



Wzorcowe materiały dydaktyczne w zakresie:

FIZYKA

POZIOM – SZKOŁA PONADPODSTAWOWA

Krystyna Kosek

I. Ruch prostoliniowy jednostajny

Łatwo jest dziś podać definicję ruchu – zmiana położenia punktu materialnego względem dowolnie wybranego układu odniesienia.

Tymczasem początki rozważań o nim sięgają czasów Arystotelesa (384–322 p.n.e.), greckiego filozofa, uczonego i nauczyciela. Wnioski, na podstawie obserwacji astronomicznych o ruchu Ziemi wokół Słońca, Kopernik opublikował w *De Revolutionibus* w 1543 r. Galileusz (1564–1642) był prekursorem wykonywania doświadczeń: zrzucił ciała o różnej masie ze szczytu krzywej wieży w Pizie lub badał ruch kul na równi pochyłej (1).

Ruch ciała można rozpatrywać tylko względem innych ciał, z którymi wiążemy układ odniesienia. Tę cechę ruchu nazywamy względnością. Nie ma ani ruchu absolutnego, ani spoczynku absolutnego.

Obserwator na Ziemi przyjmuje najczęściej układ odniesienia związany z przedmiotami znajdującymi się na powierzchni Ziemi, np. ruch wagonu kolejowego opisujemy względem torów lub stacji. Ale nie jest to jedyny układ odniesienia. Zgodnie ze współczesnym pojęciem ruchu można by przyjąć układ odniesienia związany z wagonem. Wtedy w pełni poprawnie brzmi stwierdzenie, że to wagon jest w spoczynku, a cała kula ziemiska, tory i stacja poruszają się.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Ruch prostoliniowy jednostajny lub przykładowy opis ruchów zmiennych

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje ruch względem różnych układów odniesienia.
2. Rozróżnia pojęcia położenie, tor i droga.
3. Opisuje ruchy postępowe, posługując się wielkościami wektorowymi: przemieszczeniem, prędkością i przyspieszeniem wraz z ich jednostkami.
4. Opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmiennie, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i przyspieszenia oraz drogi od czasu.
5. Sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.

6. Wyznacza położenie, wartość prędkości, wartość przyspieszenia i drogę w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci tabel i wykresów.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i powyższych treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Ruch i spoczynek są względne. Klasyfikacja ruchu ze względu na tor i prędkość. Droga jako długość toru, jeśli jest on prostoliniowy, to droga będzie obliczona na podstawie znajomości kolejnych położenia ciała. Zbadać, czy w ruchu jednostajnym prostoliniowym ciało pokonuje w jednakowych odstępach czasu jednakowe odcinki drogi.

Jakie działania na wektorach będą nam potrzebne w kinematyce?

Mnożenie przez liczbę, dodawanie i odejmowanie wektorów.

Jak określić położenie ciał? Jakie są przejawy względności ruchu?

Co to jest ruch?

Jak określać położenie ciał?

Jakie są przejawy względności ruchu? (Np. ruch biedronki dla trzech obserwatorów – cd. w przykładowych działaniach ucznia)

Jak można opisać ruch? Tabela, wykresy, równanie ruchu. Jak korzystać z wykresów ruchu? Na czym polega ruch jednostajnie zmienny?

Czy uzyskawszy odpowiedzi na powyższe pytania, mamy wiedzę, aby mówić o ruchu w polu grawitacyjnym?

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych.
2. Wykonywać podstawowe działania na wektorach.
3. Obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych.
4. Rozwiązywać zadania dotyczące działań na wektorach.
5. Posługiwać się pojęciami: droga, położenie, przemieszczenie, szybkość średnia i chwilowa, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe.
6. Objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym.
7. Zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.
8. Uzasadnić fakt, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili.
9. Wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej.
10. Skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym.
11. Wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.
12. Przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych.
13. Zapisać równanie wektorowe w postaci równania skalarnego dla ruchu wzdłuż obranej osi x .
14. Obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym.
15. Sporządzać wykresy i odczytywać z wykresów wartości poznanych wielkości fizycznych.
16. Wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych.
17. Sporządzać i interpretować wykresy zależności od czasu: współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych.
18. Obliczać drogę i szybkość chwilową w ruchach jednostajnie zmiennych.
19. Porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchach jednostajnie zmiennych po linii prostej.
20. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisać wyniki w tabeli i sformułować wniosek z doświadczenia.
21. Rozwiązywać proste zadania dotyczące obliczania wielkości fizycznych opisujących ruchy jednostajne i zmienne.
22. Wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej w różnych układach odniesienia.
23. Sporządzać wykresy tych zależności.
24. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych na podstawie wyników doświadczenia.
25. Rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnych i zmiennych.
26. Podać związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami w układach inercjalnych.
27. Podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, posługiwać się tymi związkami.
28. Rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w tych samych kierunkach.
29. Wyprowadzić związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami ciała w układach inercjalnych.
30. Przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności.
31. Przedstawić odkrycia Galileusza i wyjaśnić, dlaczego nazwano go „ojcem fizyki doświadczalnej”.
32. Rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w dowolnych kierunkach.

Wymagania doświadczalne:

1. Wyznacza prędkość z pomiaru czasu i drogi z użyciem przyrządów analogowych lub cyfrowych bądź oprogramowania do pomiarów na obrazach wideo.

Przykładowe działania uczniów:

- Badanie ruchu jednostajnego prostoliniowego
 - za pomocą rurki szklanej wypełnionej olejem z pęcherzykiem powietrza,
 - za pomocą zestawu: kroplomierz, drewniana szpulka od nici, kroplomierz wykonany z igły le-karskiej i plastikowej butelki po szamponie,
 - z wykorzystaniem toru powietrznego,
 - ćwiczenia: obliczenia szybkości średniej z róż-nych okoliczności przemieszczania się w życiu codziennym uczniów i ich rodzin,
 - obserwacja szybkości chwilowej w czasie jazdy na rowerze lub samochodem z rodzicami.
- Badanie ruchu jednostajnie przyspieszonego, prostoliniowego
 - wyznaczenie przyspieszenia za pomocą dostęp-nych przyrządów: równia pochyła, stoper, foto-komórka, cyfrowy czytnik czasu,
 - badanie zależności, że droga przebyta przez ciało, które w chwili początkowej spoczywało, w ruchu jednostajnie przyspieszonym jest wprost propor-cjonalna do kwadratu czasu trwania ruchu,
 - wykazanie, że nakrętki umieszczone na sznurku o długości 2 m w odległości 10, 30, 50, 70 cm od siebie, czyli w odległościach, które mają się do siebie jak kolejne liczby nieparzyste, będą spadać w jednakowych odstępach czasu (np. na metalową tackę).
- Eksperymenty
 - spadek swobodny – eksperymenty I, II, III, IV (np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainte-resowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 68–69).
- Miniwykład: Ruch jednostajnie przyspieszony – powszechniejszy w życiu codziennym, ze szcze-gólnym przypadkiem spadania swobodnego. Od czego zależy czas spadania swobodnego? Pytanie przywołuje doświadczenie Galileusza, astronau-tów statku Apollo 15 – dostępne na YouTube oraz eksperyment z pracowni fizycznej Politechniki Wrocławskiej.

II. Zasady dynamiki w życiu codziennym – eksperymenty

Na postęp nauki pracują pokolenia. Należy pamię-tać, że upłynęło dwa tysiące lat, zanim ludzie zrozumie-li, jakie prawa rządzą ruchem ciał. W 1687 zostaje wyda-ne dzieło Newtona: Podstawy matematyczne filozofii naturalnej, wieńczące mozolne dążenie do prawdy.

W liście do angielskiego przyrodnika Roberta Hooke’a (w lutym 1676) Isaac Newton napisał: „Jeśli widzę dalej, to tylko dlatego, że stoję na ramionach olbrzymów” (1).

Dynamika – dział mechaniki, badający i opisujący ruch ciał materialnych pod wpływem działania sił. Mechanika klasyczna – dział fizyki opisujący ruch ciał makroskopowych poruszających się z prędkościami małymi w porównaniu z prędkością światła. (2)

Siła – jest miarą działania, jakiego doznaje cząstka lub ciało od innych cząstek lub ciał. (2)

Natura zjawiska tarcia towarzyszącego nam w co-dziennych działaniach.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.

- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie progra-mowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczy-ciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzy-stując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnane przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

- Wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działają-nych w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.
- Stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

3. Rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); omawia rolę tarcia na wybranych przykładach.
4. Wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu.
5. Posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły.
6. Wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał.
7. Opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie statyczne, tarcie kinetyczne); rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego oraz tarcia statycznego; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach.
8. Rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych; posługuje się pojęciem siły bezwładności.
9. Opisuje ruch ciał na równi pochyłej.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Siła jest miarą oddziaływania między ciałami.

Rodzaje i skutki oddziaływań. Siła równoważąca się, siła wypadkowa.

Bezwładność to zjawisko i cecha. Bezwładność to dążenie do zachowania poprzedniego stanu. Miarą bezwładności ciała jest masa. Układ inercjalny i nieinercjalny. Siła bezwładności – wyjątkowa siła, której nie towarzyszy siła reakcji. Siła odśrodkowa bezwładności.

Pęd jako podstawowa wielkość dynamiczna – można go zmienić tylko pod wpływem sił zewnętrznych; jego znaczenie polega na tym, że istnieje zasada zachowania pędu. Zasady dynamiki. Ogólna postać drugiej zasady dynamiki. Tarcie. Ruch ciała na równi pochyłej.

Wobec tego, że ciało może być zawieszane na sznurku (siła naciągu) lub położone na powierzchni (siła nacisku), zgodnie z III zasadą dynamiki w odpowiedzi pojawiają się siły reakcji sznurka i podłoża – jakie mają cechy?

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.
2. Znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało.
3. Wypowiedzieć i poprzeć przykładami treść zasad dynamiki.

4. Przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych.
5. Stosować zasady dynamiki do opisu ruchu ciał.
6. Wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu.
7. W przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych.
8. Rozwiązywać zadania i problemy o podwyższonym stopniu trudności.
9. Zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu wraz z jednostką.
10. Interpretować drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu ciała a popędem siły.
11. Wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postacią drugiej zasady dynamiki.
12. Opisać pojęcie układu ciał i środka masy układu.
13. Obliczyć współrzędne położenia środka masy układu dwóch ciał.
14. Zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał.
15. Rozwiązywać proste zadania,
16. Sformułować zasadę zachowania pędu.
17. Stosować zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał.
18. Uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła.
19. Podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić.
20. Przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał.
21. Rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.
22. Rozróżnić sytuacje, w których występuje tarcie statyczne lub kinetyczne.
23. Zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego.
24. Omówić rolę tarcia na wybranych przykładach.
25. Sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał.
26. Opisać ruch ciała z tarcie po równi pochyłej.
27. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia.
28. Zapisywać wyniki pomiarów w tabeli, wykonywać obliczenia i sformułować wniosek z doświadczenia.

29. Rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, oraz zadania o podwyższonym stopniu trudności.
30. Podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania.
31. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik.
32. Wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością.
33. Podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze.
34. Podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej.
35. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia.
36. Zapisywać wyniki pomiarów w tabeli i wykonywać obliczenia.
37. Sformułować wnioski z doświadczenia.
38. Analizować przykłady występowania ruchu po okręgu w przyrodzie i życiu codziennym.
39. Rozwiązywać zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu.
40. Rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna.
41. Podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania.
42. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik.
43. Wyjaśnić różnicę między układami inercjalnymi i nieinercjalnymi.
44. Zademonstrować działanie siły bezwładności.
45. Wyjaśnić, w jakim przypadku do opisu ruchu ciała wprowadzamy siłę bezwładności.
46. Podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić.
47. Na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności podczas stosowania zasad dynamiki w układach nieinercjalnych.
48. Rozwiązywać problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym.

Wymagania doświadczałne:

1. Ilustruje: I zasadę dynamiki, II zasadę dynamiki, III zasadę dynamiki.
2. Wyznacza wartość siły za pomocą siłomierza albo wagi analogowej lub cyfrowej.
3. Demonstruje działanie siły bezwładności, m.in. na przykładzie pojazdów gwałtownie hamujących.

4. Bada zderzenia ciał oraz wyznacza masę lub prędkość jednego z nich, korzystając z zasady zachowania pędu.
5. Wyznacza wartość współczynnika tarcia na podstawie analizy ruchu ciała na równi.

Przykładowe działania uczniów

Eksperymenty

1. Pomiar siły nacisku na podłoże poziome i nachylnie pod kątem, czyli równia pochyła – za pomocą wagi cyfrowej lub siłomierza (np. jak w podręczniku *Fizyka 1 zakres podstawowy*, wyd. WSiP, str. 101).
2. Siła sprężystości jako reakcja na ściskanie i rozciąganie (np. podręcznik *Świat fizyki dla gimnazjum cz. 2*, str. 35).
3. Bezwładność ciał – eksperyment I, II, IV, V (np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 58–63).
4. Masa jako miara bezwładności ciała – eksperyment III (np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 59, 60).
5. Stan nieważkości – eksperyment V, VI, VII (np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 70–71).
6. Tarcie – eksperymenty: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX (np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 75–82).
7. Sprawdzenie słuszności III zasady dynamiki (podręcznik *Świat fizyki dla gimnazjum cz. 2*, str. 91).
8. Miniwykład: poduszki powietrzne w motoryzacji a bezwładność ciał, bezwładność ciał w środkach lokomocji a nasze bezpieczeństwo – gdzie położyć bagaż?
9. Plakat – podstawowe rodzaje oddziaływań w przyrodzie: grawitacyjne, elektromagnetyczne, silne i słabe, ich zasięg, własności i przykłady występowania.
10. Zadanie doświadczałne:
 - Nr 14. Sprawdzenie słuszności drugiej zasady dynamiki (str. 138–141)
 - Nr 17. Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego za pomocą klocków (str. 48–52)
 - Nr 18. Szacowanie współczynnika tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej (str. 53–54)
 Na podstawie: *Zadania doświadczałne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013.

III. Energia w eksperymentach

Próby zrozumienia istoty energii, czyli tego, co wprawia w ruch cały wszechświat, fascynowały ludzi już od stuleci.

Termin energia pochodzi od greckiego słowa *energeia*, co tłumaczy się jako „rzeczywista siła” albo „zdolność do zrobienia czegoś”. Są to określenia bardzo trafne. Potrzebujemy bowiem energii, aby wykonać jakąś pracę, coś poruszyć, przesunąć lub zaświecić.

Energia to wielkość fizyczna, którą ciało zawiera lub gromadzi.

Energia nie może zniknąć ani znikąd się pojawić.

4. Wykorzystuje zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał.
5. Rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste.
6. Opisuje opory ruchu (opory ośrodka, tarcie statyczne, tarcie kinetyczne); rozróżnia współczynniki tarcia kinetycznego oraz tarcia statycznego; omawia rolę tarcia na wybranych przykładach.
7. Posługuje się pojęciem sprawności urządzeń mechanicznych.
8. Opisuje ruch ciał na równi pochyłej.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

1. Posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń.
2. Stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał;
3. Posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Praca jako przekaz energii. Przyrost energii układu równy jest wykonanej nad układem pracy. Moc jako szybkość wykonania pracy. Energia potencjalna ciężkości, energia potencjalna sprężystości. Zasada zachowania energii – jest spełniona pod pewnymi warunkami – kiedy w układzie działają siły zachowawcze, np. grawitacji, sprężystości, elektryczna (siły niezachowawcze to siła tarcia kinetycznego i oporu ośrodka). Zderzenia (nie jest to podział wyczerpujący) można podzielić na: doskonale sprężyste i doskonale niesprężyste. W pierwszych spełniona jest zasada zachowania energii mechanicznej, ciała nie ogrzewają się w wyniku zderzenia. W drugim typie dwa odrębne przed zderzeniem ciała tworzą po zderzeniu jedną całość (sklejają się). W tych zderzeniach nie jest zachowana zasada energii mechanicznej. W obu typach zderzeń pęd jest zachowany.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności.
2. Korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem przy rozwiązywaniu zadań.
3. Zapisać i objaśnić wzory na pracę stałej siły, moc średnią i chwilową.
4. Podać jednostki pracy i mocy oraz ich pochodne,
5. Przekształcać wzory i wykonywać obliczenia; obliczać pracę siły zmiennej z wykresu $F(x)$ i pracę wykonaną przez urządzenie o zmiennej mocy z wykresu $P(t)$.

6. Rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.
7. Wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał.
8. Podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone przez ich zmiany.
9. Obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi.
10. Obliczać energię kinetyczną ciała.
11. Wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona.
12. Podać przykłady sytuacji, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona.
13. Obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich.
14. Przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej.
15. Rozwiązywać zadania wymagające zastosowania zasady zachowania energii mechanicznej.
16. Rozwiązywać zadania wymagające wykorzystania związku zmian energii z wykonaną pracą.
17. Zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych.
18. Zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych.
19. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia.
20. Wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia.
21. Sformułować wnioski z doświadczenia.
22. Przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej.
23. Podać cele i opisać sposób wykonania doświadczenia.
24. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik.
25. Objaśnić definicję sprawności urządzenia i podać przykłady.
26. Stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań.
27. Przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności urządzenia i układu urządzeń.
28. Rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.

Wymagania doświadczalne:

1. Bada zderzenia ciał oraz wyznacza masę lub prędkość jednego z ciał, korzystając z zasady zachowania pędu.

Przykładowe działania uczniów:

Doświadczenie: obserwacja wykonania pracy przez kulki o różnej masie spadające z różnej wysokości na warstwę plasteliny (Fizyka i astronomia dla gimnazjum, moduł 2, Nowa Era Warszawa 2006, str. 78)

Eksperyment 1: Porównanie pracy potrzebnej na wzniesienie piłki bezpośrednio w górę z pracą potrzebną na wtoczenie jej po równi i po schodach

Eksperyment 2: Wspinaczka po schodach – dane pozwolą obliczyć przyrost energii potencjalnej, wykonaną pracę i moc każdego ucznia

Eksperyment 4: Zderzenie kul (kołyska Newtona) – Zderzenia kulek są prawie doskonale sprężyste, czyli zachowana jest przy nich energia kinetyczna zderzających się ciał. Z zasady zachowania energii i zasady zachowania pędu wynika – przy założeniu, że masy obu ciał są takie same, a pierwsze ciało się poruszało, natomiast drugie było nieruchome – że po zderzeniu pierwsze ciało się zatrzymuje, a drugie porusza z taką prędkością, jaką miało pierwsze ciało. W ten sposób pęd przekazywany jest w całości następnej kulce, która przekazuje go kolejnej. Dopiero ostatnia kulka, nie mogąc przekazać pędu dalej, sama zaczyna się poruszać. Jeśli odchylone zostały dwie (trzy lub więcej) kulki, ich pęd zostaje przekazany w całości ostatnim dwóm (trzem lub więcej) kulkom. Przenoszenie pędu odbywa się bardzo szybko, niezauważalnie dla obserwatora. Dla stalowych kulek prędkość przekazu pędu równa jest prędkości podłużnej fali mechanicznej w stali, czyli około 6 km/h.

Eksperyment 5: Zderzenia monet.

Eksperyment 6: Stalowa kulka i klocek.

Eksperyment 7: Skutki wykonania pracy nad ciałem (cegła na dykcie, granica wytrzymałości materiału).

Uwaga: Eksperymenty 1, 2, 4, 5, 6, 7 np. z *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu.* str. 218), Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012

Doświadczenia 31, 32, 33 – Energia kinetyczna w doświadczeniach uczniowskich.

Doświadczenia 34, 35, 36 – Energia potencjalna w doświadczeniach uczniowskich.

Doświadczenie 37, 38, 39 – Zasada zachowania energii mechanicznej.

Uwaga: Eksperymenty: 31–39 np. z *Przez zabawę do nauki. Obserwacje i doświadczenia,* Hans Juergen Press, Wydawnictwo Marba Crown Ltd, Warszawa 1997.

