Найдем гелиоцентрические ускорения в точках A, B земной поверхности, расположенных на одной линии с Солнцем (рис. 10). Имеем

$$w_A = \frac{\gamma M_э}{a^2}; \quad w_B = \frac{\gamma M_э}{a^2}(1 - 2h\rho R) = \frac{\gamma M_э}{a^2}\left(1 - \frac{8}{3}\alpha m\right),$$

где $M_э$ — эффективная масса Солнца, m — истинная масса Земли, a — астрономическая единица, α — величина (2,6,4), для Земли равная $2{,}96 \cdot 10^{-30}$ $г^{-1}$.

Гелиоцентрическое ускорение Земли $w = \frac{\gamma M_э}{a^2}(1 - \alpha m)$ удовлетворяет очевидному соотношению $w_B < w < w_A$. Поэтому тела, расположенные у земной поверхности в точках A и B, под влиянием солнечного притяжения имеют по отношению к Земле ускорения

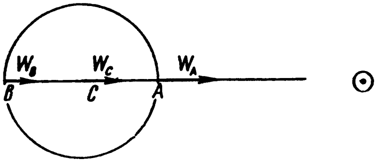

Рис. 10.

$$w_A - w = \frac{\gamma M_э}{a^2}\alpha m,$$

$$w - w_B = \frac{\gamma M_э}{a^2}\frac{5}{3}\alpha m,$$

направленные вверх по соответствующим вертикалям.

Если через g обозначить ускорение, обусловленное притяжением Земли, то результирующие геоцентрические ускорения в рассматриваемых точках будут равны

$$g_A = g - \frac{\gamma M_э}{a^2}\alpha m, \quad g_B = g - \frac{\gamma M_э}{a^2}\frac{5}{3}\alpha m.$$

В полдень сила тяжести оказывается больше, чем в полночь. Относительное изменение веса определяется формулой

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\gamma M_э}{a^2}\frac{2\alpha m}{3g}. \tag{2,8,1}$$

При принятой постоянной поглощения оно составляет около $\frac{1}{150\,000}$ и допускает уверенную проверку путем непосредственных измерений. Вероятно, этот эффект был бы легко обнаружен в опытах с маятниками.

9. Вариация силы тяжести во время солнечного затмения. Мы рассмотрели изменение силы тяжести на земной поверхности, вызванное экранирующим действием Земли на притяжение со стороны Солнца. Оно должно иметь характер суточной вариации, зависящей от зенитного расстояния Солнца. Возможен еще один эффект, обусловленный поглощением гравитации веществом и не связанный с нарушением пропорциональности между инертной и тяжелой массами. Его должно вызывать экранирующее действие Луны во время полного солнечного затмения, наблюдаемого в данной точке земной поверхности.

Пусть в момент полного солнечного затмения, наступившего для точки A земной поверхности, угловые радиусы Солнца S и Луны L одинаковы (рис. 11). Отрезки BD и B_1D_1, расположенные на каком-либо направлении AB, пересекающем поверхности Солнца и Луны, удовлетворяют очевидному соотношению $\frac{B_1D_1}{BD} = \frac{R_1}{R}$.

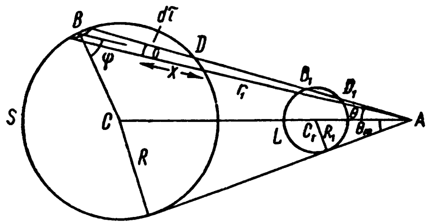

Рис. 11.

Построим элементарный цилиндр $d\tau$ с объемом $(x + r_1)^2 \times \sin\theta d\theta d\varphi dx$, где θ — угол, указанный на рисунке, φ — азимут, принимающий значения в пределах $0, 2\pi$. В отсутствие Луны масса этого цилиндра создает в точке A напряженность

$$\gamma\rho e^{-h\rho x} \sin\theta d\theta d\varphi dx.$$

Поглощение гравитации Луной характеризуется множителем $e^{-h\rho_1 B_1 D_1} = e^{-2h\rho_1 R_1 \cos\psi}$. Поэтому составляющая напряженности в направлении AC равна

$$\gamma\rho e^{-h\rho x - 2h\rho_1 R_1 \cos\psi} \sin\theta \cos\theta d\theta\varphi dx.$$

Результирующая напряженность находится путем интегрирования

$$f = \frac{2\pi\gamma}{h} \int_0^{\theta_m} (1 - e^{-2h\rho R\cos\psi}) e^{-2h\rho_1 R_1 \cos\psi} \sin\theta\cos\theta d\theta.$$

Если заменить переменную с помощью соотношения $\sin\theta = \frac{R}{a}\sin\psi$, которое непосредственно следует из треугольника ABC, то предыдущая формула примет вид

$$f = \frac{2\pi\gamma}{h}\left(\frac{R}{a}\right)^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - e^{-2h\rho R\cos\psi}) e^{-2h\rho_1 R_1 \cos\psi} \sin\psi\cos\psi d\psi. \quad (2,9,1)$$

Это уравнение определяет напряженность поля тяготения Солнца в полосе полного солнечного затмения с учетом экранирующего действия Луны.

