Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 2

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo

Odbicie i załamanie, całkowite wewnętrzne odbicie i światłowód, fale poprzeczne i podłużne, polaryzacja, widmo światła białego, rozpraszanie; zjawiska optyczne w przyrodzie (fakultatywnie). Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, utrwalenie, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.

Fizyka | klasa 2 LO i technikum | Dział 2 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	4 zad. · 8 pkt
2	**Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 14 pkt
3	**Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – utrwalenie** Zadania łączące wiadomości z całego działu	Ćwiczenia	ZP	6 zad. · 13 pkt
4	**Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZP	3 zad. · 10 pkt
5	**Kartkówka: światło – grupa A**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 6 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: światło – grupa B**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 6 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – grupa A**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – grupa B**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie, karta 4 – fizyka w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, w stylu zasad oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZP IX.5** opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia;
- **ZP IX.6** rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; opisuje światło jako falę elektromagnetyczną; opisuje polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali;
- **ZP IX.7** opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal o różnych częstotliwościach;
- **ZP IX.8** opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie;
- **ZP IX.9** doświadczalnie: a) obserwuje wygaszanie światła po przejściu przez dwa polaryzatory, których osie polaryzacji są prostopadłe, b) demonstruje rozpraszanie światła w ośrodku.

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PP): IX.5, IX.6, IX.7, IX.8, IX.9. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZP

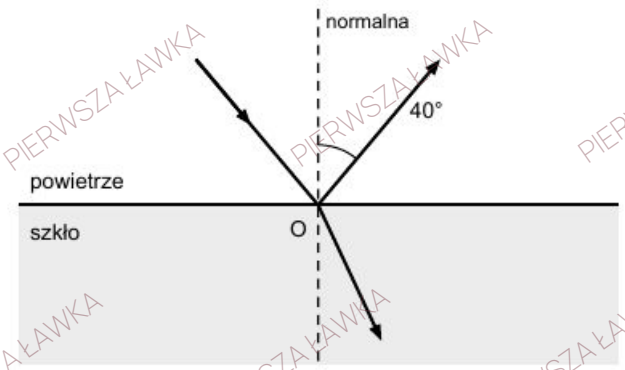
KARTA 1/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 8 pkt

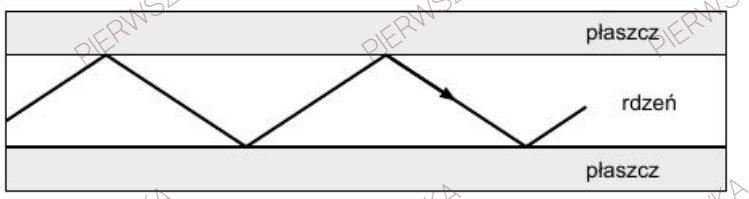
Najważniejsze wiadomości · 8 pkt

Przypomnij sobie

- **Światło jest falą elektromagnetyczną** – drgają pole elektryczne i magnetyczne, prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali (fala **poprzeczna**). Może rozchodzić się w próżni z prędkością $c \approx 3{,}00 \cdot 10^8$ m/s. Dźwięk w powietrzu to fala **podłużna** (cząsteczki drgają wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali).
- Na granicy dwóch ośrodków, w których światło ma różne prędkości, zachodzą **jednocześnie odbicie i załamanie**: część światła wraca (kąt odbicia = kąt padania, mierzone od normalnej), a część przechodzi do drugiego ośrodka i zmienia kierunek. W szybie sklepowej widzimy więc swoje odbicie i jednocześnie wnętrze sklepu.
- **Załamanie:** przy przejściu do ośrodka, w którym światło biegnie wolniej (z powietrza do wody lub szkła), promień zbliża się do normalnej; przy przejściu do ośrodka, w którym biegnie szybciej – oddala się od normalnej. W ośrodkach światło biegnie wolniej niż w próżni: w wodzie ok. $2{,}25 \cdot 10^8$ m/s, w szkle ok. $2{,}0 \cdot 10^8$ m/s, w diamencie ok. $1{,}24 \cdot 10^8$ m/s.



