



Rys. 2

wynosić $2 \sin \alpha + 2 \sin \beta + 2 \sin \gamma$. Zauważmy, że na odcinku $[0, \pi]$ funkcja $f(x) = -\sin x$ jest wypukła, zastosujemy więc nierówność Jensena dla tej funkcji, $n = 3$, wag $t_i = \frac{1}{3}$ i zmiennych α, β, γ . Otrzymamy, po przemnożeniu obu stron przez -1 :

$$\frac{1}{3}(\sin \alpha + \sin \beta + \sin \gamma) \leq \sin \left(\frac{1}{3}(\alpha + \beta + \gamma) \right) = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Patrząc na obrazkowy dowód nierówności Jensena, łatwo zobaczyć, że równość zachodzi tylko dla trójkąta równobocznego.

Pozostawmy już nierówność Jensena i na koniec spróbujmy udowodnić „obrazkowo” następującą nierówność: dla dowolnych $a, b, c > 0$ zachodzi:

$$\sqrt{a^2 - ab + b^2} + \sqrt{b^2 - bc + c^2} \geq \sqrt{a^2 + ac + c^2}.$$

Weźmy na płaszczyźnie punkty X, A, B, C tak, by:

- $|XA| = a, |XB| = b, |XC| = c$;
- $\sphericalangle AXB = \frac{\pi}{3}, \sphericalangle BXC = \frac{\pi}{3}, \sphericalangle AXC = \frac{2\pi}{3}$.

Wówczas, z twierdzenia cosinusów, mamy: $|AB| = \sqrt{a^2 - ab + b^2}$, $|BC| = \sqrt{b^2 - bc + c^2}$ i $|AC| = \sqrt{a^2 + ac + c^2}$, więc nasza nierówność to nierówność trójkąta w trójkącie ABC .

Czarne światło

W typowym doświadczeniu, demonstrującym zjawisko ugięcia światła, na siatkę dyfrakcyjną pada wąska wiązka uformowana przez odpowiednią szczelinę. Szczelina ta stanowi źródło światła oświetlające wiele szczelin siatki. Patrząc z drugiej strony siatki widzimy obrazy tego źródła w postaci układu prążków. Środkowy prążek powstaje dzięki światłu, które nie doznaje ugięcia. Najjaśniejsze z symetrycznych bocznych prążków są efektem ugięcia tj. maksimumami interferencyjnymi pierwszego rzędu.

Na co dzień dyfrakcję można zauważyć, obserwując latarnie świecące za oknem przesłoniętym cienką lecz gęsto tkaną firanką lub prześwitujące przez tkaninę parasola. (Mamy wtedy do czynienia z dwuwymiarową siatką dyfrakcyjną, która daje obrazy latarni ułożone w dwuwymiarową sieć.)

Z oczywistych przyczyn wspomniane obserwacje czyni się, gdy na dworze jest ciemno. Natomiast spoglądając przez firankę w dzień, można zauważyć inne zjawisko związane z dyfrakcją światła. Jeśli na tle jasnego nieba widoczny jest jakiś wydłużony obiekt (np. słup anteny na odległym dachu, przewód elektryczny, cienka gałąź itp.) to widać go wyraźnie jako ciemny kształt, któremu po obu bokach towarzyszą bledsze obrazy ułożone symetrycznie jak prążki dyfrakcyjne. Całość wygląda tak, jakby obserwowany obiekt był źródłem „czarnego światła”, które doznaje ugięcia przy przejściu przez firankę.

Żeby przeanalizować to zjawisko jakościowo, rozważmy siatkę dyfrakcyjną, przez którą oglądamy świecący ekran. (Rozmiary kątowe ekranu muszą być większe niż rozmiary kątowe dostrzegalnego obrazu dyfrakcyjnego.)

Grzegorz DERFEL *

Światło pochodzące z takiego rozciągniętego źródła pada na siatkę z różnych kierunków. Patrząc przez siatkę, widzimy jasne jednolite tło (tak jak widzimy niebo przez firankę). Spośród wszystkich promieni wydzielmy te, które pochodzą z wąskiego paska położonego naprzeciw nas i zbadajmy ich wkład do całego jasnego obrazu. Aby nabrać wyobrażenia o tym wkładzie, rozważmy wiązkę promieni padających na siatkę. Wiązka ta ulega ugięciu takiemu samemu jak światło pochodzące od szczeliny w doświadczeniu Younga, tj. daje obrazy wyróżnionego paska w postaci prążków występujących pod odpowiednimi kątami. Takie prążki pochodzące od wszystkich pasków składają się na jednolity obraz świecącego ekranu.

Jeśli rozciągnięte źródło światła przesłonięte jest nieprzezroczystą przeszkodą o szerokości kątowej takiej, jak omawiany wąski pasek, to promienie z przesłoniętego obszaru nie dochodzą do siatki. W konsekwencji, w obrazie oglądanym przez siatkę brakuje odpowiadających im prążków, co narusza jednolitość tła. W miejscach, w których brakuje prążków natężenie światła o danej barwie jest mniejsze. Oznacza to, że obserwujemy ciemne obrazy przeszkody. Mają one postać ciemnych prążków, zupełnie tak, jakby przeszkoda była źródłem fal widocznych jako „czarne światło”. Jeśli ekran świeci światłem białym, to prążki są tęcze, przy czym układ barw jest odwrotny niż w przypadku zwykłego ugięcia światła białego pochodzącego od szczeliny, tzn. czerwony prążek pojawia się pod kątem ugięcia mniejszym niż prążek niebieski. Można to ująć stwierdzeniem, że widziany przez siatkę ciemny obiekt na jasnym tle jest negatywem obrazu jasnego źródła, co przedstawia umieszczona na okładce para fotografii.

*Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka