

Lista 4

BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z LASERAMI

Zadanie 1

Laser Nd:YAG o mocy 20 mW emituje w trybie ciągłym wiązkę świetlną o długości fali 1,064 μm i średnicy przekroju poprzecznego 4 cm. Rozbieżność wiązki jest równa 2 mrad. Skolimowana wiązka laserowa rozchodząca się koncentrycznie względem osi optycznej pada na soczewkę dwuwklęsłą o mocy optycznej -5D. Wyznacz kąt rozbieżności wiązki oraz średnicę wiązki w odległości 20, i 60 cm od tylnej powierzchni załamującej soczewki. Określ natężenia napromienienia w każdej z tych płaszczyzn oraz jego zależność od pola powierzchni plamki laserowej. Wyznacz napromienienie podczas ekspozycji na światło trwającej 30s. Jak zmieniają się powyższe parametry jeśli zwiększymy moc optyczną soczewki? Zakładamy, że przewężenie wiązki po przejściu przez soczewkę znajduje się w jej płaszczyźnie ogniskowej obrazowej.

Zadanie 2

W pewnym laboratorium używany jest laser HeNe generujący promieniowanie o długości fali 632.8 nm oraz rozbieżności wiązki 30 mrad. Określ maksymalne dopuszczalne moce promieniowania transmitowanego przez oko człowieka o średnicy źrenicy 6mm dla czasów ekspozycji z zakresu od 1 do 15 s.

Zadanie 3

Pewien laser o mocy wyjściowej 25mW generuje mod TEM₀₀ z gaussowskim rozkładem intensywności. Oko obserwatora znajduje się w odległości 1.5 m od lasera, a średnica wiązki laserowej jest dla tej odległości równa 5 mm. Wiedząc, że średnica źrenicy oka jest równa 8 mm, wyznacz moc promieniowania transmitowanego przez oko ograniczone źrenicą oraz nominalną odległość zagrożenia wzroku.

Zadanie 4

Dioda laserowa o długości fali 635 nm emituje promieniowanie o mocy 5 mW. Wiązka laserowa o rozbieżności 0,5 mrad przez 3s oświetla oko ludzkie tak, iż rogówka i soczewka oka miarowego ogniskują ją na siatkówce. Wyznacz średnicę tej plamki. Średnica źrenicy oka wynosi 8 mm. Analizując bieg promieni w oku zakładamy, iż nie ma żadnych strat mocy i wykorzystujemy model oka Emsleya z jedną powierzchnią załamującą. Współczynnik załamania wnętrza oka wynosi 1,333. Określ mocy układu optycznego oka, gdy jego odległość ogniskowa obrazowa wynosi 22,2 mm, napromienienie oraz natężenie napromienienia wiązki zogniskowanej na siatkówce. Wyznacz wzmocnienie wiązki. Jak zmieni się wartość napromienienia oraz natężenia napromienienia w przypadku oka niemiarowego, jeśli moc optyczna oka ludzkiego ulegnie zmianie zwiększeniu o 3D. Wyznacz przesunięcie płaszczyzny

ogniskowej obrazowej względem powierzchni siatkówki. Która osoba: o oczach miarowych lub niemiaryowych jest bardziej narażona na uszkodzenie wzorku? Czy będzie w każdym przypadku? Na uszkodzenie których struktur anatomicznych oka ma wpływ wada refrakcji?

Zadanie 5

Laser He-Ne o mocy 3 mW generuje wiązkę o rozbieżności 1,0 mrad oświetla oczy obserwatora, który jest krótkowidzem o wadzie refrakcji 2D. Przyjmując uproszczony model oka – model Emsleya zakładamy, że współczynnik załamania wewnątrz oka wynosi $4/3$, a długość gałki ocznej jest równa 22,2 mm. Wyznacz przesunięcie płaszczyzny ogniskowej obrazowej oka w stosunku do położenia siatkówki. Średnica źrenicy wynosi 6 mm, wyznacz średnicę wiązki laserowej na powierzchni siatkówki, wzmocnienie wiązki napromienienie oraz natężenie napromienienia przy ekspozycji trwającej 0,1 s. Korzystając z załączony tabel, określ ilokrotnie przekroczona jest dopuszczalna wartość napromienienia dla rogówki oka ludzkiego. Określ minimalny czas ekspozycji, który zabezpieczy obserwatora przed uszkodzeniem struktury anatomicznej rogówki. Czy siatkówka będzie zagrożona fotochemicznie jeśli czas ekspozycji będzie wynosił 12s? Ilokrotnie przekroczona zostanie dopuszczalna norma (MDE)?

Zadanie 6

Laser argonowy generuje promieniowanie o długości fali 514 nm i mocy 30W, na które ekspozycja jest przez $9\mu\text{s}$ oko ludzkie o średnicy źrenicy równej 8 mm. Rozbieżność wiązki wynosi 20 mrad. Wyznacz minimalną gęstość optyczną OD okularów ochronnych, które zapewnią bezpieczną pracę z tym laserem oraz zabezpieczą oczy. Jakim rodzajem filtra: amplitudowym czy fazowym są okulary ochronne? Czy na potencjalne uszkodzenie oka może wpływać stan oświetlenia pomieszczenia, w którym się znajdujemy? Jak zmieni się wartość OD dla źrenicy oka ludzkiego o średnicy 3 mm? Korzystając z prawa Lamberta zdefiniuj gęstość optyczną. Dla obu przypadków wyznacz współczynnik absorpcji materiału z jakiego wykonane zostały filtry, jeżeli ich szerokość wynosi 15 mm. W jaki sposób można zwiększyć wartość gęstości optycznej okularów ochronnych? Określ współczynnik transmisji okularów dla rozważanej długości fali.

Literatura

R. Jóźwicki, „Technika laserowa i jej zastosowania”, rozdział 11, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2009.