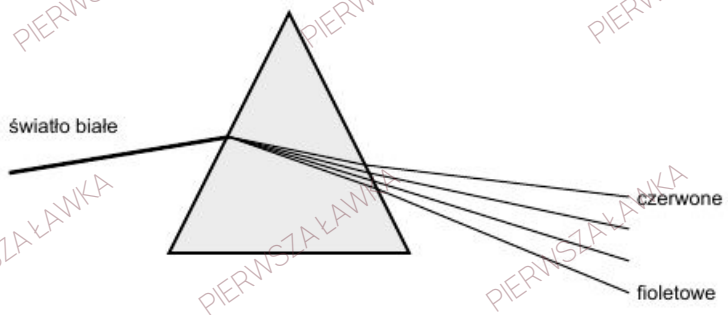
- **Całkowite wewnętrzne odbicie** zachodzi, gdy światło biegnie z ośrodka, w którym jest wolniejsze, do ośrodka, w którym jest szybsze (np. ze szkła do powietrza), a kąt padania jest dostatecznie duży (większy od kąta granicznego) – wtedy całe światło się odbija. **Światłowód:** szklany rdzeń otoczony płaszczem, w którym światło biegnie szybciej; promień odbija się całkowicie na granicy rdzeń–płaszcz i biegnie wzdłuż włókna nawet przez dziesiątki kilometrów (internet, telefonia, endoskopy).



Bieg promienia w rdzeniu (rysunek poglądowy, nie w skali)

- **Polaryzacja:** w świetle żarówki lub Słońca pole elektryczne drga we wszystkich kierunkach prostopadłych do promienia. Polaryzator przepuszcza drgania tylko w jednym kierunku (wzdłuż swojej osi) – światło **spolaryzowane**. Dwa polaryzatory o osiach prostopadłych **wygaszają** światło. Polaryzacja jest możliwa tylko dla fal poprzecznych – dlatego dowodzi, że światło jest falą poprzeczną (dźwięku w powietrzu nie można spolaryzować).

- **Widmo światła białego:** światło białe to mieszanina fal o różnych częstotliwościach (barwach): od czerwonej (najmniejsza częstotliwość, długość fali ok. 700 nm) do fioletowej (największa częstotliwość, ok. 380 nm); $f = \frac{c}{\lambda}$. Pryzmat rozszczepia światło białe, bo prędkość światła w szkle zależy od częstotliwości – światło fioletowe jest w szkle najwolniejsze i załamuje się najsilniej.



- **Rozpraszanie światła** w ośrodku z drobnymi cząstkami (dym, mgła, woda z kroplą mleka): cząstki kierują część światła w różne strony, dlatego smugę wiązki widać z boku. W czystej wodzie lub czystym powietrzu wiązka lasera z boku jest prawie niewidoczna.

Dla zainteresowanych (wymaganie IX.8 – fakultatywne, realizuje się z decyzji nauczyciela; nie ma go na maturze). Zjawiska optyczne w przyrodzie: tęcza (rozszczepienie światła w kroplach deszczu), błękit nieba i czerwone zachody Słońca (rozpraszanie światła w powietrzu – światło niebieskie rozprasza się silniej), miraże (załamanie w warstwach powietrza o różnej temperaturze).

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **W diamencie światło biegnie z prędkością $1{,}24\cdot10^8$ m/s. Oblicz, ile razy ta prędkość jest mniejsza od prędkości światła w próżni. Przyjmij, że prędkość światła w próżni jest równa $3{,}00\cdot10^8$ m/s. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$\frac{c}{v} = 3{,}00\cdot10^8$ m/s : $1{,}24\cdot10^8$ m/s ≈ 2,419 ≈ **2,4** – w diamencie światło jest ponad dwa razy wolniejsze.