Zadanie rachunkowe: w najwyższym budynku w Polsce (Sky Tower we Wrocławiu, wysokość 206 m) odbywa się corocznie Sky Tower Run, czyli bieg z poziomu ulicy na taras widokowy na 49. piętrze. Rekord wynosi 4 min 52 sek (dane z 2018 r.). Zawodnicy mają

do pokonania 11 042 stopnie schodów, a łączna wysokość ich to 200 m. Załóżmy, że rekordzista ważył 70 kg. Oblicz:

- I. pracę, którą musiał wykonać w trakcie biegu;
- II. wzrost jego energii potencjalnej grawitacji w trakcie biegu;
- III. jego średnią moc.
(w: *podręcznik Fizyka 1. Zakres podstawowy*, wyd. WSiP, Warszawa 2019, str. 120)

Miniwykład, plakaty:

Słońce – pierwotne źródło energii
OZE

Dla dobra przyszłych pokoleń – oszczędzanie opłaca się wszystkim (na podstawie (200))

Konkurs:

Udział w edukacyjnym projekcie szkolnym „Postaw na Słońce” Fundacji Banku Ochrony Środowiska.

Wypracowanie: Co jeszcze kryje się pod słowem „energia”? – Ciemna energia – czym jest? Czy istnieje?

IV. Zjawiska cieplne jako wstęp do termodynamiki. Przemiany gazowe – eksperymenty

Temperatura i ciepło

Większość zjawisk cieplnych można wytłumaczyć na podstawie cząsteczkowej budowy materii. Każde ciało (niezależnie od stanu swego skupienia) jest zbudowane z atomów, które łącząc się ze sobą, tworzą cząsteczki. Spoiwem wiążącym ze sobą cząsteczki, są siły międzycząsteczkowe pochodzenia elektromagnetycznego, które oddziałują na niewielkich odległościach rzędu wymiaru cząsteczki. Siły międzycząsteczkowe są przyczyną występowania w materii specjalnego rodzaju energii potencjalnej zwanej energią wiązania. Jest ona równa pracy niezbędnej dla rozsunęcia cząsteczek znajdujących się początkowo w położeniu równowagi. Wartość energii wiązania jest przede wszystkim zależna do stanu skupienia materii. W każdym stanie skupienia materii, czy to stałym, ciekłym czy gazowym – atomy i cząsteczki nieustannie się poruszają.

Większość ciał stałych ma budowę krystaliczną i poszczególne cząstki są w nich rozmieszczone w geometrycznych układach, tworząc regularną sieć przestrzenną oraz nieustannie drgają wokół ustalonych położenia równowagi. Średnia energia kinetyczna cząsteczek tworzących ciało jest tym wyższa, im wyższa jest temperatura bezwzględna ciała. Suma energii kinetycznej ruchu cieplnego cząsteczek i energii potencjalnej ich wiązania jest miarą energii wewnętrznej ciała.

W połowie XIX wieku, dzięki pracom wielu uczonych: J.P. Joule’a, R.E. Clausiusa. J.C. Maxwella, L. Boltzmana, a także M. Smoluchowskiego teoria kinetyczno-molekularna budowy materii ugruntowała się w nauce. Miało to wielki wpływ na rozwój fizyki, chemii i biologii. Teoria ta tłumaczy wiele zjawisk, jakie każdy z nas obserwuje w życiu codziennym.

Termodynamika – nauka o ciepłe i jego przemianach w energię mechaniczną. U jej podstawy leży zasada zachowania energii oraz założenie, że ciepło przepływa od ciał cieplejszych do chłodniejszych, ale nigdy w przeciwną stronę. Druga zasada termodynamiki wprowadza w porządek świata czas płynący w jedną stronę – od przeszłości ku przyszłości.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej; liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy.
2. Rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy.
3. Posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.
4. Opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej.
5. Wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.
6. Opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych.
7. Posługuje się pojęciem wartości energetycznej paliw i żywności.
8. Wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi.
9. Stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Cząsteczkowa budowa materii. Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki a równowaga termiczna dwóch ciał. Elementy teorii kinetyczno-molekularnej. Cechy gazu doskonałego. Składniki energii wewnętrznej. Pierwsza zasada termodynamiki. Zmiana energii wewnętrznej przez wykonanie pracy. Ciepło jako część energii wewnętrznej, którą ciało o temperaturze wyższej przekazuje ciału o temperaturze niższej. Temperatura ciała, jako wielkość makroskopowa – parametr określający stan ciała. Średnia energia kinetyczna, jako wielkość mikroskopowa, charakteryzująca cząsteczki ciała. Podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej gazu, czyli od czego zależy ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym. Parametry opisujące stan gazu: p , V , T . Równanie Clapeyrona. Równanie stanu gazu doskonałego. Szczegółne przemiany gazu doskonałego. Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody. Zasada ekwipartycji energii. Zastosowanie pierwszej zasady termodynamiki do

przemian gazowych. Ciepło właściwe i ciepło molowe gazów.

Rozszerzalność termiczna ciał: współczynnik rozszerzalności objętościowej i liniowej. Z reguły przewodniki elektryczne dobrze przewodzą ciepło. Szybkość ogrzewania ciała i jego oziębianie zależy od różnicy temperatur oraz rodzaju substancji przewodzącej ciepło. Sposoby przekazywania ciepła: cieplny przepływ energii, konwekcja, promieniowanie. Wysoka wartość ciepła właściwego wody. Wymienniki ciepła. Przemiany energii w zjawiskach topnienia i parowania.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Wykonać dowolne doświadczenie uzasadniające hipotezę o cząsteczkowej budowie ciał.
2. Opisać zjawisko dyfuzji.
3. Opisać różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów.
4. Przedstawić podstawowe założenia teorii kinetyczno-molekularnej budowy materii.
5. Objaśnić związek temperatury w skali Celsjusza i Kelvina.
6. Zamienić temperaturę wyrażoną w stopniach Celsjusza na kelwiny i odwrotnie.
7. Zapisać i objaśnić związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek.
8. Zbadać doświadczalnie proces wyrównywania temperatury ciał.
9. Wypowiedzieć i objaśnić zerową zasadę termodynamiki.
10. Stosować bilans cieplny do opisu procesu wyrównywania temperatury ciał.
11. Wyjaśnić pojęcie „gazu doskonały”.
12. Zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego.
13. Zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona.
14. Wymienić i opisać przemiany gazowe.
15. Sformułować prawa dla przemian gazowych.
16. Zapisać i objaśnić wzór wyrażający ciśnienie gazu doskonałego w zamkniętym naczyniu.
17. Skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona do obliczania parametrów gazu w przemianach: izotermicznej, izobarycznej, izochorycznej.
18. Sporządzać i interpretować wykresy, np. $p(V)$, $p(T)$, $V(T)$ dla wszystkich przemian.
19. Omówić przemianę adiabatyczną.
20. Zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło.
21. Sformułować pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.
22. Wyjaśnić, co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu.

23. Wyjaśniać zjawiska i rozwiązywać zadania, stosując pierwszą zasadę termodynamiki.
24. Zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych.
25. Obliczać pracę na podstawie wykresu $p(V)$ w prostych przypadkach.
26. Obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę gazu przy zmianie jego objętości.
27. Objaśnić stwierdzenie, że praca jest funkcją procesu.
28. Posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego.
29. Wyprowadzić związek między c_p i c_v .
30. Rozwiązywać zadania wymagające przeprowadzenia bilansu cieplnego.
31. Opisać przemianę adiabatyczną.
32. Zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemiany adiabatycznej.
33. Sporządzać i interpretować wykresy $p(V)$ dla przemiany adiabatycznej.
34. Wyjaśniać różnice między adiabatą i izotermą.

Wymagania doświadczalne:

1. Demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych,
2. Bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym,
3. Demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej.

Przykładowe działania uczniów:

Eksperyment 13 – Zmiana temperatury gumki recepturki przy rozciąganiu.

Eksperyment 14_2 – Konwekcja – obracająca się karteczka.

Eksperyment 14_1 – Konwekcja – spirala z papieru.

Eksperyment 14_3 przedstawiony przez nauczyciela – Konwekcja w wodzie – projekcja cieniowa (film).

Uwaga: np. *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 227–229, Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012.

Miniwykład:

- Występowanie i zastosowanie rozszerzalności cieplnej materiałów (ciał stałych) – przerwa dylatacyjna w szynie kolejowej i konstrukcji mostu – bezpieczeństwo ludzi i pojazdów.
- Strojenie instrumentów podczas koncertów (metalowe struny – światło reflektorów)
- Gdzie ma zastosowanie bimetal?
- Skutki anomalnej rozszerzalności wody.
- Rodzaje termometrów: cieczowe, gazowe.

Plakat: Bryza morska i bryza lądowa

Eksperyment 28 – wyznaczenie ciepła właściwego metalu na podstawie bilansu cieplnego.

Eksperyment 31 – Sprawdzanie słuszności prawa Boyle’a-Mariotte’a (przemiana izotermiczna).

Eksperyment 32 – Sprawdzanie słuszności prawa Charlesa (przemiana izochoryczna).

Uwaga: Eksperymenty 28, 31, 32 np. wg *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*. Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013 (E28 – str. 83–84, E31, 32 – str. 91–98).

Lub dalej:

Eksperymenty 1 – Proste maszyny cieplne: wiatrak cieplny, spirala, balon.

Eksperymenty 2 – Domowe laboratorium termodynamiczne: miernik ciśnienia – manometr rurkowy, przemiana izotermiczna i adiabatyczna.

Uwaga: Eksperymenty 1, 2 np. wg *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 16–22, Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.

Miniwykład: Słońce a druga zasada termodynamiki

Plakat: Schemat efektu cieplarnianego

Plakat: Zjawiska i urządzenia z przedrostkiem „termo” (termometr, termowizja, termopara itp.)

V. Siła wyporu. Prawo Archimedesesa

Dlaczego jedne ciała pływają, a inne toną?

Unoszenie się – blok z plasteliny tonie, natomiast ta sama ilość plasteliny w kształcie miski pływa po powierzchni wody.

Pływające góry lodowe.

Lot balonem.

Prawo Bernoulliego rządzi lotem samolotu i przepływem krwi przez ciało.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnane przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.
2. Stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.
3. Rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne; omawia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych; posługuje się pojęciem siły bezwładności.
4. Posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej

wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń.

5. Posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego i stosuje je do obliczeń; analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych.
6. Stosuje do obliczeń prawo Archimedesesa i objaśnia warunki pływania ciał.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Gęstość substancji. Objętość ciała. Objętość zanurzonej części. Ciśnienie hydrostatyczne. Siła parcia. Wzór i treść prawa Archimedesesa. Warunek pływania ciał. Stosowanie prawa Archimedesesa do ciał zanurzonych w gazie. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa.
2. Podać przykłady zastosowania prawa Archimedesesa.
3. Na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy.
4. Opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa.
5. Rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu.
6. Rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa.
7. Wyznaczyć gęstość ciała różnymi metodami.
8. Skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki.

