

UNIwersytet Szczeciński
Wydział Matematyczno – Fizyczny
Instytut Fizyki

Kierunek studiów podyplomowych: **Fizyka z astronomią – EFS**

Przedmiot: **Szkolny Eksperyment Fizyczny**

Prowadzący: dr Tadeusz Molenda

**Rozpraszanie światła. Dlaczego niebo jest niebieskie?
Dlaczego zachodzące Słońce jest czerwone? Dlaczego
chmury są białe. Dlaczego woda jest niebiesko-
zielona? Efekt Tyndalla .**

Imię i nazwisko słuchacza: **Piotr Olszewski**

Efekt Tyndalla

Efekt Tyndalla to zjawisko fizyczne polegające na rozpraszaniu światła przez koloid z wytworzeniem charakterystycznego stożka świetlnego nazwanego efektem (zjawiskiem) Tyndalla.

Jeżeli przez roztwór koloidalny przepuści się wiązkę światła, to wskutek uginania się promieni na cząstkach fazy rozproszonej, światło staje się widoczne w postaci tzw. stożka Tyndalla. Intensywność tego zjawiska jest tym większa, im większa jest różnica między współczynnikiem załamania fazy rozproszonej i ośrodka dyspersyjnego.

Zjawisko to zostało opisane w 1893 roku przez irlandzkiego XIX-wiecznego badacza Johna Tyndalla. Efekt Tyndalla został wykorzystany w konstrukcji ultramikroskopu, który ma duże zastosowanie w różnorodnych badaniach koloidów, np. liczenie cząsteczek, obserwacja ruchów Browna, pomiar szybkości koagulacji i inne. Kształty geometryczne cząstek fazy rozproszonej o wymiarach odpowiadających rozdrobnieniom koloidalnym można obserwować jedynie w mikroskopie elektronowym.

W przypadku wymiarów cząstek znacznie mniejszych od długości fali promieniowania rozpraszane λ , natężenie światła rozproszonego I_{Θ} pod kątem Θ do kierunku światła padającego I_0 , mierzone w odległości R od rozpraszającej objętości V , wyraża się wzorem:

$$I_{\Theta} = I_0 \cdot (8\pi^4 N V \alpha^2 / \lambda^4 R^2) \cdot (1 + \cos^2 \Theta),$$

gdzie:

N – liczba cząsteczek rozpraszających w jednostce objętości,

α – polaryzowalność cząstek rozpraszających, zależna od współczynników załamania światła dla układu koloidalnego i czystego rozpuszczalnika.

Najsilniej ulega rozproszeniu światło o najkrótszej fali, co stanowi przyczynę błękitnej barwy nieba (rozproszenie światła na cząstkach atmosferycznych) oraz dymu papierosowego.

Rozpraszaniem światła, jest wzajemnie oddziaływanie na siebie światła i materii prowadzące do zjawiska nieuporządkowanej, częściowej zmiany kierunku rozchodzenia się światła, obserwowanego jako świecenie ośrodka rozpraszającego.

Istnieje rozpraszanie światła sprężyste (bez zmiany długości fali światła, Rayleigha rozpraszanie, światło rozproszone i padające są ze sobą spójne) i rozpraszanie światła niesprężyste (ze zmianą długości fali światła i jej fazy, np. zjawisko Ramana, efekt Comptona).

Rozpatruje się wiele szczegółowych przypadków rozpraszania światła, najbardziej typowe z nich to rozproszenie na fluktuacjach gęstości ośrodka (rozproszenie molekularne, powstające w jego wyniku rozproszone światło nie jest ze sobą spójne) i rozproszenie na małych cząstkach (efekt Tyndalla).

W wyniku rozproszenia molekularnego białego światła słonecznego w atmosferze ziemskiej powstaje błękit nieba, gdyż przekrój czynny dla tego rodzaju rozpraszania w powietrzu

znacznie zmniejsza się wraz ze wzrostem długości fali światła (dla światła niebieskiego jest ponad 30 razy większy niż dla czerwonego).

Istnieje ponadto rozpraszanie światła rezonansowe, które zachodzi w przypadku światła o długości fali zbliżonej do długości fali linii absorpcyjnej danego ośrodka - zjawisko nasila się przy zmniejszaniu się różnicy powyższych długości. W swej istocie rozpraszanie rezonansowe jest fluorescencją rezonansową.

Roztworami koloidalnymi, są układy dyspersyjne o odpowiednio małych cząstkach fazy rozproszonej (tzw. cząstkach koloidalnych).

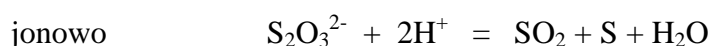
Ze względu na metodę otrzymywania rozróżnia się układy koloidalne: dyspersyjne (rozdrobienie fazy stałej np. w generatorach ultradźwiękowych lub przez peptyzację), asocjacyjne, czyli micelarne (łączenie się cząsteczek w agregaty), cząsteczkowe, czyli makrocząsteczki polimerów (rozpuszczenie związku wysokocząsteczkowego, np. białka, w wodzie).

W układach koloidalnych liofobowych cząstki fazy rozproszonej nie ulegają solwatacji (np. zole metali szlachetnych w wodzie), w układach koloidalnych liofilowych cząstki te są silnie solwatowane przez cząsteczki fazy rozpraszającej (np. zol kauczuku w benzynie).

