создаются частицы с большой скоростью.

Ряд авторов работали над этой темой и предполагали совершенно естественно, что основная причина образования частиц с большими скоростями — столкновение атомов, которое всегда приводит к образованию частиц с большими скоростями. Но если температура газа низка, то число производимых в единицу времени частиц с большой скоростью будет очень мало. Это число зависит также от массы атомов или молекул. Если, согласно теории Джинса и др., произвести соответствующий расчет, то оказывается, что время, потребное для того, чтобы произошла значительная диссипация, значительное разрушение нашей атмосферы, если бы она состояла из чистого водорода, превосходит в тысячу раз все мыслимые оценки возраста земли. Я уже не говорю о других газах, где диссипация будет идти бесконечно медленнее. Было отмечено, что та температура, которую мы имеем, не приводит к сколько-нибудь значительной диссипации атмосферы. Однако

* Труды Всесоюзной конференции по изучению стратосферы, Л.—М., 1935, 457. (Доклад опубликован на основе стенографической записи. *Ред.*).

оценивая скорость диссипации атмосферы, надо иметь в виду тот слой, о котором говорил в конце своего доклада предыдущий докладчик*. Надо иметь в виду, что во внешних слоях земной атмосферы, находящейся вне непосредственного действия непоглощенного света, происходят процессы фото-диссоциации, которые приводят к тому, что частицы получают большие скорости. Эти частицы с большой скоростью будут иметь такое распределение, что в среднем соответствует, примерно, той температуре, которой обладает Солнце, именно, 6 тыс. градусов. Поэтому, если только этот слой осуществляется на такой высоте, где плотность еще достаточно велика, то несомненно влияние этих слоев на скорость диссипации нашей атмосферы будет велико. Если же слой очень высок, в этом случае влияние на диссипацию будет очень мало.

Диссипация атмосферы, главным образом, происходит из того слоя, где плотность настолько мала, что можно считать, что если из этого слоя пустить молекулу вверх, то она благодаря небольшому количеству частиц не испытает никакого столкновения, или число столкновений будет порядка не больше единицы. Можно показать, что главное участие в диссипации принимает этот слой. Все зависит от того, достигает ли температура в этом слое нескольких тысяч градусов, или же там еще имеет место температура стратосферы. Оказывается, что для того, чтобы ответить на этот вопрос, нужно сперва решить некоторые вопросы фотохимии. Все зависит, конечно, от того, поглощается ли в этих слоях та энергия, которая будет создавать эту большую скорость. Каким образом создаются эти большие скорости? Приведем такой пример: допустим, мы имеем водородные или азотные молекулы в верхних слоях атмосферы, где происходит поглощение соответствующих коротковолновых участков. Если водородная молекула поглощает некоторый квант света, эта молекула переходит в возбужденное состояние, в котором возбужден прежде всего электрон и возбуждено некоторое колебательное состояние. Затем эта молекула испускает некоторый квант, но может вернуться не в прежнее, первое колебательное состояние, т. е. самое низкое колебательное состояние, а в более высокое колебательное состояние. И тогда в результате столкновения эта колебательная энергия, которая осталась и которая не может быть излучена, поскольку соответствующий переход молекулы запрещен, эта энергия переходит в кинетическую энергию поступательного движения.

Этот механизм является основной причиной, благодаря которой в самых верхних слоях атмосферы будет осуществляться высокая тем-

* Доклад Н. А. Козырева на той же конференции. *Ред.*

пература. Оказывается, что действительно тот слой, в котором главным образом будет происходить диссипация, должен находиться при высокой температуре. Происходит это потому, что поглощение до этого слоя будет ничтожно не потому, что над этим слоем мало частиц, а потому, что в более высоких слоях молекулы будут диссоциированы. Вследствие того, что вышележащий слой прозрачен, он пропускает те лучи, которые возбуждают соответствующую молекулу, и поэтому в этом слое, где главным образом может происходить диссипация, будет царить высокая температура.

Конечно, здесь все зависит от того типа молекулы, который мы взяли. Если бы у нас была молекула, не состоящая из одинаковых атомов, а полярная, то дело было бы сложнее, потому что тогда диссоциация в верхних слоях была бы ничтожной. Благодаря тому, что в верхних слоях царит, таким образом, высокая температура, оказывается возможным сильно уменьшить цифру периода диссипации и показать, что она уже не может быть такой несравнимой с теми цифрами, которые мы привыкли иметь, оценивая возраст Земли, т. е. миллиарды лет.