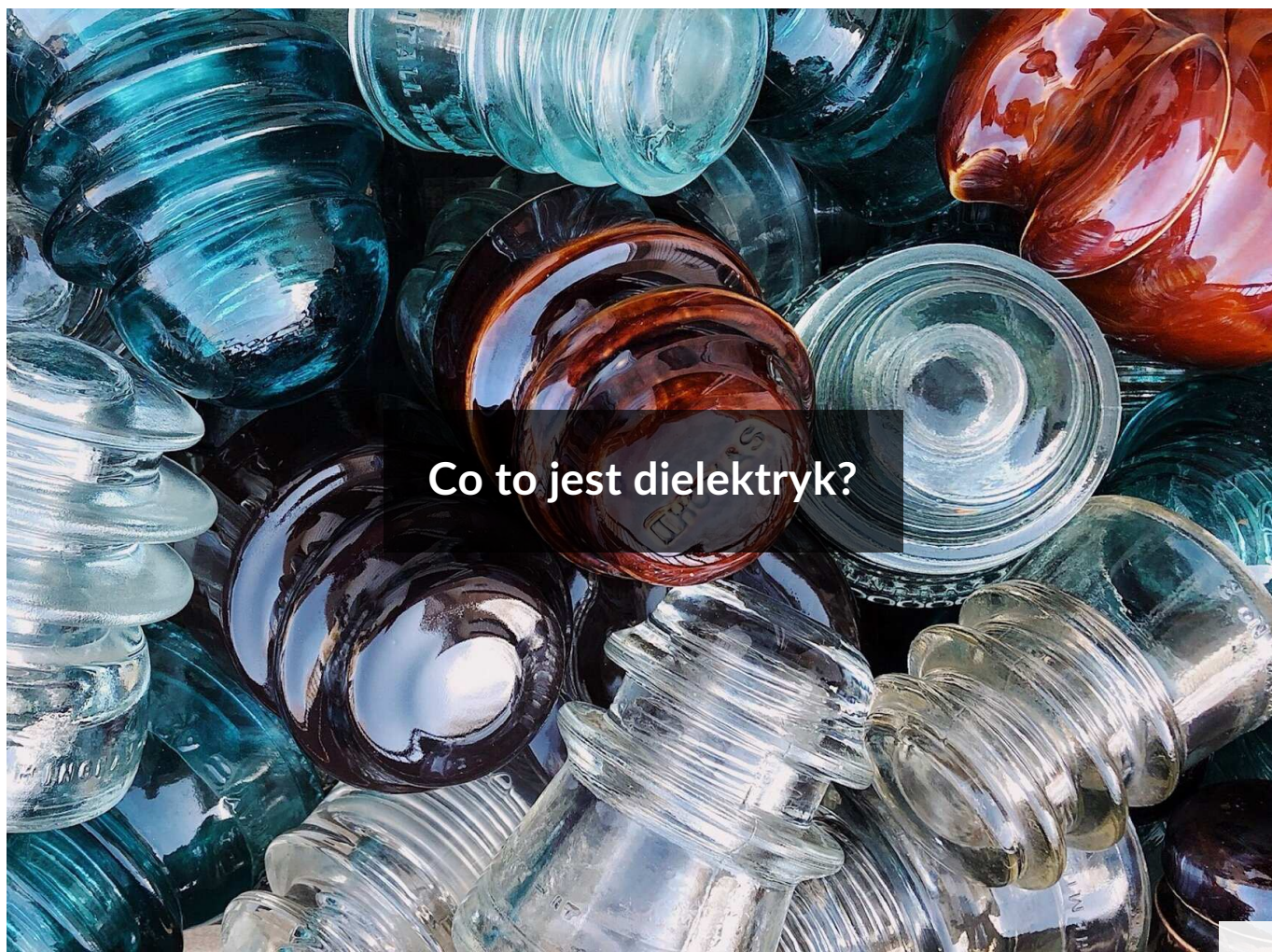




Co to jest dielektryk?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Co to jest dielektryk?

Czy to nie ciekawe?

Istnieją substancje bardzo dobrze przewodzące prąd, czyli przewodniki. Ich przeciwieństwem są dielektryki, czyli izolatory. Czy izolatory „blokują” przepływ prądu? Czy istnieją sytuacje, w których można pokonać opór takich izolatorów i sprawić, by przepływ prądu stał się możliwy? W jaki sposób dielektryki zachowują się w zewnętrznym polu elektrycznym? Tego wszystkiego dowiesz się w tym materiale.



Rys.a. Napowietrzne linie energetyczne są zawsze podtrzymywane na izolatorach zamontowanych na słupach.

Twoje cele

W tym materiale:

- zdefiniujesz dielektryk,
- rozróżnisz dielektryki polarne od niepolarnych,
- wyjaśnisz, w jaki sposób pole elektryczne oddziałuje na dielektryk,
- poznasz przykłady dielektryków polarnych oraz niepolarnych,
- wykorzystasz zdobytą wiedzę do samodzielnego rozwiązania zadań.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Co to jest dielektryk? Pojęcie dielektryka możemy zdefiniować na podstawie oporu właściwego (rezystywności) tego materiału. Opór właściwy ρ definiujemy jako opór elektryczny przewodnika wykonanego z jednorodnego materiału o przekroju poprzecznym S równym jeden metr kwadratowy i długości l równej jeden metr. Jednak w tym materiale istotniejsze będzie powiązanie oporu właściwego materiału z natężeniem pola elektrycznego. Wewnątrz materiału, przez który przepływa prąd o gęstości $\vec{j}$ istnieje pole o natężeniu $\vec{E}$. W przypadku materiału jednorodnego i izotropowego opór właściwy możemy zapisać jako stosunek wartości obu tych wektorów:

$$\rho = \frac{E}{j}.$$

W układzie SI jednostką oporu właściwego jest $\Omega \cdot m$ (om razy metr).

Opór właściwy jest wartością stałą, charakteryzująca dany materiał. Im wyższa jest wartość oporu właściwego, tym gorzej dany materiał przewodzi prąd. Przyjmuje się, że oporność właściwa dielektryków jest większa niż $10^7 \Omega m$, natomiast dobre przewodniki mają wartość oporu właściwego rzędu 10^{-8} - $10^{-6} \Omega m$.

Przewodzenie prądu to „przenoszenie” ładunków elektrycznych przez nośniki. Takimi nośnikami są między innymi elektrony. W metalach, na przykład, elektrony walencyjne odrywają się od poszczególnych atomów i pod wpływem przyłożonego pola elektrycznego przemieszczają się w tym metalu przenosząc ładunki ujemne. W metalu następuje zatem przepływ prądu. Metal jest dobrym przewodnikiem.

W izolatorach natomiast ładunki są względnie nieruchome.

Ponieważ dielektryki mają bardzo duże wartości oporu elektrycznego (zwykle rzędu giga omów) to, aby uzyskać nawet niewielkie natężenie prądu, należałoby przyłożyć wysokie napięcie rzędu gigawoltów. To pociągnęłoby za sobą zniszczenie dielektryka.

Widzimy więc, że przewodzenie prądu przez dielektryki nie jest możliwe.

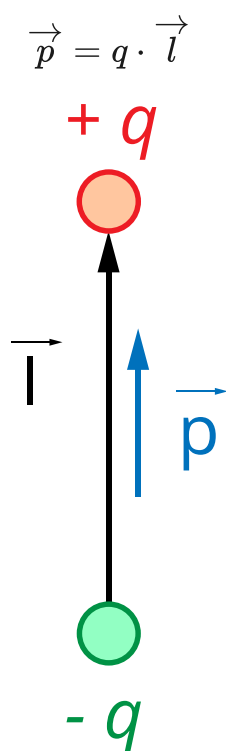
Dielektryki mają bardzo ciekawe właściwości. Umieszczone w zewnętrznym polu elektrycznym ulegają polaryzacji elektrycznej. Polega ona na tym, że wewnątrz dielektryka powstaje pole elektryczne zorientowane przeciwnie niż zewnętrzne pole, które wywołało polaryzację.

Skąd się ona bierze? Dlaczego wewnątrz dielektryka powstaje pole elektryczne?
Odpowiedzi poszukajmy w budowie cząsteczkowej dielektryków.

