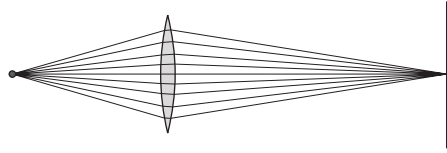


Megoldás. Az izzólámpa függőleges szála vízszintes irányban kicsiny méretű, így ebben az irányban közelítőleg „pontszerűnek” tekinthető.

Tekintsük először az optikai rács nélküli esetet! A vetítőlencse az enyhén széttartó fénysugarakat kicsit megtöri, összetartóvá teszi, s a fehér fal bizonyos helyére irányítja. Ez látható felülnézetben az *1. ábrán*.



1. ábra

Helyezzünk most egy optikai rácsot közvetlenül a lencse mögé! A lencsét éppen elhagyó fény közel párhuzamos „sugarakból” áll, de a rács hatásának leírása érdekében helyesebb úgy fogalmaznunk, hogy a fény közel párhuzamos hullámfrontokkal leírható síkhullám. Ez a hullám az optikai rácson elhajlást szenved, és csak olyan irányokban haladhat tovább, amelyekben a szomszédos résekből érkező fény útkülönbsége a λ hullámhossz egész számú többszöröse:

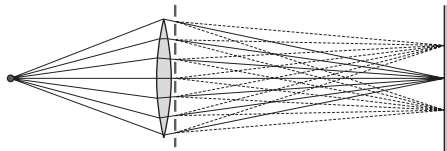
$$\Delta s = n \cdot \lambda.$$

Az n egész szám az elhajlás rendje, $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. A nulladrendű ($n = 0$) esetben a fény úgy halad tovább, mintha a rács ott sem lenne, tehát az izzószál éles képe a falon ugyanott jön létre, ahová a lencse korábban leképezte. Ez a hely független a fény hullámhosszától (a fény színétől), tehát a nulladrendű kép tartalmazza az izzószál teljes spektrumát, fehér lesz.

Az első- és magasabbrendű elhajlásoknak megfelelő szögeltérítést a rács ismert

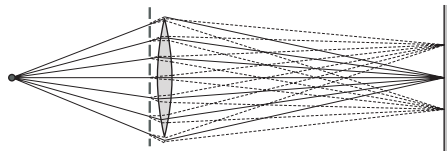
$$\sin \alpha = n \cdot \frac{\lambda}{d}$$

képletéből számolhatjuk ki. Az ilyen szögben eltérített, de a lencse miatt kicsit összetartó fény a fehér falon az eredeti helyéhez képest vízszintesen eltolódva gyűlik össze, ott alkot képet. A *2. ábrán* felülnézetben szemléltetjük az ernyőn megfigyelhető függőleges vonalak keletkezését. Mivel az eltolódás mértéke függ a fény hullámhosszától, az $n \neq 0$ rendű képek színesek lesznek.



2. ábra

Ha az optikai rácsot a lencse elé helyezzük, akkor hasonló jelenség játszódik le. A rács a közel párhuzamosan érkező fényt különböző rendekben elhajlítja, és mindegyik elhajlási rend fénye úgy érkezik a lencséhez, mintha az nem az izzószál tényleges helyéről, hanem egy attól eltérő (rendenként más és más) pontból indult volna. Ennek megfelelően a rács mögötti lencse az izzószálról több képet hoz létre a falon, az $n = 0$ rendű kép éles, fehér és ugyanott található, ahol a rácsmentes esetben. A többi rend színes és elmosódott, hiszen az izzószálból kiinduló különböző hullámhosszágú (színű) komponensek más-más helyre képződnek le (*3. ábra*).



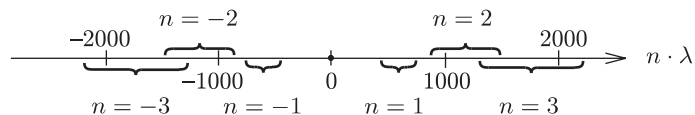
3. ábra

A látható fény hullámhossza kb. 380 és 780 nm közé esik, de a határok nem adhatók meg élesen, hiszen a spektrum széleinél erősen lecsökken az emberi szem „spektrális érzékenysége” (lásd pl. a Négyjegyű függvénytáblázat 9.72. táblázatát). Praktikusan tekinthetjük a látható spektrum szélének a 700 nm-es hullámhosszúságú „mélyvöröset” és a 420 nm-es „mélykékét”.

Az optikai rács által létrehozott elhajlási szög szinusza arányos a fény λ hullámhosszával és az n „rendszerrel” a szorzatával:

$$\sin \alpha_n(\lambda) \sim n \cdot \lambda.$$

A fenti képlet jobb oldalán álló szám $n = 1$ esetén (nanométer egységekben számolva) 420 és 700 közé esik, $n = 2$ -re 840 és 1400 közé, $n = 3$ -ra pedig 1260 és 2100 között található. Látható, hogy az első- és a másodrendű elhajlásnak megfelelő szögek elkülönülnek egymástól, de a másodrendben elhajló vörös fény átfedésbe kerül a harmadrend kék tartományával. Könnyen belátható, hogy a magasabb ($|n| > 3$) rendeknek megfelelő szomszédos sávok is átfedik egymást (4. ábra).



4. ábra

Ennek megfelelően tiszta kék színt csak $n = \pm 1$ és $n = \pm 2$ esetekben, *összesen 4 helyen* láthatunk a fehér falon.