Wymagania doświadczalne:

brak

Przykładowe działania uczniów:

1. Demonstruje prawo Archimedesesa i na tej podstawie analizuje pływanie ciał; wyznacza gęstość cieczy lub ciał stałych.
2. Demonstruje powstanie siły nośnej

Miniwykład – zastosowanie odkrycia Daniela Ber-

nooulliego w 1738 r. – prawo Bernoulliego rządzące lotem samolotu i przepływem krwi przez ciało

Miniwykład: Sterowce

Eksperymenty:

Doświadczenie 2, str. 9–10: Wyznaczenie gęstości ciał stałych z zastosowaniem prawa Archimedesesa – na podstawie np. *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013

Doświadczenie 3, str. 11–12: Wyznaczenie gęstości cieczy z zastosowaniem prawa Archimedesesa – na podstawie np. *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013

Doświadczenie 4, str. 13–14: Wyznaczenie gęstości cieczy przy użyciu rurki w kształcie litery U – na podstawie np. *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013.

Hydrostatyka – doświadczenie 23 – nurek Kartezjusza.

Hydrostatyka – doświadczenie 24 – pływające jajka.

Uwaga: Doświadczenia 23, 24 np. z: *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 82–83 Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–929472–0–2.

Eksperyment II – od czego zależy siła wyporu?

Eksperyment III – badamy, jaką wartość ma siła, którą ciecz działa na zanurzone w niej ciało.

Eksperymenty – wykorzystanie ciśnienia hydrostatycznego i siły wyporu: eksperyment I – statek przemytników, eksperyment II – nurek Kartezjusza, eksperyment III – tańczące winogrono, eksperyment IV – „zaczarowana” piłeczka, eksperyment V – „zakochane” statki.

Uwaga: Doświadczenia: I, II, III, IV, V np. z: *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 178–191, Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.

Doświadczenia z płynami: 108 jajka w wodzie, 109 miniaturowa łódź podwodna, 110 nurkujące kuleczki, 112 ciśnienie od spodu, 113 gry wodne, 23 nauczajko nurkować – na podstawie: *Przez zabawę do nauki. Obserwacje i doświadczenia*, Hans Juergen Press, Wydawnictwo Marba Crown Ltd, Warszawa 1997.

Nieobliczeniowe zadanie z fizyki: 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 str. 16–17, z wykorzystaniem:

Nieobliczeniowe zadanie z fizyki dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych (z rozwiązaniami), Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2008.

VI. Elektrostatyka

Mianem elektryczności określa się krąg zjawisk, które w różnej formie są podstawą niemal wszystkiego, co się dzieje wokół nas: od błyskawic na niebie, poprzez iskielki powstające podczas pocierania o dywan, aż do sił utrzymujących atomy w postaci cząsteczek. Z elektrycznością mamy do czynienia w różnych przyrządach i urządzeniach, od lamp po komputery. W obecnym wieku techniki znajomość podstaw elektryczności jest niezbędna. Dzięki niej stworzono taki standard życia, który był niemożliwy do osiągnięcia w przeszłości.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.

- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

VII. Sposoby elektryzowania ciał. Siły wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych. Zasada zachowania ładunku. Pole elektrostatyczne

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Posługuje się zasadą zachowania ładunku;
2. Oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków stosując prawo Coulomba.
3. Posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; interpretuje zagęszczenie linii pola jako miarę natężenia pola; rozróżnia pole centralne i pole jednorodne.
4. Analizuje natężenie pola wytwarzanego przez układ ładunków punktowych i oblicza jego wartość.
5. Opisuje pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków.
6. Opisuje pole na zewnątrz sferycznie symetrycznego układu ładunków.

Aktualizacja wiedzy:

Elektryzowanie ciała polega na „wytwarzaniu” w ciałach nadmiaru ładunku elektrycznego jednego znaku. Ciała możemy naelektryzować poprzez: pocieranie, dotyk, indukcję (wpływ). Przez pocieranie możemy naelektryzować izolatory (np. rury z PCV, szkło, ebonit). W czasie pocierania część elektronów przechodzi z jednego ciała na drugie. Ciała te zostają naelektryzowane ładunkami przeciwnych znaków. Dotykając ciała obojętnego ciałem naelektryzowanym, powodujemy przejście elektronów z jednego ciała na drugie – ciało obojętne zostaje naelektryzowane ładunkiem tego samego znaku.

Elektryzowanie przez indukcję ma miejsce w przewodnikach. Po umieszczeniu przewodnika w pobliżu ciała naelektryzowanego następuje przesunięcie elektronów w przewodniku. W skutek tego na jednym końcu przewodnika gromadzi się ładunek dodatni, a na drugim końcu – ładunek ujemny.

Podczas elektryzowania mamy do czynienia z przepływem ładunku z jednego ciała do drugiego (lub z jednej części ciała na drugą), a nie z jego wytwarzaniem. Ładunek elektryczny nie może powstać ani zniknąć. Jest to zgodne z zasadą zachowania ładunku.

Szereg tryboelektryczny

Ładunki jednoimienne odpychają się, a ładunki różnoimienne się przyciągają. Wartość

siły wzajemnego oddziaływania dwóch ładunków punktowych lub równomiernie naładowanych kulek podaje prawo Coulomba. Porównanie sił grawitacyjnych i elektrostatycznych.

Zasada zachowania ładunku. Przewodniki i izolatory. Wiatr elektronowy. Elektrofor. Zjawisko polaryzacji – przewodniki i dielektryk w zewnętrznym polu elektrycznym. Pole elektryczne. Ekranowanie elektryczne (klatka Faradaya).

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych.
2. Zapisać i objaśnić prawo Coulomba.
3. Wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku.
4. Opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał z zastosowaniem zasady zachowania ładunku.
5. Objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka.
6. Rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.
7. Wypowiedzieć poprawnie definicję natężenia pola i zdefiniować jego jednostkę.
8. Interpretować zagęszczenie linii pola jako miarę natężenia pola.
9. Zademonstrować kształt linii jednorodnego i centralnego pola elektrycznego.
10. Rozróżnić pole centralne i jednorodne.
11. Odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?.
12. Zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku.
13. Opisać jakościowo rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.
14. Wyjaśnić, jak działa klatka Faradaya.
15. Opisać pole dla sferycznie symetrycznego rozkładu ładunków.
16. Sporządzić wykres $E(r)$.
17. Korzystać z zasady superpozycji pól.
18. Obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku.
19. Obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym.
20. Wyprowadzić i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego.

21. Opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku.
22. Analizować ruch cząstek naładowanych w polu elektrostatycznym.

Wymagania doświadczalne:

1. Ilustruje pole elektryczne oraz układ linii pola wokół przewodnika.
2. Demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora (np. lampa błyskowa, przeskok iskry).

Przykładowe działania uczniów:

1. Eksperyment kierowany bezpośrednio przez nauczyciela – uczniowie wykonują różnorodne czynności, a nauczyciel słownie kieruje przebiegiem ich czynności, naprowadza, motywuje, kontroluje i koryguje błędy w działaniu uczniów, np. *przeskok iskry w maszynie elektrostatycznej, demonstracja pola jednorodnego i centralnego*.
 2. Eksperyment samodzielny – uczniowie po odpowiednim ukierunkowaniu i naprowadzeniu na właściwy tok myślenia i działania samodzielnie eksperymentują, np. uczeń: *demonstruje elektryzowanie ciał przez tarcie i dotyk oraz wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych*.
 3. Eksperymenty fizyczne: sposoby elektryzowania ciał, zasada zachowania ładunku, oddziaływanie ładunków jedno- i różnoimiennych: 1, 2, 3.
 4. Eksperymenty fizyczne: budujemy prosty elektroskop: 4.1, 4.2.
 5. Eksperymenty fizyczne: przewodniki i izolatory: Przewodnik czy izolator? – doświadczenie 5, Czy ciecz przewodzi prąd? – doświadczenie 6.
- Uwaga:** Eksperymenty w punktach: 2, 4, 5 np. z *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 90–94,

Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.

6. Zadania doświadczalne nr 38, 39, 40 – Obserwacja kształtu linii pola elektrostatycznego (I), (II), (III) – np. z wykorzystaniem *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013.
7. Plakat – rysunek – graficzny obraz dipola i polaryzacji w izolatorze – gumowym baloniku.
8. Wykonanie elektroskopu z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku: słoik, miedziany drut, plastelina, pasek folii aluminiowej.
9. Wypracowanie – Jego pasją była fizyka: Beniamin Franklin – pogromca piorunów.
10. Wykonanie pomocy naukowej: 10-centymetrowy pasek o szerokości 1 cm, przewieszony przez ołówek, jako detektor oddziaływań elektrostatycznych.
11. Badanie: przewodnik czy izolator – za pomocą prostego obwodu elektrycznego składającego się z baterii, żarówki, przewodów łączących i ... przewodnika lub izolatora.
12. Wiatr elektronowy – jako wynik niejednakowej gęstości powierzchniowej naładowanego przewodnika.
13. Miniwykłady:
 - Elektrofor – urządzenie Aleksandra Volty (1774) – budowa, zastosowanie.
 - Doświadczenie Roberta Millikana (1911) – wyznaczenie najmniejszej porcji elektryczności, czyli ładunku elementarnego... I co dalej wobec rozważań teoretycznych z 1964 r. o kwarkach (Murray Gell-Mann i George Zweig).
 - Nieobliczeniowe zadanie: od 133 do 180 (str. 73–94) – *Nieobliczeniowe zadanie z fizyki dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych (z rozwiązaniem)*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków, 2008.

VIII. Prąd elektryczny w metalach

Dzięki subtelnym drganiom elektronów w przewodach energia może być swobodnie przenoszona z jednego miejsca do wielu innych miejsc.

Przepływ elektryczności ma miejsce w zamkniętych pętlach, zwanych obwodami. Ruch prądu i energii przez obwody może być opisany w taki sam sposób jak przepływ wody przez rury. Wówczas odpowiednikiem prądu jest szybkość przepływu, napięcia – ciśnienie, oporu – średnica rury lub przeszkody się w niej znajdujące.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych

z wykorzystaniem odpowiednich metod.

- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.