Przykład 2. **W rdzeniu światłowodu światło biegnie z prędkością $2{,}04\cdot10^8$ m/s. Oblicz, w jakim czasie światło przebiega 100 km wzdłuż włókna. Przyjmij, że światło biegnie wzdłuż osi włókna. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$t = \frac{L}{v} = 1{,}00\cdot10^5$ m : $2{,}04\cdot10^8$ m/s ≈ **$4{,}9\cdot10^{-4}$ s** (około pół milisekundy).

Przykład 3. **Oblicz częstotliwość światła czerwonego (λ = 700 nm) i fioletowego (λ = 380 nm). Które ma większą częstotliwość?**

$f = \frac{c}{\lambda}$: czerwone $3{,}00\cdot10^8$ m/s : $7{,}00\cdot10^{-7}$ m ≈ **$4{,}3\cdot10^{14}$ Hz**; fioletowe $3{,}00\cdot10^8 : 3{,}80\cdot10^{-7}$ ≈ **$7{,}9\cdot10^{14}$ Hz**.
Większą częstotliwość ma światło fioletowe (krótsza fala).

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Kąt odbicia jest równy kątowi _____ .
2. Przy przejściu światła z powietrza do wody promień załamany _____ normalnej.
3. Światło białe jest mieszaniną fal o różnych _____ .

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Światło może rozchodzić się w próżni.	P	F
2. Światło jest falą podłużną.	P	F
3. W wodzie światło biegnie wolniej niż w powietrzu.	P	F

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Falą poprzeczną jest

A. ultradźwięk w wodzie.

B. fala na linie poruszanej w górę i w dół.

C. dźwięk w powietrzu.

D. dźwięk w stalowym pręcie uderzanym wzdłuż osi.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Polaryzator przepuszcza światło, w którym pole elektryczne drga

A. tylko w próżni.

B. tylko wzdłuż kierunku biegu promienia.

C. we wszystkich kierunkach.

D. tylko w jednym kierunku – wzdłuż osi polaryzatora.

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/8

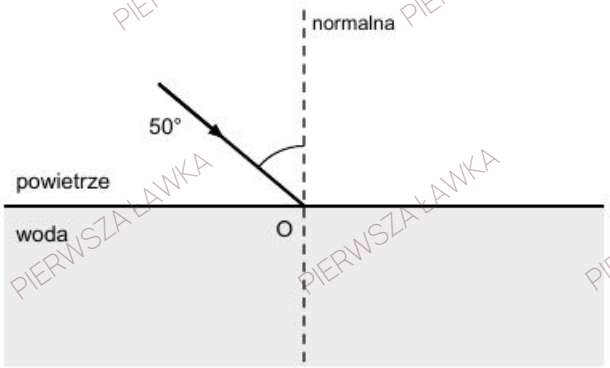
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 14 pkt

Ćwiczenia · 14 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Promień światła pada na powierzchnię wody pod kątem 50° (od normalnej). Narysuj promień odbity. Podaj kąt odbicia oraz kąt między promieniem odbitym a powierzchnią wody.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Promień przechodzi ukośnie ze szkła do powietrza. Promień załamany

A. zawsze znika.

B. zbliża się do normalnej.

C. oddala się od normalnej.

D. biegnie bez zmiany kierunku.

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdemu urządzeniu lub obserwacji (1–4) zjawisko (a–d).

