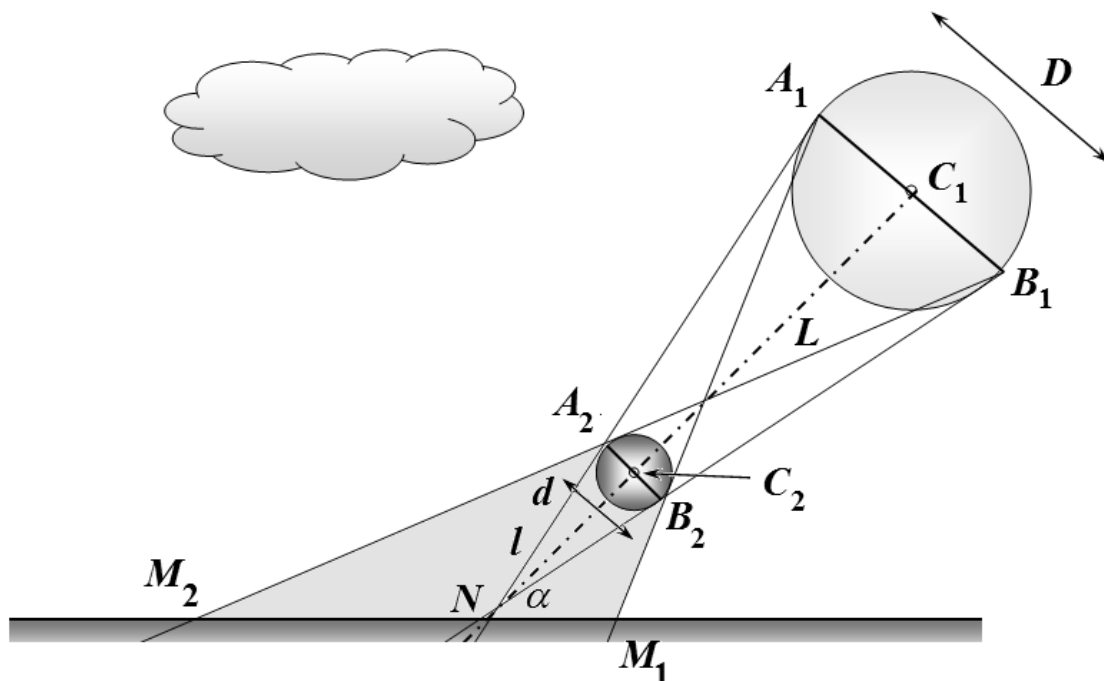


Задача 9-3

Основная причина, приводящая к исчезновению тени – конечные размеры Солнца (т.е. Солнце не является точечным источником). Лучи, испущенные разными участками Солнца по разному перекрываются воздушным шаром. Поэтому за последним образуется область полной тени, куда не попадают никакие лучи, и область полутени, в которую не попадают некоторые солнечные лучи. Для оценки можно считать, что тень исчезает, когда область полной тени перестает простираться до поверхности земли.



Для построения областей полной тени и полутени следует построить области теней для лучей, испущенных крайними точками диска Солнца (см. рис, на котором поперечные размеры сильно увеличены). Таковыми являются конусы, ограниченные лучами $A_1A_2N - A_1B_2M$ и $B_1A_2M_2 - B_1B_2N$. Из рисунка следует, что областью полной тени является конус, сечение которого на рисунке - A_2NB_2 . Высоту этого конуса легко найти, используя подобие треугольников A_2NB_2 и A_1NB_1 :

$$\frac{|A_2 B_2|}{|C_2 N|} = \frac{|A_1 B_1|}{|C_1 N|} \Rightarrow l = \frac{2R}{D} L \quad (1)$$

здесь обозначено $l = |C_2 N|$ - расстояние от центра шара до земли, $L = |C_1 N|$ - расстояние от Земли до Солнца, $2R = |A_2 B_2|$ - диаметр шара, $D = |A_1 B_1|$ - диаметр Солнца. Далее

учтем, что $\frac{D}{L} = \delta\alpha$ - угловой размер Солнца, а высота шара над поверхностью земли

$h = l \sin \alpha$. Следовательно, искомая высота равна

$$h = \frac{2R}{\delta\alpha} \sin \alpha. \quad (2)$$

Для численных расчетов необходимо угловой размер Солнца следует выразить в радианах:

$$h = \frac{2R}{\delta\alpha} \sin \alpha = \frac{40_{\mathcal{M}}}{\frac{2\pi}{360^\circ} \cdot 0,5^\circ} \sin 45^\circ \approx 3_{\mathcal{KM}}. \quad (3)$$