Wyróżniamy dwa typy dielektryków: polarne i niepolarne.

Dielektryki polarne to takie, których cząsteczki są trwałymi **dipolami**. Dipol to układ dwóch różnoimiennych ładunków elektrycznych o takiej samej wartości q oddalonych od siebie na odległość l .

Wielkością charakteryzującą dipole jest moment dipolowy $\vec{p}$. Moment dipolowy definiujemy jako iloczyn wartości ładunku q oraz wektora $\vec{l}$ mającego wartość równą odległości między ładunkami, kierunek prostej łączącej ładunki i zwrot od ładunku ujemnego do dodatniego:

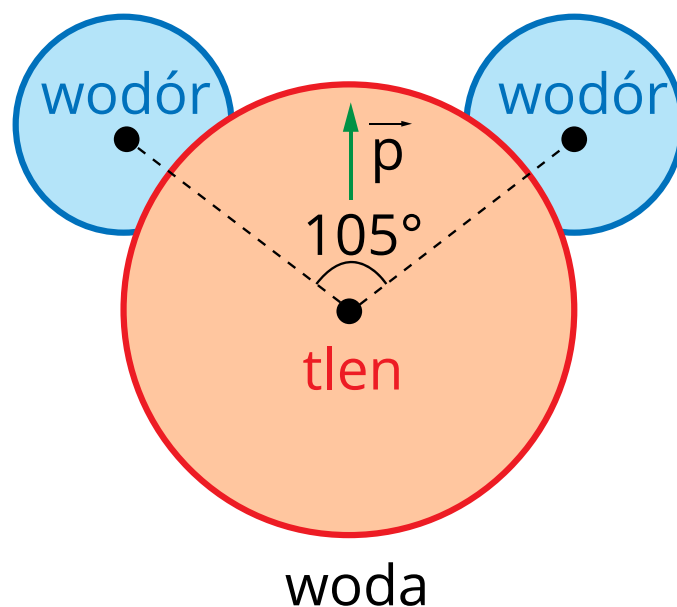


Rys. 1. Schematyczny rysunek dipola elektrycznego.

Jednostką momentu dipolowego jest iloczyn kulomba i metra ($C \cdot m$).

W dielektrykach polarnych cząsteczki mają własny moment dipolowy.

Przykładem dielektryków polarnych jest kwas solny (HCl) o momencie dipolowym równym $p = 3,70 \cdot 10^{-30} C \cdot m$ oraz woda (H₂O) o momencie dipolowym równym $p = 6,15 \cdot 10^{-30} C \cdot m$.

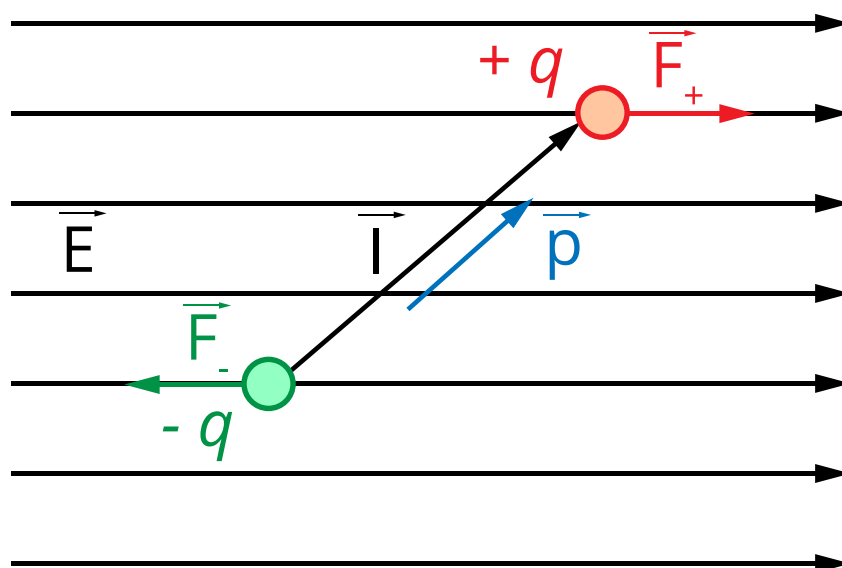


Rys. 2. Cząsteczka wody jako dipol.

