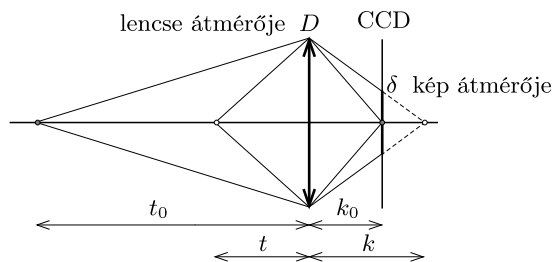


Megoldás. A feladat megoldásának lényege, hogy megértsük, miért lesz a közelebbi tárgy képe elmosódott. A 3. ábrán két pontszerű tárgy képe látható. A távolabbiról a lencse pontosan a CCD érzékelő síkjában hoz létre éles, pontszerű képet. A közelebbiről viszont távolabb keletkezne éles kép, így a CCD-n egy elmosódott, δ átmérőjű folt keletkezik. Az ábráról leolvasható, hogy

$$\frac{D}{\delta} = \frac{k}{k - k_0},$$

a leképzési törvény alapján pedig:

$$\frac{1}{t_0} + \frac{1}{k_0} = \frac{1}{f} \quad \text{és} \quad \frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}.$$

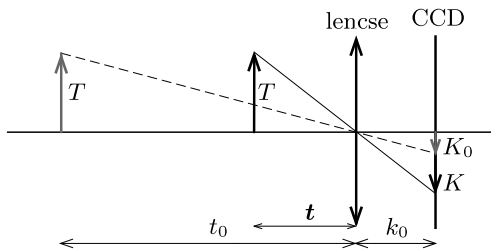


3. ábra

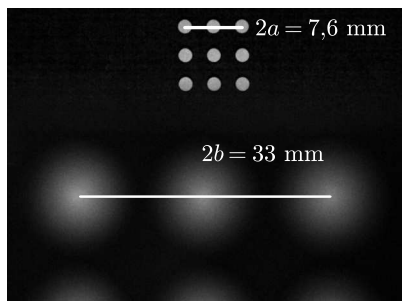
A 4. ábra alapján a közelebbi tárgy távolsága a két kép nagyításának arányából határozható meg:

$$\begin{aligned} \frac{K_0}{T} &= \frac{k_0}{t_0}, \\ \frac{K}{T} &= \frac{k}{t}, \\ \lambda &= \frac{K}{K_0} = \frac{t_0}{t}. \end{aligned}$$

A 2. ábra bal oldali részéről leolvasható a szélső pöttyök középpontjának távolsága (a szomszédos pöttyök távolságának kétszerese) mindkét képen (5. ábra).



4. ábra



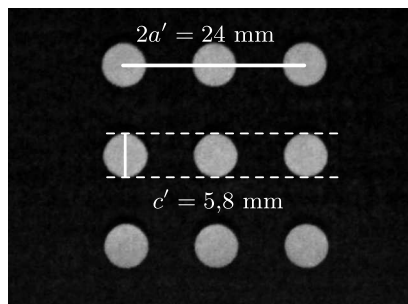
5. ábra

Ebből:

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{K}{K_0} = \frac{2b}{2a} = \frac{33 \text{ mm}}{7,6 \text{ mm}} = 4,34, \\ t &= \frac{t_0}{\lambda} = \frac{25 \text{ cm}}{4,34} = 5,8 \text{ cm}. \end{aligned}$$

A 2. ábra jobb oldali (nagyított) részén leolvasható a pöttyök átmérőjének és távolságának aránya (6. ábra). Ebből:

$$\varrho = \frac{c'}{a'} = 2 \frac{c'}{2a'} = 2 \cdot \frac{5,8 \text{ mm}}{24 \text{ mm}} = 0,48.$$



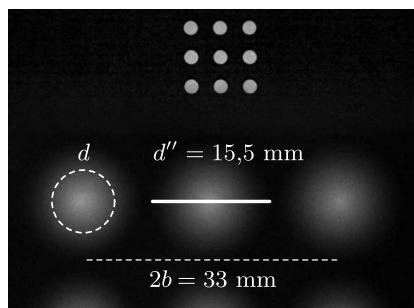
6. ábra

Ez alapján kiszámíthatjuk, hogy mekkora lenne a 2. ábra bal oldali felén a közelebbi pöttyök átmérője, ha nem lenne elmosódva (7. ábra):

$$d = \varrho b = \varrho \frac{2b}{2} = 0,48 \cdot \frac{33 \text{ mm}}{2} = 8,0 \text{ mm}.$$

Ugyanitt leolvasható az elmosódott kép átmérője is: $d'' = 15,5 \text{ mm}$. A két átmérő különbsége a kép elmosódottsága (ekkora lenne egy pontszerű tárgy elmosódott képe ezen a képen):

$$e = d'' - d = 7,5 \text{ mm}.$$



7. ábra

Ezután már csak néhány számítás van hátra. A 3. ábrán jelölt képtávolságok:

$$k_0 = \frac{t_0 f}{t_0 - f} = 19,4 \text{ mm},$$

$$k = \frac{t f}{t - f} = 26,2 \text{ mm}.$$

Két pötty távolsága a fényképezőgép CCD érzékelőjén (ez a távolság a valóságban $a_0 = 5,8 \text{ mm}$, meg van adva):

$$a_{\text{CCD}} = \frac{k_0}{t_0} a_0 = \frac{19,4 \text{ mm}}{250 \text{ mm}} \cdot 5,8 \text{ mm} = 0,45 \text{ mm},$$

amiből a 2. ábra bal oldali képének nagyítása a CCD-n kialakuló képhez viszonyítva:

$$N = \frac{a}{a_{\text{CCD}}} = \frac{2a}{2a_{\text{CCD}}} = \frac{7,6 \text{ mm}}{2 \cdot 0,45 \text{ mm}} = 8,4.$$

Ebből az elmosódottság a CCD érzékelőn:

$$\delta = \frac{e}{N} = \frac{7,5 \text{ mm}}{8,4} = 0,9 \text{ mm},$$

amiből viszont a keresett lencseátmérő a 3. ábra alapján:

$$D = \delta \frac{k}{k - k_0} \approx 3,5 \text{ mm}.$$

Megjegyzések. 1. A kérdezett mennyiségek hibájára csak becslést adunk. A lehető legpontosabb (tized mm-es) leolvasás és egy kicsit „nagyvonalúbb” (fél mm pontos) leolvasás adataival is végigszámolva azt kapjuk, hogy a közelebbi tárgy távolságára kapott eredmény hibája 1–2%, a lencse átmérő hibája pedig 10–15%.

2. A közelebbi tárgy távolságát azért kérdeztük, hogy segítsük a gondolatmenetet. Ezt több versenyző is meghatározta, de nem tudtak továbblépni. Egyetlen helyes megoldón kívül szinte senki nem tudta helyesen értelmezni a kép elmosódottságát; néhányan a fény elhajlásával próbálták megmagyarázni, ami szintén helytelen.