

Kompletny zestaw eksperymentalny: Całkowite odbicie wewnętrzne i kąt graniczny



Physics

Light & Optics

Reflection & refraction of light



Poziom trudności

średni



Wielkość grupy

2



Czas przygotowania

10 minuty



Czas wykonania

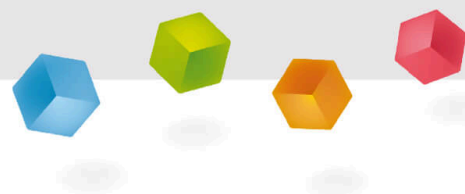
10 minuty

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/608a86411f37310003bb5968>

PHYWE

Informacje dla nauczyciela



Zastosowanie

PHYWE



Refrakcja przy przejściu ze szkła do powietrza

W optyce zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia ma miejsce wtedy, gdy wiązka światła zostaje całkowicie odbita na styku dwóch ośrodków i nie następuje transmisja. Ten rodzaj odbicia występuje tylko pod pewnym kątem, tzw. kątem granicznym.

Całkowite wewnętrzne odbicie można zaobserwować szczególnie dobrze przy przejściu pomiędzy medium przezroczystym, takim jak woda lub szkło, a powietrzem.

Jednym z zastosowań są np. światłowody w postaci kabli światłowodowych. Mogą one przesyłać informacje prawie bezstratnie na odległość do 20.000 metrów.

Inne informacje dla nauczyciela (1/4)

Wymagana wiedza



Uczniowie powinni wcześniej poznać podstawy prostoliniowej propagacji światła oraz zjawisko odbicia światła. Pojęcie normalnej powinno być znane.

Zasada



Światło ulega załamaniu podczas przechodzenia z ośrodka o mniejszej gęstości optycznej do optycznie gęstszego (możliwe jest również przejście odwrotne). Całkowite odbicie występuje, gdy światło z optycznie gęstszego ośrodka trafia na powierzchnię graniczną z ośrodkiem o niższej gęstości optycznej, a kąt padania jest większy od kąta granicznego.

Inne informacje dla nauczyciela (1/4)

PHYWE

Wymagana wiedza



Uczniowie powinni wcześniej poznać podstawy prostoliniowej propagacji światła oraz zjawisko odbicia światła. Pojęcie normalnej powinno być znane.

Zasada



Światło ulega załamaniu podczas przechodzenia z ośrodka o mniejszej gęstości optycznej do optycznie gęstszego (możliwe jest również przejście odwrotne). Całkowite odbicie występuje, gdy światło z optycznie gęstszego ośrodka trafia na powierzchnię graniczną z ośrodkiem o niższej gęstości optycznej, a kąt padania jest większy od kąta granicznego.

Inne informacje dla nauczyciela (2/4)

PHYWE

Cel



Dzięki całkowitemu wewnętrznemu odbiciu uczeń poznaje ważny szczególny przypadek prawa załamania przy przejściu światła z ośrodka optycznie gęstszego do mającego niższą gęstość optyczną, co ma bardzo duże znaczenie dla technologii (światłowodów).

Zadania



W tym eksperymencie uczniowie powinni najpierw zaobserwować dobrze znane zjawisko załamania światła podczas przechodzenia światła ze szkła do powietrza, ale także zwrócić uwagę na obszar wewnątrz ciała modelowego, a tym samym na rosnące zjawisko odbicia światła. W dalszym ciągu eksperymentu obserwują i badają bardziej szczegółowo przypadek, gdy światło trafia w granicę szkło-powietrze pod granicznym kątem całkowitego wewnętrznego odbicia.

Inne informacje dla nauczyciela (3/4)

PHYWE

Wskazówka

Można zwrócić uwagę ucznia na dyspersję światła załamanego obserwowaną przy kątach padania bliskich kątowi granicznemu.

Inne informacje dla nauczyciela (4/4)

PHYWE

Uwagi dotyczące przygotowania i realizacji

Powodzenie eksperymentu, a w szczególności dokładne wyznaczenie kąta granicznego, zależy w decydującym stopniu od starannego ustawienia układu eksperymentalnego (metoda 0°) i precyzyjnego padania światła w kierunku normalnej. Model powinien leżeć na tarczy optycznej szorstką stroną do dołu, tak aby widoczna była droga światła wewnątrz modelu.