Введем обозначение

$$F(u) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} e^{-2u\cos\psi} \sin\psi\cos\psi d\psi = \frac{1}{4u^2} - e^{-2u}\left(\frac{1}{2u} + \frac{1}{4u^2}\right). \quad (2,9,2)$$

Вместо (2,9,1) можно написать

$$f = \frac{\gamma M}{a^2}\,\frac{3}{2u}\,\{F(u_1) - F(u + u_1)\}, \tag{2,9,3}$$

где $u = h\rho R$, $u_1 = h\rho_1 R_1$.

Параметр u относительно велик ($\simeq 2$), тогда как u_1 — достаточно мал ($\simeq 10^{-3}$). Вследствие этого разложение функции $F(u + u_1)$ по возрастающим степеням u_1 сходится очень быстро. Сохраняя только линейные члены относительно u_1, нетрудно привести формулу (2,9,3) к виду

$$f = \frac{\gamma M}{a^2}\,\frac{3}{4}\left\{\frac{1}{u} - \frac{2}{u}F(u)\right\} - \frac{\gamma M}{a^2}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}.$$

Согласно общей формуле Майораны (2,6,2), величина $M \cdot \frac{3}{4} \times \times \left\{\frac{1}{u} - \frac{2}{u}F(u)\right\}$ представляет собой эффективную массу Солнца. Следовательно,

$$f = \frac{\gamma M_э}{a^2} - \frac{\gamma M}{a^2}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}. \tag{2,9,4}$$

Найденная напряженность равна ускорению, которое поле тяготения Солнца сообщает телу, находящемуся на земной поверхности в полосе полного солнечного затмения. Чтобы определить влияние этого ускорения на наблюдаемую силу тяжести, необходимо сопоставить его с ускорением Земли. Поскольку для земного шара в целом экранирование солнечного притяжения Луной незначительно, можно написать

$$w_T = \frac{\gamma M_э m_э}{a^2 m},$$

где m, $m_э$ — инертная и гравитационная массы Земли.

Геоцентрическое ускорение тела в поле тяготения Солнца в момент затмения равно

$$f - w_T = \frac{\gamma M_э}{a^2}\left(1 - \frac{m_э}{m}\right) - \frac{\gamma M}{a^2}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}. \tag{2,9,5}$$

Первый член правой части представляет собой относительное ускорение вне затмения, когда Луна не является экраном. Поэтому дополнительное ускорение во время полного солнечного затмения, направленное в сторону, противоположную Солнцу,

$$w = \frac{\gamma M}{a^2}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}.$$

Допустим для простоты, что Солнце во время затмения находится в зените. В этом случае относительное увеличение силы тяжести определяется соотношением

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\gamma M}{a^2 g}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}, \tag{2,9,6}$$

где g — ускорение свободного падения.

Если в момент затмения Солнце находится на зенитном расстоянии z, то получится

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\gamma M}{a^2 g}\left\{1 + \frac{3}{2}F'(u)\right\}\frac{u_1}{u}\cos z. \tag{2,9,7}$$

Направление силы тяжести должно отклониться от вертикали на угол

$$\beta = \frac{\Delta P}{P}\sin z. \tag{2,9,8}$$

Как уже сказано, эффект не зависит от нарушения пропорциональности между инертной и тяжелой массами Земли, поскольку это нарушение влияет только на первый член (2,9,5), не связанный с экранированием солнечного притяжения Луной. Входящая в формулы (2,9,7 и 8) величина является истинной массой Солнца. С точки зрения гипотезы поглощения эти формулы должны выполняться даже в том случае, если истинная масса отличается не только от тяжелой, т. е. эффективной, но и от инертной массы.

При принятом значении коэффициента поглощения, по Майоране, $h = 6{,}73 \cdot 10^{-12}$ *г*$^{-1}$*см*^{2} параметры u, u_1 составляют 1,96 и $3{,}9 \cdot 10^{-3}$, истинная масса Солнца — $5{,}9 \cdot 10^{33}$ *г*. Вычисление по формуле (2,9,7) дает $\frac{\Delta P}{P} = 3{,}3 \cdot 10^{-6}\cos z$, показывая, что относительное изменение силы тяжести в момент полного солнечного затмения должно измеряться миллионными долями. Верхняя граница отклонения силы тяжести от вертикали составляет около 0″, 7.

Измерения силы тяжести во время солнечных затмений в 1954, 1958 гг. и особенно в 1961 г. оказались довольно противоречивыми и не подтвердили ожидаемых эффектов. Различные аномалии, обнаруженные во время этих наблюдений, вызваны, вероятно, ошибками измерений и другими причинами, не связанными с поглощением солнечного притяжения Луной.

10. Влияние поглощения гравитации на приливы. Как известно, основные свойства приливов получают удовлетворительное количественное объяснение на основе закона тяготения Ньютона. Источником приливообразующих ускорений, вызывающих движение Мирового океана, является притяжение со стороны Луны и Солнца, вычисленное согласно обычному закону обратных квадратов. Гипотеза поглощения гравитации существенно изменяет величину приливообразующего ускорения, приводя, таким образом, к новым эффектам.