Jeśli taki dipol umieścimy w zewnętrznym polu elektrycznym o natężeniu $\vec{E}$, to będzie działać na niego moment siły $\vec{M}$:

$$\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}.$$

Moment sił będzie więc powodował obrót dipola tak, by jego oś ustawiona była wzdłuż linii pola, tak jak pokazano na Rys. 3.

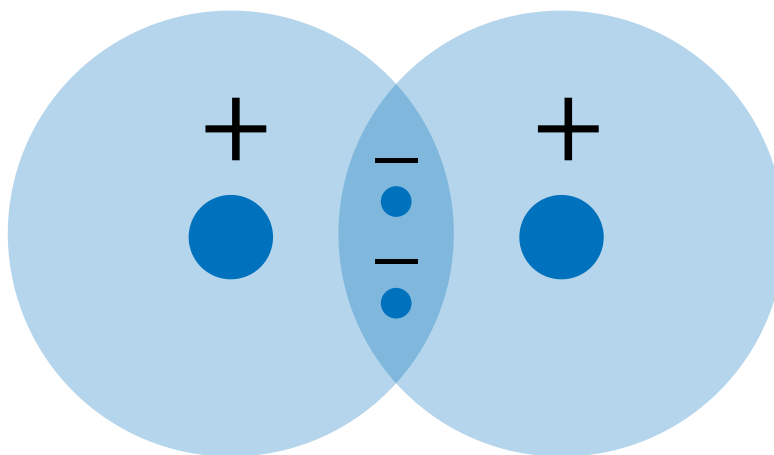


Rys. 3. Dipol umieszczony w polu elektrycznym.

Moment ten zaniknie, gdy wektory $\vec{p}$ i $\vec{E}$ staną się równoległe.

Dielektryki niepolarne nie mają własnego momentu dipolowego (ich moment dipolowy jest równy zero). Jednak możemy moment wyidukować umieszczając taki atom lub cząsteczkę w zewnętrznym polu elektrycznym. W takim przypadku następuje rozsuniecie dodatnich ładunków (jąder) oraz ujemnych (elektronów).

Przykładem dielektryków niepolarnych jest wodór (H_2) oraz metan (CH_4). Bez pola mają one zerowy moment dipolowy.



wodór

Rys. 4. Cząsteczka wodoru.

Dielektrykami są ponadto: gazy szlachetne, olej transformatorowy, parafina, asfalt, papier, suche drewno, kalafonia, ebonit, teflon, bakelit, szkło, porcelana.

Słowniczek

dipol elektryczny

(ang. *electric dipole*) – układ dwóch różnoimiennych ładunków elektrycznych o takiej samej wartości ładunku.

Grafika interaktywna

Co to jest dielektryk?

Poniżej zaprezentowano zachowanie dielektryka polarnego w obecności zewnętrznego pola elektrycznego.

Polecenie 1

Przeczytaj informacje, które znajdują się na dole grafiki i wykonaj zamieszczone tam instrukcje.

Polecenie 2

Cząsteczki dielektryka umieszczone w temperaturze większej od zera bezwzględnego drgają i obracają się chaotycznie. Zastanów się, jak temperatura wpływa na wypadkowe pole elektryczne $\overrightarrow{E_{wyp}}$?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz zdanie/zdania prawdziwe:

- ☐ Dielektryki to materiały, które przewodzą prąd.
- ☐ Dielektryki to materiały, które przewodzą prąd dopiero po podgrzaniu do temperatury 370 kelwinów.
- ☐ Dielektryki to materiały, które tracą możliwość przewodzenia prądu powyżej temperatury Curie.
- ☐ Dielektryki to materiały, które nie przewodzą prądu.

Ćwiczenie 2



Zaznacz materiały będące dielektrykami.