1. Światłowód w sieci internetowej.
2. Dwa filtry polaryzacyjne o prostopadłych osiach – światło przez nie nie przechodzi.
3. Kolorowy pas światła za pryzmatem.
4. Widoczna z boku smuga lasera w zadymionej sali.

a) rozszczepienie światła białego

b) rozpraszanie światła

c) całkowite wewnętrzne odbicie

d) polaryzacja światła

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

W lodzie światło biegnie z prędkością $2{,}29 \cdot 10^8$ m/s. Oblicz, ile razy ta prędkość jest mniejsza od prędkości światła w próżni. Przyjmij, że prędkość światła w próżni jest równa $3{,}00 \cdot 10^8$ m/s. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Za jednym polaryzatorem światło żarówki jest spolaryzowane.	**P**	**F**
2. Dwa polaryzatory ustawione osiami równolegle całkowicie wygaszają światło.	**P**	**F**
3. Polaryzacja światła świadczy o tym, że światło jest falą poprzeczną.	**P**	**F**

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Światło białe przechodzi przez szklany pryzmat. Najsilniej załamuje się światło

A. czerwone. B. żółte. C. zielone. D. fioletowe.

Zadanie 7. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Tęcza powstaje dzięki

A. rozszczepieniu światła słonecznego w kroplach deszczu.

B. odbiciu światła od powierzchni jezior.

C. efektowi Dopplera.

D. polaryzacji światła w chmurach.

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – utrwalenie

Zadania łączące wiadomości z całego działu

ZP

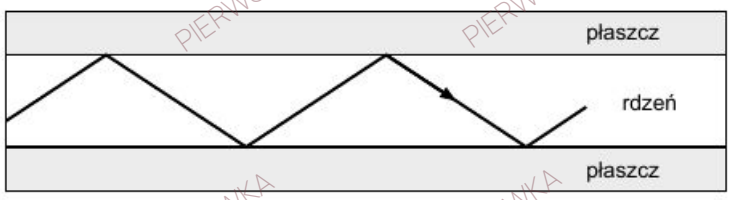
KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 13 pkt

Ćwiczenia · 13 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Na rysunku przedstawiono bieg promienia w światłowodzie. W szklanym rdzeniu światło biegnie z prędkością $2{,}04 \cdot 10^8$ m/s; w płaszczu światło biegnie nieco szybciej niż w rdzeniu.



Bieg promienia w rdzeniu (rysunek poglądowy, nie w skali)

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Promień nie wychodzi z rdzenia do płaszcza, ponieważ

A. płaszcz pochłania całe światło padające na granicę.

B. światło w rdzeniu jest spolaryzowane.

C. światło odbija się tam całkowicie.

D. w płaszczu światło biegnie wolniej niż w rdzeniu.

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz czas, w jakim światło przebiega 2,0 km wzdłuż osi włókna. Wynik podaj w mikrosekundach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Światłowód działa także wtedy, gdy jest wygięty łagodnym łukiem.	P	F
2. Gdyby w płaszczu światło biegło wolniej niż w rdzeniu, całkowite wewnętrzne odbicie na granicy rdzeń–płaszcz byłoby niemożliwe.	P	F

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wieczorem w szybie oświetlonego sklepu widzisz jednocześnie swoje odbicie i towary w środku. Wyjaśnij, jakie dwa zjawiska zachodzą na powierzchni szyby.

Miejsce na odpowiedź

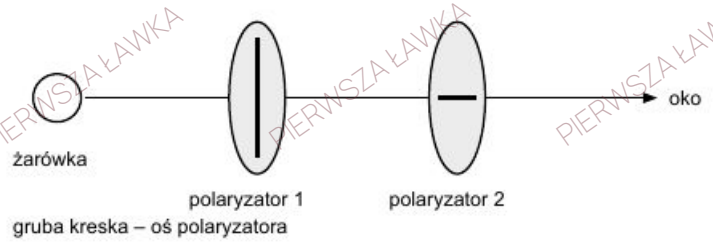
Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Światło zielone ma w próżni długość fali 530 nm. Oblicz jego częstotliwość. Przyjmij, że prędkość światła w próżni jest równa $3{,}00 \cdot 10^8$ m/s. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.