Jeśli to konieczne, nauczyciel powinien pomóc w znalezieniu kąta granicznego, ponieważ doświadczenie pokazuje, że uczniowie bardzo szybko pozwalają światłu padać pod kątem większym niż graniczny.

Inną możliwą pomocą jest użycie małego kawałka białego papieru, który jest trzymany prostopadle do tarczy optycznej na drodze załamanej wiązki światła i na którym tworzy się plamka świetlna.

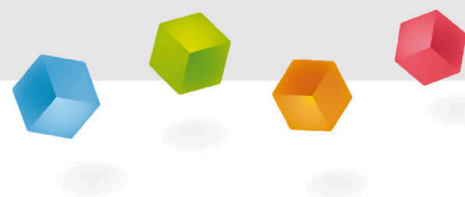
Instrukcje BHP

PHYWE

Do tego eksperymentu mają zastosowanie ogólne wskazówki dotyczące bezpiecznego przeprowadzania eksperymentów na lekcjach przedmiotów przyrodniczych.

PHYWE

Informacje dla uczniów

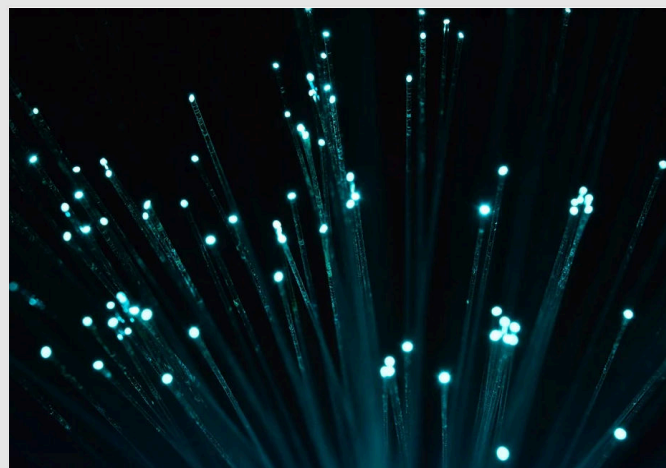


Motywacja

PHYWE

Szczególną formą zjawiska odbicia jest tzw. odbicie całkowite. Występuje ono, gdy światło trafia w powierzchnię graniczną pod pewnym kątem, tzw. kątem granicznym. W tym przypadku prawie całe światło jest odbijane i żadne światło nie przedostaje się przez granicę ośrodków.

Zjawisko to ma miejsce np. w światłowodach lub kablach światłowodowych. Dzięki temu informacje mogą być transportowane na odległość do 20.000 m prawie bezstratnie.



Całkowite odbicie w światłowodach

Materiały

Stanowisko	Materiał	Nr artykułu	Ilość
1	Halogenowe źródło światła 12V/20 W	09801-00	1
2	Model ciała półkulistego, $r = 30$ mm	09810-01	1
3	Tarcza optyczna	09811-00	1
4	PHYWE Zasilacz, zgodny z RiSU 2019, DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Materiały

PHYWE

Stanowisko	Materiał	Nr artykułu	Ilość
1	Halogenowe źródło światła 12V/20 W	09801-00	1
2	Model ciała półkulistego, $r = 30 \text{ mm}$	09810-01	1
3	Tarcza optyczna	09811-00	1
4	PHYWE Zasilacz, zgodny z RiSU 2019, DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1

Przygotowanie

PHYWE

Uwaga!

Upewnij się, że wąska wiązka światła wychodząca ze źródła światła zawsze biegnie dokładnie w kierunku środka tarczy optycznej (do punktu opuszczenia normalnej) i że bryła modelu nie zmienia swojego położenia podczas przesuwania źródła światła.

- Umieść tarczę optyczną przed sobą na stole i umieść półokrągły korpus modelu (chropowatą powierzchnią skierowaną w dół) w obrębie oznaczeń na linii pionowej.