Prąd elektryczny w metalach. Podstawowe prawa

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

1. Opisuje przewodnictwo w metalach, elektrolitach i gazach; wyjaśnia procesy jonizacji w gazach, wskazuje rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola.
2. Posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego oraz mocy wraz z ich jednostkami.
3. Analizuje zależność oporu od wymiarów przewodnika, posługuje się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką.
4. Opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.
5. Stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma).
6. Analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem Ohma).
7. Posługuje się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródeł.

8. Stosuje do obliczeń związek mocy wydzielonej na oporniku (ciepła Joule'a-Lenza) z natężeniem prądu i oporem oraz napięciem i oporem.
9. Wykorzystuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych do obliczeń.
10. Opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.
11. Analizuje dodawanie i odejmowanie napięć w obwodzie z uwzględnieniem źródeł i odbiorników energii (II prawo Kirchhoffa).
12. Posługuje się pojęciem oporu zastępczego; oblicza opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe.

Aktualizacja wiedzy:

Prąd elektryczny w przewodniku to przepływ elektronów spowodowany różnicą potencjałów. Prąd w każdym punkcie obwodu jest sumą ładunków przepływających przez wyciężony w ciągu sekundy. Gdy prąd przepływa przez element obwodu, który posiada opór elektryczny, energia elektryczna zamienia się w ciepło. W życiu codziennym korzystamy z róż-

nych skutków przepływu prądu: wykonanie pracy mechanicznej, wysyłanie światła, reakcje chemiczne, oddziaływanie magnetyczne. Napięcie jako warunek konieczny, aby w obwodzie płynął prąd. Równolegle włączony do obwodu woltomierz mierzy spadek napięcia na danym odbiorniku prądu. Źródła prądu. Szeregowo włączony do obwodu amperomierz. Prawo Ohma. Charakterystyka prądowo-napięciowa jako graficzne przedstawienie zależności wprost proporcjonalnej między napięciem a natężeniem prądu dla danego elementu obwodu. Szeregowo i równoległe łączenie odbiorników energii elektrycznej. Praca i moc prądu, ciepło Joule'a-Lenza. I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku. II prawo Kirchhoffa – czyli spadki napięć i SEM w obwodzie.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,
2. Podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,
3. Zademonstrować pierwsze prawo Kirchhoffa,
4. Zinterpretować pierwsze prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,
5. Posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką,
6. Opisać przewodnictwo w metalach, elektrolitach i gazach,
7. Objąć mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,
8. Podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach,
9. Obliczyć opór przewodnika na podstawie jego oporu właściwego i wymiarów,
10. Posługiwać się jednostką oporu i oporu właściwego,
11. Opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika,
12. Narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równoległe,
13. Obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,
14. Posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu,
15. Opisać sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego,
16. Zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu,
17. Podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo i równoległe,
18. Wyprowadzić wzory na opory zastępcze,
19. Obliczać opór zastępczy dla połączeń mieszanych odbiorników,
20. Rozwiązywać zadania z wykorzystaniem danych znamionowych oraz wzorów na pracę i moc prądu oraz ciepło Joule'a,
21. Wyjaśnić funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego w domowej sieci elektrycznej,
22. Wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego,
23. Połączyć szeregowo kilka ogniw i zbadać napięcie układu ogniw,
24. Narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającemu i niepodlegającemu prawu Ohma,
25. Wypowiedzieć i objaśnić drugie prawo Kirchhoffa,
26. Zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu,
27. Odpowiedzieć na pytanie: Co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej?
28. Wyznaczyć doświadczalnie charakterystykę prądowo-napięciową żarówki,
29. Stosować do rozwiązywania zadań drugie prawo Kirchhoffa,
30. Podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,
31. Omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,
32. Omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury,
33. Wyjaśnić, w jakim celu domieszkuje się półprzewodniki,
34. Omówić zjawiska występujące na złączu n-p,
35. Omówić działanie diody i jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła,
36. Opisać tranzystor jako trójelektrodowy, półprzewodnikowy element wzmacniający sygnały elektryczne.

Wymagania doświadczalne:

1. Demonstruje I prawo Kirchhoffa.
2. Bada dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo.
3. Bada charakterystykę prądowo-napięciową żarówki.

Przykładowe działania uczniów:

1. Wykonuje doświadczenie: wyznaczanie oporu elektrycznego opornika i zbadanie zależności natężenia prądu od napięcia między końcami przewodnika.
2. Wykonuje doświadczenie: badanie połączeń szeregowych i równoległych odbiorników.
3. Wykonuje doświadczenie: wyznaczenie ciepła właściwego wody za pomocą czajnika elektrycznego.

4. Zadania doświadczalne:
 - Nr 10. Wyznaczenie oporu opornika i żarówki, str. 26–28,
 - Nr 11. Wyznaczenie mocy opornika i żarówki, str. 29–30,
 - Nr 41. Wyznaczenie charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, diody, str. 117–119,
 - Nr 46 i 47. Sprawdzenie słuszności I i II prawa Kirchhoffa, str. 132–135
 Na podstawie: *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013.
5. Nieobliczeniowe zadania z prądu elektrycznego: nr od 181 do 215, str. 95–101.
Na podstawie: *Nieobliczeniowe zadanie z fizyki dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych (z rozwiązaniami)*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2008.
6. Plakaty o tematyce:
 - Prądu nie da się zmagazynować
 - Prąd może być groźny
 - Jak pracuje elektrownia szczytowo-pompowa, gdzie w Polsce takie elektrownie się znajdują?
 - Prąd elektryczny w motoryzacji: samochód elektryczny – kiedyś ciekawostka, obecnie codzienność
 - Co mierzy kWh? (praca prądu mierzona w kWh)
7. Pokaz doświadczenia: zbudować ogniwo – owocowe źródło prądu.
8. Prezentacja o OZE.
9. Miniwykład z historii rozwoju wiedzy o zjawiskach elektrycznych: od żaby do radia.

IX. Fale elektromagnetyczne

Fale elektromagnetyczne – rozprzestrzeniające się pole elektryczne i magnetyczne, które wzajemnie się odtwarzają. Prędkość fali elektromagnetycznej zależy od ośrodka, w który się one rozchodzą, i jest największa w próżni $c=300\,000\text{ km/s}$. Jest to największa szybkość w przyrodzie.

Elektryczny obwód drgający zawiera kondensator i zwojnicę. Wytwarza fale elektromagnetyczne. Na podstawie doświadczeń z otwartym obwodem drgań i dostrojonym do niego obwodem rezonansowym Hertz wykrył następujące właściwości fal elektromagnetycznych: 1) nie przechodzą przez przewodniki, lecz zostają od nich odbite; przechodzą przez dielektryki, ulegając w nich załamaniu, 2) fale padające i odbite interferują ze sobą, wytwarzając fale stojące, 3) w próżni rozchodzą się prostoliniowo z szybkością c – równą prędkości światła.

Fale elektromagnetyczne znalazły szerokie zastosowanie w radiotelegrafii, radiofonii, telewizji i radarze, elektromedycynie, łączności satelitarnej itp.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.

- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych.

Aktualizacja wiedzy:

Widmo promieniowania elektromagnetycznego obejmuje wszystkie fale w zakresie od fal radiowych aż do promieniowania gamma. Nazwy poszcze-

gólnych części widma mają charakter historyczny. Wszystkie rodzaje fal w tym widmie mają tę samą naturę i rozchodzą się z tą samą prędkością, a różnią się częstotliwością i długością fali.

Analogia między układem drgającym zamkniętym a ruchem drgającym ciężarka zawieszzonego na sprężynie. Ciężarek wykonuje ruch harmoniczny, a natężenie prądu w oscylacyjnym obwodzie LC ma przebieg sinusoidalny.

Obwód LC (zwojnica o indukcyjności L i kondensator o pojemności C) to elektryczny obwód drgający.

W elektrycznym układzie drgającym LC zachodzą przemiany energii pola elektrycznego kondensatora w energię pola magnetycznego zwojnicy. Podobnie jak w drgającym na sprężynie ciężarku, następuje przemiana jego energii kinetycznej w potencjalną sprężystości.

Wysyłanie fal elektromagnetycznych przez elektryczny obwód otwarty i ich odbiór przez obwód rezonansowy.

Zjawisko rezonansu elektromagnetycznego. Częstotliwość rezonansowa.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Omówić widmo fal elektromagnetycznych.
2. Podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości i omówić ich zastosowania.
3. Przedstawić rozumowanie, w którym na podstawie analogii między obwodem LC i wahadłem

można otrzymać wzór na okres drgań elektrycznych oraz objaśnić wytwarzanie fal elektromagnetycznych.

4. Porównać (wymienić cechy wspólne i różnice) rozchodzenia się fal mechanicznych i elektromagnetycznych.
5. Podaje przybliżoną wartość prędkości fal elektromagnetycznych (w tym światła) w próżni, wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji.

Wymagania doświadczalne:

brak

Przykładowe działania uczniów:

1. Wykonuje doświadczenie: ekran dla fal elektromagnetycznych z folii aluminiowej (do zapakowanego w folię aluminiową telefonu komórkowego nie dotrze sygnał i nie będzie możliwe połączenie).
2. Wyszukiwanie w Internecie: Na czym polegały doświadczenie Oersteda i Faradaya?
3. Wypracowanie z historii odkrywania zjawisk elektromagnetycznych: Jaki jest chronologiczny związek między badaczami: Hans Oersted, Michael Faraday, James Maxwell, Heinrich Hertz?
4. Internet: zebrać informacje na temat zanieczyszczenia elektromagnetycznego w środowisku człowieka.
5. Doświadczalne sprawdzanie własności fal elektromagnetycznych za pomocą szkolnego zestawu mikrofalowego.

X. O zjawiskach magnetycznych

Za pomocą magnesu można przesuwać gwoźdź, nawet wtedy, gdy między nim i magnesem znajduje się kawałek drewna. W podobny sposób neurochirurg wprowadza do wnętrza mózgu środki do bezoperacyjnego leczenia guza, ustawia cewniki lub wszczepia elektrody, nie uszkadzając przy tym tkanki mózgowej.

Określenie magnetyzm pochodzi od nazwy greckiej prowincji Magnesia, a Chińczycy używali magnetytu do nawigacji już w XII wieku.