- ☐ szkło ($\rho = 10^{10} - 10^{14} \Omega \cdot m$)
- ☐ guma ($\rho = 10^{13} \Omega \cdot m$)
- ☐ węgiel ($\rho = 3,5 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$)
- ☐ siarka ($\rho = 10^{15} \Omega \cdot m$)
- ☐ srebro ($\rho = 1,59 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

Ćwiczenie 3



Zaznacz zdanie/zdania **fałszywe**:

- ☐ Niektóre dielektryki mają stały moment dipolowy
- ☐ W dielektrykach polarnych następuje wyindukowanie momentu dipolowego w zewnętrznym polu elektrycznym
- ☐ Wszystkie dielektryki mają stały moment dipolowy
- ☐ W dielektrykach niepolarnych możliwe jest wyindukowanie momentu dipolowego w zewnętrznym polu elektrycznym

Ćwiczenie 4



Moment dipolowy $\vec{p}$ wyznaczamy ze wzoru:

- ☐ $\vec{p} = \frac{\vec{l}_n}{q_n}$, gdzie q to wartość ładunku, a $\vec{l}$ jest wektorem mającym wartość równą odległości między ładunkami, kierunek prostej łączącej ładunki i zwrot od ładunku ujemnego do dodatniego
- ☐ $\vec{p} = 4\pi\epsilon_0 \cdot \left(q_n \cdot \vec{l}_n \right)$, gdzie ϵ_0 to przenikalność elektryczna próżni, q to wartość ładunku, a $\vec{l}$ jest wektorem mającym wartość równą odległości między ładunkami, kierunek prostej łączącej ładunki i zwrot od ładunku ujemnego do dodatniego
- ☐ $\vec{p} = \frac{q_n}{\vec{l}_n}$, gdzie q to wartość ładunku, a $\vec{l}$ jest wektorem mającym wartość równą odległości między ładunkami, kierunek prostej łączącej ładunki i zwrot od ładunku ujemnego do dodatniego
- ☐ $\vec{p} = q_n \cdot \vec{l}_n$, gdzie q to wartość ładunku, a $\vec{l}$ jest wektorem mającym wartość równą odległości między ładunkami, kierunek prostej łączącej ładunki i zwrot od ładunku ujemnego do dodatniego

Ćwiczenie 5



Zaznacz zdanie prawdziwe:

- ☐ Woda jest dielektrykiem niepolarnym.
- ☐ Woda jest dielektrykiem, ale nie można określić czy polarnym, czy niepolarnym.
- ☐ Woda nie jest dielektrykiem.
- ☐ Woda jest dielektrykiem polarnym.

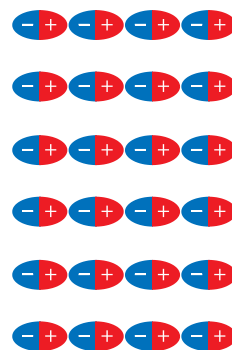
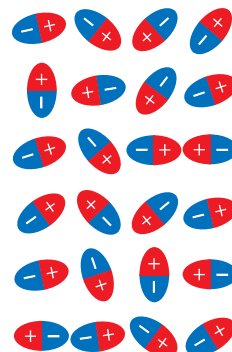
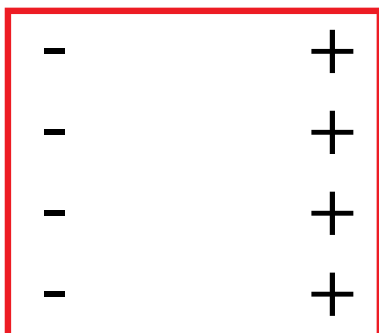
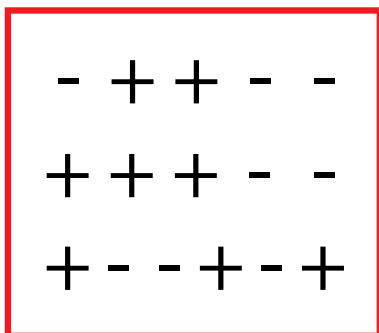
Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Który z rysunków poniżej przedstawia model dielektryka polarnego (bez zewnętrznego pola elektrycznego):



Ćwiczenie 8



Mamy dipol elektryczny, na który składa się proton i elektron oddalone od siebie o 4 pm ($4 \cdot 10^{-12}$ m). Wiedząc, że ładunek elektronu wynosi $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, oblicz elektryczny moment dipolowy tego dipola. Podaj wynik z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: Elektryczny moment dipolowy tego dipola wynosi $\cdot 10^{-31}$ mC.