Układ eksperymentalny

Realizacja (1/5)

PHYWE

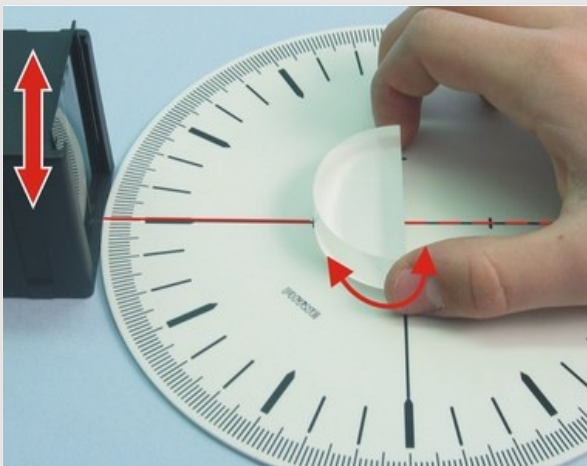
- Umieść źródło światła z przysłoną jednoszczelinową po stronie obiektywu naprzeciw modelu. Półokrągła strona korpusu modelu i źródło światła powinny znajdować się naprzeciwko siebie.
- Podłącz źródło światła do zasilacza (12 V ~).



Uruchomienie zasilacza

Realizacja (2/5)

PHYWE



ustawienie drogi wiązki światła

- Ustaw układ eksperymentalny w taki sposób, aby wąska wiązka światła padająca wzdłuż osi optycznej po przejściu przez szkło kontynuowała drogę wzdłuż osi optycznej.
- Teraz przesunź źródło światła tak, aby światło padało na model pod kątem 35° .
- Zaobserwuj zachowanie się wąskiej wiązki światła po przejściu przez model, gdy dociera ona do powierzchni styku szkła i powietrza. Zanotuj swoje spostrzeżenia.
- Zmierz kąt załamania światła β i również zanotuj wynik pomiaru.

Realizacja (3/5)

PHYWE



Obracanie źródła światła

- Teraz należy przesunąć źródło światła tak, aby promień światła padającego tworzył z normalną kąt 40° .
- Zaobserwuj zachowanie się wąskiej wiązki światła, gdy dociera ona do powierzchni styku szkła i powietrza (w szczególności wewnątrz bryły modelu). Zanotuj swoje spostrzeżenia.
- Zmierz odpowiedni kąt załamania światła β i zanotuj odczyt.

Realizacja (4/5)

PHYWE



Zmiana położenia źródła światła

- Zwiększając kąt padania światła poprzez ostrożne przesuwanie źródła światła, obserwuj przebieg załamanej wiązki światła i obszar wewnątrz bryły modelu. Zanotuj swoje spostrzeżenia.
- Zmierz kąt padania światła α i kąt odbicia dokładnie w momencie, gdy kąt załamania wynosi $\beta = 90^\circ$. Zapisz swoje obserwacje i pomiary.

Realizacja (5/5)

PHYWE

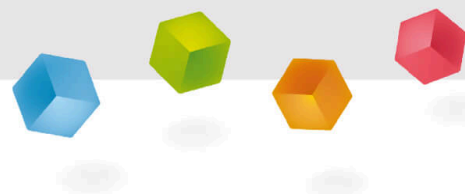


Przenoszenie kasety z oświetleniem

- Teraz należy przesunąć źródło światła tak, aby wiązka światła padającego tworzyła z normalną kąt 50° . Obserwuj i notuj swoje wyniki.
- Również w tym przypadku należy zmierzyć kąt pomiędzy odbitą wiązką światła a normalną i ponownie zanotuj zmierzoną wartość.
- Wyłącz zasilanie.

PHYWE

Protokół



Zadanie 1

PHYWE

Wykorzystując swoje obserwacje i pomiary, opisz, jak zachowują się wąskie wiązki światła, gdy uderzają w powierzchnię styku szkło-powietrze, jeśli kąt padania wynosi $\alpha < 42^\circ$.

Padająca wiązka światła zostaje całkowicie odbita na styku szkła i powietrza i dalej biegnie wewnątrz bryły modelu. Następuje całkowite odbicie.

Padająca wiązka światła jest rozszczepiana na styku szkła i powietrza. Część światła przenika przez granicę ośrodków i ulega załamaniu w kierunku przeciwnym do normalnej. Druga część jest odbijana na granicy i biegnie dalej wewnątrz bryły modelu.

Padająca wiązka światła całkowicie przenika przez granicę szkło-powietrze i ulega załamaniu w kierunku przeciwnym do normalnej.