Pole magnetyczne to stan przestrzeni, w którym na umieszczoną igłę magnetyczną działają siły, a na znajdujące się tam prądy działające siły są wprost proporcjonalne do ich natężeń. Wielkością charakteryzującą pole magnetyczne jest indukcja magne-

tyczna (T). Zachodzi w nim zjawisko indukcji elektromagnetycznej, w trakcie którego powstaje siła elektromotoryczna indukcji (V). Siła Lorentza działa w polu magnetycznym na poruszającą się cząstkę naładowaną, a siła elektrodynamiczna działa na przewodnik z prądem. Jak określona jest jednostka natężenia prądu amper?

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej (1831 r.) odkryte przez Michaela Faradaya było przełomowe w fizyce i technice. We wszystkich elektrowniach jest ono wykorzystywane do wytwarzania prądu, nawet w atomowej i słonecznej Gemasolar w okolicy Sewilli. Jedynie w ogniwach fotowoltaicznych prąd powstaje na podstawie innego zjawiska.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.

- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.

XI. O zjawiskach magnetycznych i indukcja elektromagnetyczna**Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:****Uczeń:**

1. Posługuje się pojęciem pola magnetycznego; rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych i przewodników z prądem (przewodnik prostoliniowy, zwojnica).
2. Posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła Lorentza, siła elektrodynamiczna); opisuje rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym.
3. Analizuje tor cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym.
4. Rysuje siły działające na pętlę z przewodnika w jednorodnym polu magnetycznym; na podstawie tego rysunku omawia zasadę działania silnika elektrycznego.
5. Stosuje do obliczeń związki wartości indukcji pola magnetycznego i natężenia prądu dla prostoliniowego przewodnika i długiej zwojnicy.
6. Analizuje siłę oddziaływania dwóch długich przewodników prostoliniowych; posługuje się definicją ampera.
7. Opisuje jakościowo podstawowe właściwości oraz zastosowania ferromagnetyków.
8. Oblicza strumień pola magnetycznego przez powierzchnię, stosuje jednostkę strumienia.
9. Opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądnicy.

10. Oblicza siłę elektromotoryczną indukcji jako szybkość zmiany strumienia.

Aktualizacja wiedzy:

Czy każdy magnes musi mieć jednocześnie biegun północny i południowy?

Źródła pola magnetycznego.

W jakich warunkach pojawia się siła elektrodynamiczna? Wektor indukcji magnetycznej i definicja jego jednostki. Siła Lorentza i cyklotron. Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym po linii śrubowej. Pole magnetyczne przewodników z prądem. Silnik elektryczny. Podział substancji ze względu na właściwości magnetyczne. Definicja ampera. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.

Umiejętności ucznia:**Uczeń potrafi:**

1. Przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego oraz układu magnesów.
2. Zademonstrować kształt linii pól magnetycznych magnesów trwałych.
3. Posługiwać się pojęciem pola magnetycznego.
4. Opisać pole magnetyczne Ziemi i jego znaczenie dla naszej planety.
5. Podać cechy indukcji magnetycznej i jej jednostkę.
6. Podać cechy siły elektrodynamicznej i siły Lorentza.
7. Stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku.
8. Stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej.
9. Objąć pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę.

10. Przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodników z prądem (przewodnika prostoliniowego, zwojnicy i kołowej pętli).
11. Zademonstrować kształt linii pola magnetycznego przewodników z prądem.
12. Zdefiniować indukcję magnetyczną i jej jednostkę.
13. Zapisać i przedyskutować wzór na strumień indukcji magnetycznej, obliczać jego wartość.
14. Opisać ruch naładowanej cząstki w jednorodnym polu magnetycznym.
15. Przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu.
16. Opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera.
17. Analizować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami B i v .
18. Podać wzory na wartość indukcji magnetycznej w odległości r od przewodnika z prądem, wewnątrz zwojnicy i w środku pętli.
19. Rozwiązywać zadania z zastosowaniem tych wzorów.
20. Podać zasadę działania i przykłady wykorzystania silnika elektrycznego.
21. Objaśnić na modelu budowę i zasadę działania silnika elektrycznego.
22. Omówić jakościowo podstawowe właściwości ferromagnetyków.
23. Podać przykłady zastosowania ferromagnetyków.
24. Porównać względną przenikalność magnetyczną ferromagnetyków, paramagnetyków i diamagnetyków.
25. Wyjaśnić fakt występowania sił sprężystości, sił tarcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczach oddziaływaniami elektromagnetycznymi między cząsteczkami ciał.
26. Objaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych.

Wymagania doświadczalne:

1. Ilustruje układ linii pola magnetycznego.
2. Demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie.

Przykładowe działania uczniów:

1. Wykonuje doświadczenie: bada oddziaływanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną.
2. Wykonuje doświadczenie: bada pole magnetyczne magnesu sztabkowego i podkowiastego za pomocą opiłków żelaza.
3. Eksperymenty: 12. Oszukać kompas, 13. Magnetyczna lewitacja, 14. Prąd indukcyjny – sposoby wzbudzania, 16. Skąd się bierze pole magnetyczne? 17. Siła elektrodynamiczna, 18. Badanie linii pola magnetycznego, 19. Magiczna rurka – zademonstrowanie powstania prądów wirowych i sprawdzenie reguły Lenza, 20. Budujemy elektromagnes – np. na podstawie: *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 99–105, Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.
4. Różne warianty wzbudzania prądu indukcyjnego.
5. Zadanie doświadczalne:
Nr 7. Badanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej (str. 19).
Nr 8. Obserwacja oddziaływań elektromagnetycznych (str. 20–21).
Nr 47. Sprawdzenie kształtu linii pola magnetycznego magnesów stałych (str. 136).
Nr 48. Obserwacja linii pola magnetycznego wokół przewodników z prądem.
Na podstawie: *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków, 2013.
6. Zadania nieobliczeniowe z pola magnetycznego i indukcji elektromagnetycznej: od 216 do 284 (str. 109–124)
Na podstawie: *Nieobliczeniowe zadanie z fizyki dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych (z rozwiązaniami)*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2008.
7. Wyszukiwanie w Internecie: Maglev – latający pociąg, Zastosowanie magnesów nadprzewodzących.
8. Miniwykład z historii odkrywania zjawisk magnetycznych: doświadczenie Oersteda, zjawisko indukcji elektromagnetycznej Faradaya.

XII. Ruch drgający: ruch ciężarka na sprężynie i wahadła

W przyrodzie i technice można zauważyć wiele przykładów ruchów przebiegających okresowo. Na przykład: ruch huśtawki, ruch strun gitary, bicie serca. Cechą charakterystyczną tego ruchu jest powtarzalność, co oznacza, że po upływie określonego czasu, zwanego okresem, ciało drgające powtarza ten sam ruch od nowa.

Ruch drgający powstaje, gdy wychyleniu ciała z położenia równowagi na odległość x towarzyszy powstanie siły odwrótnie skierowanej i proporcjonalnej do wychylenia. Przykłady ruchu drgającego w przyrodzie: kulka zawieszona na nitce, ciężarek zawieszony na sprężynie, kulka umieszczona w zagłębieniu, woda w rurce w kształcie litery U, obciążona probówka zanurzona w wodzie.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje proporcjonalność siły sprężystości do wydłużenia; posługuje się pojęciem współczynnika sprężystości i jego jednostką.

2. Analizuje ruch pod wpływem siły sprężystości; posługuje się pojęciem ruchu harmonicznego; podaje przykłady takich ruchów.
3. Opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy, częstości kołowej i przesunięcia fazowego; rozróżnia drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych.
4. Analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności.
5. Stosuje do obliczeń zależność okresu małych drgań wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie od ich parametrów.
6. Oblicza energię potencjalną sprężystości i uwzględnia ją w analizie przemian energii.
7. Opisuje drgania wymuszone i drgania słabo tłumione; ilustruje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza. Jakie są cechy ruchu drgającego? Definicje podstawowych wielkości charakteryzujących ruch drgający. Jak graficznie przedstawiamy zależność wychylenia wahadła z położenia równowagi od czasu? Definicja wahadła matematycznego. Oscylator harmoniczny – jego równanie ruchu. Jak od czasu zależą: położenie, prędkość, przyspieszenie i energia potencjalna, kinetyczna, całkowita ciała wykonującego ruch harmoniczny?

Umiejętności ucznia

Uczeń potrafi:

1. Opisać odkształcenia sprężyste i niesprężyste,
2. Podać przykłady praktycznego wykorzystania właściwości sprężystych ciał.
3. Interpretować sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych.
4. Wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie.
5. Wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego.
6. Zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi.

7. Podać sens fizyczny współczynnika sprężystości.
8. Zaplanować i przygotować doświadczenie, a następnie zbadać zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny.
9. Obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym.
10. Sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu.
11. Omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny.
12. Zapisać, objaśnić i wykorzystać w prostych zadaniach wzory na okres ruchu harmonicznego i energię potencjalną.
13. Obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym.
14. Wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym.
15. Wykazać, że w ruchu harmonicznym jest spełniona zasada zachowania energii.
16. Podać wzory na zależność od czasu energii potencjalnej sprężystości, energii kinetycznej i energii całkowitej ciała drgającego.
17. Sporządzić wykresy zależności $E_p(t)$, $E_k(t)$, $E_p(x)$, $E_k(x)$.
18. Rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności.
19. Zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy.
20. Zapisać i objaśnić wzór na okres wahadła matematycznego, aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczeń.
21. Wpisywać wyniki pomiarów do tabeli i wykonywać obliczenia, sformułować wnioski z doświadczeń.
22. Wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi.
23. Podać cele i opisać sposób wykonania doświadczeń.
24. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wyniki.
25. Zademonstrować i wyjaśnić zjawisko rezonansu mechanicznego.
26. Wyjaśnić pojęcia: okres drgań własnych i częstotliwość rezonansowa.

Wymagania doświadczalne:

1. Demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy.
2. Bada zależność okresu drgań od długości wahadła.
3. Bada zależność okresu drgań ciężarka od jego masy i od współczynnika sprężystości sprężyny.
4. Demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.
5. Wyznacza wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.

Przykładowe działania uczniów:

1. Doświadczalnie demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.
2. Z Internetu o poważnych skutkach rezonansu: most Tacoma Narrows.
3. Notatka: Galileusz i izochronizm wahadła.
4. Miniwykład: O własnościach sprężystych ciał stałych w świetle prawa Hooke'a.
5. Zadanie doświadczalne:
Nr 6. Badanie ruchu ciężarka zawieszonego na sprężynie (str. 17–18).
Nr 9. Badanie rezonansu mechanicznego (str. 22–23).
Nr 19. Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła (str. 55–56).
Na podstawie: *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2013.

