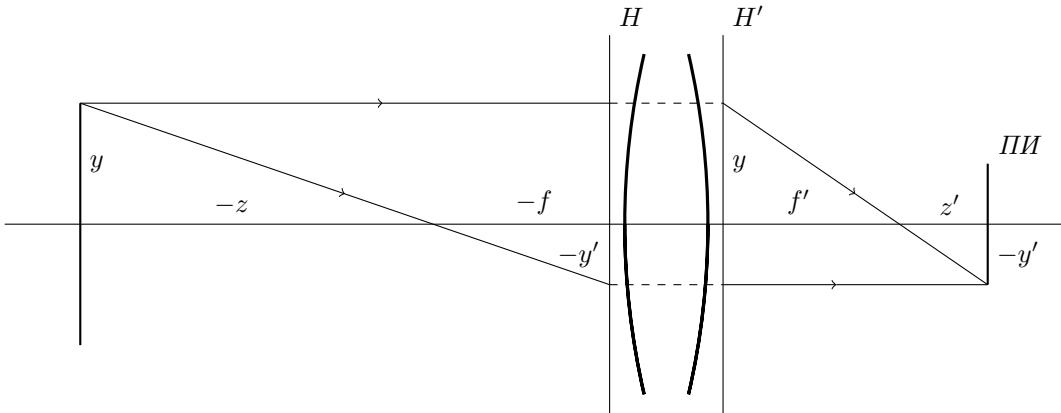


Тот же рисунок.



Если рассмотреть теперь немножко другую пару подобных прямоугольных треугольников, получим ещё одну формулу для линейного увеличения

$$\beta = \frac{y'}{y} = -\frac{f}{z} \quad (1)$$

Видно, что расстояние z от переднего фокуса до предмета стоит в знаменателе и уменьшается по модулю с ростом по модулю увеличения, что вполне логично: чтобы предмет на фотографии получился побольше, нам необходимо подойти к нему поближе :). Теперь попытаемся выяснить, насколько надо подойти поближе.

$$z = -\frac{f}{\beta} \quad (2)$$

Разница в величине z для каких-нибудь двух значений β и есть расстояние, на которое нужно подвинуться к предмету

$$z_2 - z_1 = -\frac{f}{\beta_2} + \frac{f}{\beta_1} \quad (3)$$

$$z_2 - z_1 = f \frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_1 \beta_2} \quad (4)$$

$$z_2 - z_1 = f \frac{\Delta \beta}{\beta_1 (\beta_1 + \Delta \beta)} \quad (5)$$

$$z_2 - z_1 = f \frac{-\Delta z / f'}{\beta_1 (\beta_1 - \Delta z / f')} \quad (6)$$

$$z_2 - z_1 = \frac{\Delta z}{\beta_1} \frac{1}{\beta_1 - \Delta z / f'} \quad (7)$$

$$z_2 - z_1 = \frac{\Delta z}{\beta_1} \frac{f'}{f' \beta_1 - \Delta z} \quad (8)$$

Дистанция фокусировки — это расстояние от первой поверхности оптической системы до предмета. В оптике его принято обозначать буквой a . Минимальная дистанция фокусировки пусть будет a_0 , а увеличение при ней (т. е. максимальное увеличение объектива) тогда будет β_0 . Изменение дистанции фокусировки равно изменению отрезка z

$$\Delta a = \frac{\Delta z}{\beta_0} \frac{f'}{f' \beta_0 - \Delta z} \quad (9)$$

Таким образом МДФ можно рассчитывать так

$$a = a_0 + \Delta a \quad (10)$$

Здесь нужны допущения, чтобы применить эту формулу к случаю с макрокольцом. Допускается что вы сначала снимаете с максимальным увеличением и минимальной дистанцией фокусировки. Затем вставляете макрокольцо и, не меняя положения рукоятки фокусировки, подвигаете оптическую систему к предмету до тех пор пока он не окажется в фокусе. Тогда в этой формуле Δz будет толщиной макрокольца, что само по себе довольно важно. Если вы измените положение рукоятки фокусировки, то Δz будет отличаться от толщины макрокольца в меньшую сторону, и вы получите меньшее увеличение. Я думаю, что меньшее увеличение вам не нужно, поэтому это допущение не должно вызвать проблем на практике :).

Теперь, помня о допущении, займёмся практическими расчётами. Ваш объектив: $f' = 60 \text{ мм}$, $\beta_0 = -1$, $a_0 = -200 \text{ мм}$, ваше макрокольцо $\Delta z = 65 \text{ мм}$. Величина a_0 , как и будущее a — отрицательна согласно правилу знаков геометрической оптики

$$\Delta a = \frac{65}{-1} \cdot \frac{60}{60 \cdot (-1) - 65} = 31,2 \quad (11)$$

$$a = -200 + 31,2 = 169,8 \quad (12)$$

Для моего объектива $f' = 150 \text{ мм}$, $\beta_0 = -1$, $a_0 = 380 \text{ мм}$

$$\Delta a = \frac{65}{-1} \cdot \frac{150}{150 \cdot (-1) - 65} = 45,3 \quad (13)$$

$$a = -380 + 45,3 = -334,7 \quad (14)$$