Zadanie 2

PHYWE

Wykorzystując swoje obserwacje i pomiary, opisz, jak zachowują się wąskie wiązki światła, gdy docierają do powierzchni styku szkło-powietrze, jeśli kąt padania wynosi $\alpha = 42^\circ$.

Padająca wiązka światła jest rozszczepiana na styku szkła i powietrza. Część światła biegnie następnie dokładnie wzdłuż granicy ośrodków (kąt załamania $\beta = 90^\circ$). Druga część jest odbijana na granicy i biegnie dalej wewnątrz bryły modelu.

Padająca wiązka światła całkowicie przenika przez granicę szkło-powietrze i ulega załamaniu w kierunku przeciwnym do normalnej.

Padająca wiązka światła jest rozszczepiana na styku szkła i powietrza. Część światła przenika przez granicę ośrodków i ulega załamaniu w kierunku przeciwnym do normalnej. Druga część jest odbijana na granicy i biegnie dalej wewnątrz bryły modelu.

Zadanie 3

PHYWE

Wykorzystując swoje obserwacje i pomiary, opisz, jak zachowują się wąskie wiązki światła, gdy docierają do granicy ośrodków szkło-powietrze, jeśli kąt padania wynosi $\alpha > 42^\circ$.

Padająca wiązka światła jest rozszczepiana na styku szkła i powietrza. Część światła biegnie dalej dokładnie wzdłuż granicy ośrodków (kąt załamania $\beta = 90^\circ$). Druga część jest odbijana na granicy i biegnie dalej wewnątrz bryły modelu.

Padająca wiązka światła jest rozszczepiana na styku szkła i powietrza. Część światła przenika przez granicę i ulega załamaniu w kierunku przeciwnym do normalnej. Druga część jest odbijana na granicy ośrodków i biegnie dalej wewnątrz bryły modelu.

Padająca wiązka światła zostaje całkowicie odbita na styku szkła i powietrza i dalej biegnie wewnątrz bryły modelu. Nie występuje już refrakcja.

Zadanie 4

PHYWE

Zjawisko, które zaobserwowałeś nazywa się całkowitym wewnętrznym odbiciem. W jakich warunkach występuje? Oceń, czy poniższe stwierdzenie jest prawdziwe czy fałszywe.

Całkowite wewnętrzne odbicie występuje, gdy światło z ośrodka o niższej gęstości optycznej (powietrze) przechodzi do ośrodka o wyższej gęstości (szkło), a kąt padania jest mniejszy niż pewien kąt (kąt graniczny).

☐ Prawidłowo☐ Nieprawidłowy

Zadanie 5

PHYWE

Dlaczego droga asfaltowa wydaje się mokra w oddali w ciepły letni dzień, gdy patrzy się z samochodu na drogę? Wypełnij puste pole.

Powietrze bezpośrednio nad drogą asfaltową jest silnie [] i dlatego zyskuje [] optyczną niż [] warstwa powietrza nad nim. Przy bardzo [] kącie padania światła spełniony jest więc warunek []. Światło słoneczne odbija się od [] i dociera do oka obserwatora, który w ten sposób odnosi wrażenie, że w oddali ma przed sobą odbijającą się powierzchnię wody.

ogrzone

pochyłym

warstwy granicznej

niższą gęstość

chłodniejsza

całkowitego odbicia

☒ Sprawdź

Zadanie 6

PHYWE

Jakie są zastosowania całkowitego wewnętrznego odbicia?

☐ Fatamorgana☐ Światłowód☐ Reflektory☐ Kabel światłowodowy☐ Lornetka z pryzmatem☒ Sprawdź

Zadanie dodatkowe

PHYWE

Korzystając z prawa załamania i odwracalności drogi światła, spróbuj podać przyczynę występowania całkowitego wewnętrznego odbicia. Wypełnij puste pola.

Jeśli światło pada na powietrze-szkło,
 nie może być większy niż 90° . Podobnie, jeśli droga
światła biegnie w przeciwnym kierunku, nie może być
większy niż 90° . Kąt graniczny, od którego następuje całkowite odbicie światła, to
taki, przy którym załamana wiązka światła dotyka powierzchni styku szkła z
powietrzem.

☒ Sprawdź