XIII. Fale mechaniczne. Dźwięk

Ruch drgający rozciągnięty w przestrzeni i czasie nazywamy falą. Fala w sznurze, w wężu gumowym, w sprężynie, na wodzie: kolista i płaska.

Zjawiska falowe: widoczne są interferencja i dyfrakcja fal na wodzie są. W przypadku światła widoczne będą na ekranie tylko skutki tych zjawisk – prążki interferencyjne.

Najpopularniejsza – fala morska – różni się od wyżej wymienionych, bo jest z nią związany transport masy.

Natura fali elektromagnetycznej jest inna niż fali mechanicznej i rozchodzi się także w próżni, w przeciwieństwie do fal mechanicznych, które wymagają ośrodka sprężystego.

Dźwięk jako fala mechaniczna. Gdzie mają zastosowanie infradźwięki? Zastosowanie zjawiska Dopplera w wielu dziedzinach: medycyna, pomiar przekroczenia szybkości pojazdów, kosmologia, analiza poszerzonych linii widmowych dyskretnego promieniowania różnych substancji.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybiera kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnane przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Analizuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych.
2. Posługuje się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m^2) oraz proporcjonalnością do kwadratu amplitudy.
3. Opisuje zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła.
4. Opisuje jakościowo związek pomiędzy dyfrakcją na szczelinie a szerokością szczeliny i długością fali.
5. Stosuje zasadę superpozycji fal; wyjaśnia zjawisko interferencji fal; podaje warunki wzmocnienia oraz wygaszenia się fal.
6. Opisuje zależność przestrzennego obrazu interferencji od długości fali i odległości między źródłami.
7. Analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala; podaje przykłady występowania tego zjawiska.
8. Rozróżnia fale poprzeczne i podłużne.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Fala mechaniczna jest to zaburzenie rozchodzące się w ośrodku ze skończoną prędkością i przenoszące energię, a polegające na niewielkich ruchach cząstek bez zmian ich średniego położenia.

Fale podłużne i poprzeczne. Falę charakteryzują: częstotliwość, długość, szybkość rozchodzenia się w ośrodku, amplituda. Fala sinusoidalna, której źródłem jest ciało wykonujące ruch harmoniczny. Opisuje ją funkcja falowa. Zasada Huygensa. Interferencja i dyfrakcja – charakterystyczne zjawiska falowe – towarzyszą im pewne warunki. Fala stojąca.

Dźwięk rozchodzący się w powietrzu jako przykład fali podłużnej. Subiektywne i obiektywne cechy dźwięku. Natężenie i poziom natężenia dźwięku. Jaką wielkość charakteryzującą dźwięk mierzymy w decybelach? Zjawisko Dopplera.

Umiejętności ucznia:**Uczeń potrafi:**

1. Wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej.
2. Podać przykład fali poprzecznej i podłużnej.
3. Wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale i zachodzące między nimi związki.
4. Podać definicję natężenia fali i jednostkę tej wielkości.
5. Zapisać wzorem i objaśnić natężenie fali kulistej.
6. Uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t).
7. Wyjaśnić, co oznacza „zgodność faz” dwóch punktów ośrodka.
8. Zapisać wzorem i zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej.
9. Wykazać, że energia transportowana przez falę jest wprost proporcjonalna do kwadratu jej amplitudy.
10. Przedstawić graficznie interferencję fal o fazach zgodnych i przeciwnych.
11. Matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach.
12. Podać warunki powstawania fal stojących i opisać je matematycznie.
13. Przynieść przykłady występowania fal stojących w przyrodzie.
14. Wyjaśnić zjawisko dyfrakcji i sformułować zasadę Huygensa.
15. Przygotować zestaw do obserwacji dyfrakcji fali na wodzie na pojedynczej szczelinie i wykonać obserwację.
16. Podać i objaśnić warunki wzmocnienia i wygaszenia w przypadku interferencji fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła.
17. Obserwować zjawisko interferencji fal na powierzchni wody.
18. Wyprowadzić matematycznie warunki wzmocnienia i wygaszenia w przypadku interferencji fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła.
19. Rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego.
20. Analizować rozchodzenie się dźwięku w powietrzu.
21. Podać cechy fal akustycznych.
22. Porównać szybkość rozchodzenia się fal akustycznych w różnych ośrodkach (np. w powietrzu, wodzie, żelazie).
23. Opisać fale akustyczne za pomocą wielkości opisujących fale.
24. Opisać zakres natężenia fal akustycznych rejestrowanych przez mózg ludzki.
25. Opisać sytuacje, w których występuje zjawisko Dopplera.
26. Wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera.
27. Wyprowadzić i interpretować wzór ogólny na częstotliwość odbieranej fali dla różnych przypadków względnego ruchu źródła i odbiornika.
28. Rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera.

Wymagania doświadczalne:

1. Obserwuje zjawisko interferencji fal.

Przykładowe działania uczniów:

1. Fala meksykańska jako model rozchodzenia się fali mechanicznej.
2. Doświadczenie – demonstracja różnego rodzaju fal mechanicznych: sinusoidalnej w sznurze, poprzecznej w węży gumowym, podłużnej w sprężynie.
3. Demonstracja fali stojącej za pomocą kolorowej nitki (z gumy) i brzeszczotu przytwierdzonego do blatu ławki za pomocą imadła.
4. Demonstruje zjawisko rezonansu akustycznego z wykorzystaniem kamertonów.
5. Miniwykład o zjawiskach akustycznych:
 - echo – echosondy, echolokacja
 - pogłos – sala koncertowa, np. NFM we Wrocławiu, NO-SPR w Katowicach – jak akustycy projektują takie sale?
6. Plakaty:
 - wykorzystanie ultradźwięków i infradźwięków
 - wykorzystanie zjawiska Dopplera.
7. Zadania doświadczalne:
 - Nr 9. Badanie zjawiska rezonansu akustycznego, str. 24.
 - Nr 37 Obserwacja drgań struny, str. 111.
 Na podstawie: *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo Zamkor, Kraków 2013.

XIV. Optyka, prostoliniowe rozchodzenie się światła i odbicie

Optyka – nauka o świetle i jego oddziaływaniu z materią. Optykę dzielimy na geometryczną i falową. W pierwszej posługujemy się pojęciem promienia świetlnego obrazującego „tory cząstek światła” w sensie klasycznym, w drugim przypadku uwzględniamy falową naturę światła.

Optyka geometryczna ma duże znaczenie praktyczne w projektowaniu i wytwarzaniu przyrządów optycznych, takich choćby jak okulary.

Światło jest falą elektromagnetyczną, którą widać – jest odbierana przez zmysł wzroku. Z ruchem falowym wiążą się pewne zjawiska. Oprócz odbicia, załamania są to interferencja i dyfrakcja.

Jeśli przeszkody, które światło napotyka na swej drodze, są dużo większe od długości fal świetlnych, a z takimi głównie spotykamy się na co dzień, zjawiska falowe są mało zauważalne i możemy je pominąć. Powszechnie używanym wówczas, przybliżonym opisem zjawisk zajmuje się optyka geometryczna.

Gdzie ma zastosowanie pole luster koncentratorów? Odpowiedź: W pierwszej na świecie komercyjnej elektrowni Gemasolar w miejscowości Fuentes de Andalucia, w okolicach Seville.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

1. Optyka, prostoliniowe rozchodzenie się światła i odbicie – w zjawiskach optycznych i codziennym zastosowaniu

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje widmo światła białego jako mieszaniny fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach.
2. Opisuje światło laserowe jako skolimowaną wiązkę światła monochromatycznego o zgodnej fazie.
3. Stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka; oblicza kąt graniczny.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Światło przenosi energię od źródła do odbiorcy. Źródło światła wytwarza promieniowanie kosztem innej energii odbieranej przez nasz zmysł wzroku.

Zasada Fermata – zasada optyki geometrycznej mówiąca, że ruch światła od punktu A do B odbywa się po takiej drodze, na której czas jej pokonania jest najkrótszy. Jeśli ośrodek jest jednorodny (np. pusta przestrzeń), to światło rozchodzi się prostoliniowo. Jeśli nic nam nie przeszkadza, to najszybciej dojdziemy gdzieś, poruszając się po linii prostej.

Zatem cień i półcień potwierdzają prostoliniowe rozchodzenie się światła.

Zjawisko odbicia w zwierciadle płaskim (lustrze) i kolistym (sferycznym).

Jakie są rodzaje zwierciadeł sferycznych? Jak skonstruować obraz w zwierciadle?

Zwierciadła i zjawisko odbicia w życiu codziennym

– w domu, na skrzyżowaniu ulic, w świecie przyrody, na łodzi podwodnej.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Objaśnić, na czym polegają zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła.
 2. Sformułować i stosować prawo odbicia.
 3. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia i obliczaniu wartości liczbowej wyznaczonej wielkości fizycznej.
 4. Wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim.
 5. Omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe.
 6. Objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna.
 7. Wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy.
 8. Wyprowadzić równanie zwierciadła.
 9. Przedstawić zależność $y(x)$ za pomocą wykresu i przeanalizować ten wykres.
 10. Zdefiniować powiększenie.
 11. Rozwiązywać zadania z wykorzystaniem poznanych wielkości fizycznych i związków między nimi.
4. Bada bieg promienia laserowego w różnych ośrodkach: w pyłe z kredy, w wodzie.
 5. Wykorzystuje zjawisko odbicia i włącza telewizor pilotem via lustro.
 6. Wykonuje zdjęcie – przyroda w obiektywie, które przedstawia zjawisko odbicia.
 7. Miniwykład o zaćmieniach Słońca i Księżycy.
 8. Miniwykład + wykonanie plakatu: Matematyka opisuje przyrodę – zasada Fermata.
Wskazówka: Zasada ekstremalnego czasu sformułowana przez Pierra Fermata w drugiej połowie XVII wieku w oryginalnym brzmieniu jest trudna. Feynman w swoim wykładzie prezentuje takie podejście do zasady Fermata, że staje się oczywista: światło między dwoma punktami biegnie po torze, którego pokonanie zajmuje najmniej czasu.
 9. Miniwykład + plakat: Zasada działania słonecznej elektrowni Gemasolar w miejscowości Fuentes de Andalucía, w okolicach Seville. Np. na podstawie artykułu W. Koralewskiej *Słoneczna, ale mocna*, Młody Technik, 9 (2011).
 10. Inne działania: Eksperymenty fizyczne
 - a. W ośrodkach jednorodnych światło rozchodzi się po liniach prostych – camera obscura (kamera otworkowa – ciemna optyczna).
 - b. Jak działa nasze oko? Poszukiwanie tzw. ślepej plamki.
 - c. Czy Księżyc zmienia swe rozmiary?
 - d. Odbicie światła od zwierciadła płaskiego – zabawne obserwacje m.in. własnej twarzy.
 - e. Zabawna obserwacja – czy można bezkarnie trzymać palec w płomieniu świecy?
 - f. Na podstawie: *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*. str. 33–36 Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.