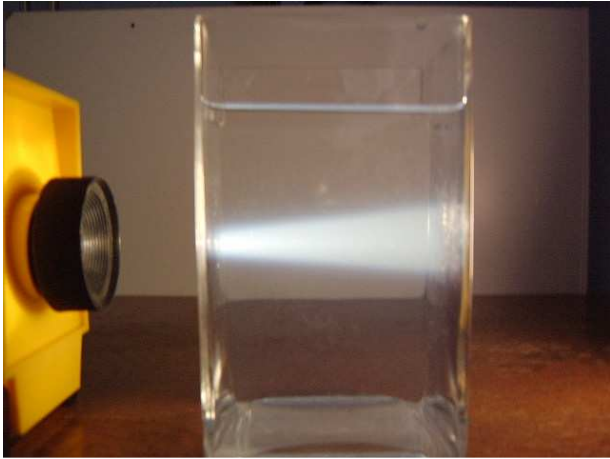
Do swoistych cech układów koloidalnych należą: wysokie wartości współczynników dyfuzji cząstek koloidalnych, podwyższona lepkość, rozpraszanie światła oraz wykonywanie ruchów Browna przez cząstki koloidalne.

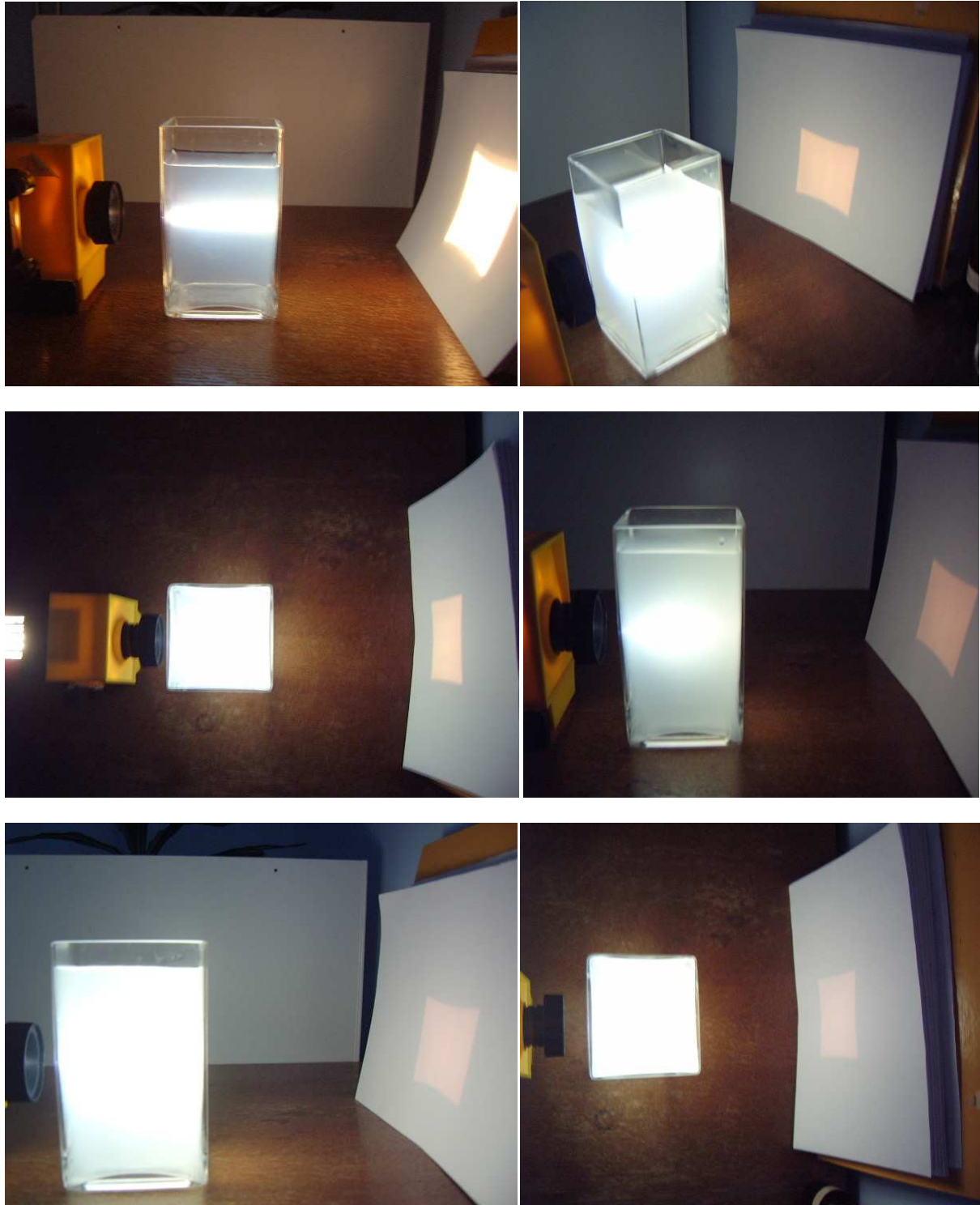
1. Cel doświadczenia:
Obserwacja rozproszenia światła przez koloid
2. Środki dydaktyczne:
źródło światła białego oraz roztwór koloidalny
3. Przebieg doświadczenia:

W naczyniu szklanym sporządzono roztwór wodny tiosiarczynu sodu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Dodano do niego roztworu wodnego kwasu solnego HCl (możliwe jest dodawanie dowolnego kwasu np. octowego). W wyniku zachodzącej jonowej reakcji dysproporcjonowania redoks powstaje siarka o rozdrobnieniu koloidalnym:



Otrzymany roztwór koloidalny siarki oświetlamy wiązką światła białego obserwując rozpraszanie wiązki światła. Widoczne jest niebieszczenie wiązki obserwowanej z góry a także czerwienienie światła przechodzącego przez roztwór.





4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono najsilniejsze rozproszenie światła o najmniejszej długości fali. Zaobserwowano również powstawanie charakterystycznego stożka świetlnego nazwanego efektem (zjawiskiem) Tyndalla.