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Martyna Jakubowska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Co to jest dielektryk?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. VII. Elektrostatyka. Uczeń: 11) opisuje polaryzację dielektryków w polu zewnętrznym i ich wpływ na pojemność kondensatora; oblicza pojemność kondensatora, uwzględniając stałą dielektryczną.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. zdefiniuje dielektryk, 2. wyjaśni, czym różnią się dielektryki polarne od niepolarnych, 3. opíše, w jaki sposób pole elektryczne oddziałuje na dielektryk, 4. wymieni przykłady dielektryków polarnych oraz niepolarnych.
Strategie i metody nauczania:	blended-learning - nauczanie hybrydowe
Formy zajęć:	- praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	komputer dla każdego ucznia, grafika interaktywna, długopis
Materiały pomocnicze:	brak
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel rozpoznaje wiedzę uczniów poprzez zadanie pytań: czym jest ładunek elektryczny, w jaki sposób ładunki oddziałują na siebie, czym jest dipol elektryczny, jaka jest jednostka ładunku? Jeśli uczniowie nie znają odpowiedzi, nauczyciel pomaga im usystematyzować wcześniejszą wiedzę z elektrostatyki. Przeczytanie i omówienie części „Czy to nie ciekawe?”.	
Faza realizacyjna:	

- Uczniowie samodzielnie czytają tekst „Warto przeczytać”.
- Nauczyciel sprawdza, czy uczniowie mają jakieś pytania związane z tekstem. Może też zadać własne pytania, np.:

- Dielektryk ma bardzo duży opór, ale jednak opór skończony. Co się stanie, jak przyłożymy do niego bardzo duże napięcie? Odp.: Nastąpi przebicie w formie rozgałęzionego drzewa (tzw. figura Lichtenberga). Ciekawostka: Takie same wzory obserwuje się na skórze człowieka porażonego piorunem.
- Czy potraficie zaproponować jakieś inne cząsteczki będące dielektrykami niepolarnymi? Odp.: N_2 (azot), SF_6 (heksafluorek siarki). Warto narysować je na tablicy i podkreślić ich symetrię.

Uczniowie wspólnie zastanawiają się nad pytaniami, które się pojawiły. Nauczyciel naprowadza uczniów na właściwe odpowiedzi.

- Uczniowie zapoznają się z grafiką interaktywną. Następnie nauczyciel ponownie sprawdza, czy uczniowie mają jakieś pytania. Nauczyciel może też zwrócić uwagę na fakt, że cząsteczka ma masę (bezwładność) i może nie nadążać za zmianą zewnętrznego pola, a następnie zadać pytanie: Co się stanie, jeśli będziemy szybko zmieniać zwrot tego pola? Odp.: Powstaną straty energii, która rozpraszana jest w dielektryku w postaci ciepła. W taki sposób działają kuchenki mikrofalowe podgrzewając wodę (dielektryk) znajdującą się przygotowywanej potrawie. Klasa wspólnie próbuje odpowiedzieć na pytania, które się pojawiły. Jeśli zajdzie taka potrzeba, uczniowie wracają do grafiki.
- Uczniowie wykorzystując zdobytą wiedzę rozwiązują zadania z punktu „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

- Uczniowie dzielą się na 4 grupy.
- Uczniowie w grupach omawiają rozwiązania zadań, wspólnie zastanawiając się nad zadaniami, które sprawiły im trudność. Każda z grup omawia 2 zadania „na forum klasy”.
- Nauczyciel sprawdza, które zadania sprawiły uczniom kłopot i dlaczego.
- Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.

Praca domowa:

Nauczyciel wcześniej przygotowuje pulę zadań podobnych do zadań z części „Sprawdź się” o zróżnicowanym stopniu trudności. Po przeanalizowaniu wyników zadań rozwiązanych przez uczniów w fazie realizacyjnej, nauczyciel wybiera ze swojej puli trzy zadania analogiczne do zadań, które uczniowie wskazali jako te, z którymi mieli problemy.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium może być wykorzystane po lekcji do powtórzenia i utrwalenia wiedzy.