1. Gdy oś drugiego polaryzatora jest równoległa do osi pierwszego, przez oba polaryzatory przechodzi światło.	P	F
2. Gdy oś drugiego polaryzatora obrócimy o 90° względem osi pierwszego, światło zostanie wygaszone.	P	F
3. Po obróceniu pierwszego polaryzatora o 90° (drugi bez zmian, osie były prostopadłe) światło nadal będzie wygaszone.	P	F

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Długą sprężynę leżącą na stole popychamy i ciągniemy wzdłuż jej osi. Powstaje fala

A. podłużna, której nie można spolaryzować.

B. elektromagnetyczna.

C. poprzeczna, której nie można spolaryzować.

D. poprzeczna, którą można spolaryzować.

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZP

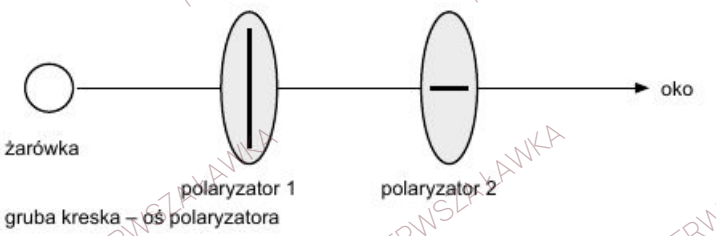
KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 10 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 10 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt)

Uczniowie oświetlili żarówką dwa polaryzatory ustawione jeden za drugim (rysunek). Pierwszy był nieruchomy, a drugi obracali i oceniali jasność światła za nim. Wyniki: 0° – jasno; 90° – prawie ciemno; 180° – jasno (kąt między osiami polaryzatorów).



Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Światło zostało prawie wygaszone, gdy kąt między osiami polaryzatorów był równy

A. 0°.

B. 90°.

C. 180°.

D. przy każdym kącie jednakowo jasno.

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego wynik tego doświadczenia świadczy o tym, że światło jest falą poprzeczną.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

W wersji doświadczenia ze wskaźnikiem laserowym zamiast żarówki podaj dwie zasady bezpieczeństwa.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Masz przezroczyste akwarium z czystą wodą, wskaźnik laserowy małej mocy, mleko i zakraplacz. Zaplanuj pokaz rozpraszania światła w ośrodku. Opisz kolejne kroki i przewidywane obserwacje.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–4 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Szkło, które prowadzi światło

W 1966 roku Charles Kao obliczył, co trzeba zrobić, aby światło mogło biec w szklanym włóknie na duże odległości. Włókna z lat 60. XX wieku przenosiły sygnał świetlny zaledwie na około 20 metrów – światło pochłaniały zanieczyszczenia szkła. Kao wykazał, że włókno z bardzo czystego szkła poprowadziłoby sygnał na około 100 kilometrów.

Pierwsze włókno z tak czystego szkła wytworzono w 1970 roku. Dziś światłowody przenoszą większość danych internetu, a Kao otrzymał za swoje odkrycie Nagrodę Nobla z fizyki w 2009 roku.

Opracowano na podstawie: komunikat prasowy Królewskiej Szwedzkiej Akademii Nauk o Nagrodzie Nobla z fizyki 2009 (https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2009/press-release/; https://www.kva.se/en/news/nobelpriset-i-fysik-2009-2/).

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Nazwij zjawisko, dzięki któremu światło nie wydostaje się z rdzenia światłowodu na boki.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz, ile razy dalej mógł przenieść sygnał świetlny światłowód z najczystszego szkła niż włókna z lat 60. XX wieku. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Przyjmij, że światło biegnie w rdzeniu wzdłuż osi włókna z prędkością $2{,}0 \cdot 10^8$ m/s. Oblicz, w jakim czasie sygnał pokonuje odległość 100 km. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 2 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 11 z 34 stron. Pełna wersja: 34 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 2: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 14 pkt
- Karta 3: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – utrwalenie – 6 zadań, 13 pkt
- Karta 4: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 5: Kartkówka: światło – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 6: Kartkówka: światło – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Światło – odbicie, załamanie, polaryzacja i widmo – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ć

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-2-dzial-02-swiatlo-odbicie-zalamanie-polaryzacja