Wymagania doświadczalne:

1. Demonstruje zjawisko prostoliniowego rozchodzenia się światła, zjawisko odbicia światła na granicy ośrodków za pomocą zwierciadeł płaskich, sferycznych.

Przykładowe działania uczniów:

1. Konstruuje peryskop.
2. Buduje kamerę otworkową.
3. Doświadczalnie bada rozproszenie światła na kartce papieru i przejście światła przez przezroczystą część kartki.

2. Optyka

Optyka – nauka o świetle i jego oddziaływaniu z materią. Optykę dzielimy na geometryczną i falową. W pierwszej posługujemy się pojęciem promienia świetlnego obrazującego „tory cząstek światła” w sensie klasycznym, w drugim przypadku uwzględniamy falową naturę światła.

Optyka geometryczna ma duże znaczenie praktyczne w projektowaniu i wytwarzaniu przyrządów optycznych, takich choćby jak okulary.

Światło jest falą elektromagnetyczną, którą widać – jest odbierana przez zmysł wzroku. Z ruchem falowym wiążą się pewne zjawiska. Oprócz odbicia, załamania są to interferencja i dyfrakcja.

Jeśli przeszkody, które światło napotyka na swej drodze, są dużo większe od długości fal świetlnych, a z takimi głównie spotykamy się na co dzień, zjawiska falowe są mało zauważalne i możemy je pominąć. Powszechnie używanym wówczas, przybliżonym opisem zjawisk zajmuje się optyka geometryczna.

Przypuszczenie graniczące z pewnością jest takie, że obecnie świat bez okularów, mikroskopów, lunet, teleskopów nie mógłby funkcjonować na obecnym poziomie cywilizacyjnym. Te przyrządy optyczne wykorzystują w swojej budowie i działaniu pryzmaty oraz złożone z dwóch pryzmatów soczewki.

Działania dla nauczyciela:

- Realizuje proces nauczania fizyki, wskazując jej ścisły związek z życiem codziennym.
- Planuje strukturę lekcji w zależności od jej typu – lekcja teoretyczna, doświadczalna – z różnymi rodzajami działań dydaktycznych realizowanych z wykorzystaniem odpowiednich metod.
- Wybiera metodę, którą zastosuje przy realizacji danej lekcji.
- W trakcie poszczególnych ogniw lekcji wybierze kompetencję, która może być rozwijana – wszak jest jej reżyserem i zna kompetencje kluczowe.
- Przygotowuje scenariusz lekcji, aby zrealizować treści nauczania zawarte w podstawie programowej i mobilizuje uczniów do ich przyswojenia przez zróżnicowaną formę przekazu prowadzącą do nabycia przez nich konkretnych umiejętności.
- Jako że fizyka jest nauką doświadczalną, nauczyciel planuje doświadczenia z profesjonalnymi pomocami naukowymi lub przygotowuje, razem z uczniami, zestawy eksperymentalne, wykorzystując przedmioty codziennego użytku.
- Umiejętności osiągnięte przez ucznia wyraża przez czasowniki operacyjne.

3. Optyka. Zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków na przykładzie pryzmatu i soczewek

Związek z podstawą programową – wymagania szczegółowe – realizacja treści nauczania:

Uczeń:

1. Opisuje widmo światła białego jako mieszaninę fal elektromagnetycznych o różnych częstotliwościach.
2. Opisuje światło laserowe jako skolimowaną wiązkę światła monochromatycznego o zgodnej fazie.
3. Stosuje prawo odbicia i prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków; posługuje się pojęciem współczynnika załamania ośrodka; oblicza kąt graniczny.
4. Opisuje działanie światłowodów jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.
5. Opisuje jakościowo zależność ogniskowej soczewki od jej krzywizny oraz współczynnika załamania;

stosuje do obliczeń pojęcie zdolności skupiającej wraz z jej jednostką.

6. Rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki; stosuje do obliczeń równanie soczewki.
7. Opisuje przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego słońca, zjawisko Tyndalla.

Aktualizacja wiedzy:

Wokół poniższych wątków i treści z wymagań szczegółowych nauczyciel tworzy temat lekcji i ją przeprowadza.

Gdy światło napotyka na granice dwóch ośrodków przezroczystych ulega załamaniu

Promień załamujący się na granicy dwóch ośrodków załamuje się do normalnej, gdy przechodzi

z ośrodka optycznie rzadszego (o mniejszej szybkości rozchodzenia się w nim światła) do ośrodka optycznie gęstszy (o większej szybkości rozchodzenia się w nim światła) i odwrotnie – przechodząc z ośrodka gęstszy do rzadszy, załamuje się od normalnej. Prawo Snella (odkryte przez holenderskiego fizyka w 1621 r.). Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i jego zastosowanie w światłowodach. Przejście światła przez płytkę równoległościenną i pryzmat. Badanie kąta najmniejszego odchylenia w pryzmacie jest jedną z metod wyznaczenia współczynnika załamania materiału, z którego jest zbudowany pryzmat.

Przejście światła białego i monochromatycznego przez pryzmat. Soczewki. Soczewki skupiające i rozpraszające jako złożenie dwóch pryzmatów.

Czy zawsze soczewka skupiająca skupia światło? Zdolność skupiająca soczewki. Prawa i wzory z optyki. Przyrządy optyczne. Wady wzroku.

Rozszczepienie światła białego w pryzmacie. Tęcza, miraż, światłowod – zjawisko załamania w przyrodzie i technice.

Umiejętności ucznia:

Uczeń potrafi:

1. Objaśnić, na czym polegają zjawiska odbicia, rozpraszania i załamania światła.
2. Sformułować i stosować prawo odbicia.
3. Zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania.
4. Objaśnić, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wymienić warunki, w których zachodzi.
5. Aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia i obliczaniu wartości liczbowej wyznaczonej wielkości fizycznej.
6. Zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków.
7. Zdefiniować kąt graniczny.
8. Wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia (światłowod).
9. Opisać metodę wyznaczania współczynnika załamania światła za pomocą pomiaru kąta granicznego.
10. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych.
11. Omówić przejście promienia świetlnego przez płytkę równoległościenną i podać przykłady tego zjawiska.
12. Przedstawić graficznie i omówić przejście promienia świetlnego przez pryzmat i podać możliwości

praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w pryzmacie.

13. Opisać rodzaje soczewek.
14. Objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna.
15. Odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy długość ogniskowej soczewki?
16. Objaśnić pojęcie zdolności skupiającej soczewki.
17. Obliczać zdolność skupiającą soczewki i układu soczewek cienkich.
18. Wykonać konstrukcje obrazów w soczewkach.
19. Wymienić cechy obrazów na podstawie wyników badania związku między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu.
20. Wyprowadzić równanie soczewki.
21. Przeanalizować działanie lupy i oka (w tym podstawowe wady wzroku) jako przyrządów optycznych.
22. Przygotować prezentację o innych przyrządach optycznych.
23. Przygotować prezentację przedstawiającą przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie: miraż, czerwony kolor zachodzącego słońca, zjawisko Tyndalla.

Wymagania doświadczalne:

1. Wyznacza wartość współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego.
2. Bada związek między ogniskową soczewki a położeniami przedmiotu i obrazu.

Przykładowe działania uczniów:

1. Zadanie doświadczalne:
Nr 50. Wyznaczenie współczynnika załamania szkła za pomocą płytki równoległościennej (str. 138–140).
Nr 51. Wyznaczenie współczynnika załamania wody metodą kąta granicznego (str. 141–142).
Nr 52. Wyznaczenie współczynnika załamania wody przy użyciu szklanki (str. 143–144).
Nr 53. Wyznaczenia ogniskowej soczewki (str. 145–147).
Nr 54. Wyznaczenia powiększenia obrazu (str. 148–150).
Na podstawie: *Zadania doświadczalne z fizyki, poziom maturalny*, Małgorzata Godlewska, Danuta Szot-Gawlik, Marek Godlewski, Wydawnictwo ZamKor, Kraków, 2013.
2. Zadania nieobliczeniowe z optyki: od 285 do 2377 (str. 146–161).
Na podstawie: *Nieobliczeniowe zadanie z fizyki dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych (z rozwiązaniami)*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków, 2008.

3. Inne działania: Eksperymenty fizyczne

- a. załamanie światła – pojawiająca się moneta, znikająca moneta,
- b. prosta metoda wyznaczenia współczynnika załamania wody,
- c. całkowite wewnętrzne odbicie,
- d. obraz powstający w zwierciadle wypukły – dla przyszłych kierowców,

Na podstawie: *Praca zbiorowa, Fizyka w eksperymentach. Zainteresowanie uczniów kluczem do sukcesu*, str. 37–41, Wydawca DD Dobra Drukarnia, Wrocław 2012, ISBN 978–83–63026–05–9.

4. Pozostałe działania:

- a. konstrukcja światłowodu z butelki plastikowej po wodzie mineralnej i rurki do napojów,

- b. miniwykład o zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia,
- c. plakat: przyrządy optyczne – mikroskop i lupa, wykorzystujące w swoim działaniu soczewki,
- d. doświadczalne przedstawienie obrazów w soczewkach z wody (w szklankach),
- e. demonstracja zjawiska załamania: znikająca moneta lub złamany ołówek,
- f. z Internetu – historia odkryć soczewek, konsekwencje skonstruowania przez Galileusza lunety,
- g. z Internetu – złudzenia optyczne,
- h. wystawa: złudzenia optyczne,
- i. wystawa – zjawiska optyczne: załamanie, odbicie, zjawisko cienia i półcienia, tęcza, zjawisko halo, refrakcja światła, miraż (fatamorgana), zorza polarna, widma Brockenu.