

Jak definiuje się pojemność elektryczną kondensatora?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak definiuje się pojemność elektryczną kondensatora?

Czy to nie ciekawe?

Czy kondensator to zawsze dwie płaskie, równoległe płyty? Czy kondensator może mieć różne kształty? Czy wiesz, jak wyglądał pierwszy zbudowany przez człowieka kondensator?

Nie był on podobny do używanych współcześnie - pierwszym kondensatorem była tzw. butelka lejdejska. Skonstruowano ją w 1746 roku. Jak wskazuje nazwa, została ona zbudowana z naczynia przypominającego butelkę lub słoik i wykonano ją w Lejdzie. Wkrótce po tym francuski naukowiec - ksiądz Jean-Antoine Nollet zaprezentował przed królem możliwości nowego wynalazku. Do rozładowania kondensatora - jako przewodnika - użył „łańcucha” stworzonego z 240 gwardzistów. Pod wpływem nagłego impulsu elektrycznego gwardziści podskoczyli.

Choć doświadczenie to wywołało podziw króla i zgromadzonych, dziś wiemy, że nie było ono do końca bezpieczne. W przypadku osób, które mają chore serce takie doświadczenia mogą prowadzić do poważnych zaburzeń pracy serca, a nawet do śmierci.

Twoje cele

W tym materiale:

- dowiesz się, jak w sposób ogólny definiuje się pojemność kondensatora,

- wyznaczysz pojemność kondensatorów płaskiego, kulistego i walcowego,
- zbudujesz butelkę lejdejską.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Aby móc powiedzieć, jak definiuje się pojemność kondensatora, zastanówmy się najpierw, czym jest pojemność oraz czym jest kondensator.

Zacznijmy od kondensatora. Najprostsza definicja mówi, że kondensator to układ dwóch (lub więcej) przewodników, posiadający zdolność do gromadzenia ładunku elektrycznego.

Zazwyczaj pierwszym rodzajem kondensatora, o jakim dowiadujemy się na lekcjach fizyki, jest kondensator płaski. Jest to układ dwóch równoległych do siebie płyt przewodzących – tzw. okładek – o pewnej powierzchni S . Przestrzeń między tymi płytami może być „pusta” (wypełniona powietrzem, stąd cudzysłów) albo *dielektrykiem*. Dielektryki to materiały słabo przewodzące prąd. Ich względna **przenikalność elektryczna** ϵ_r jest większa od 1. Obecność dielektryka w kondensatorze w istotny sposób modyfikuje jego cechy. Dielektryki mogą mieć postać ciała stałego, cieczy lub gazu.

Skoro wiemy już, czym jest kondensator, możemy teraz przypomnieć pojęcie pojemności.

Pojemność kondensatora to wielkość fizyczna, oznaczana zwykle symbolem C , której miarę jest stosunek zgromadzonego na kondensatorze ładunku q do różnicy potencjałów ΔV wytworzonej przez wprowadzenie tego ładunku na okładki kondensatora,

$$C = \frac{q}{\Delta V}.$$

Jednostką pojemności jest **farad**, oznaczany przez F,

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}}.$$

Spróbujmy wrazić tę jednostkę przez jednostki podstawowe układu SI. Ponieważ

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s},$$

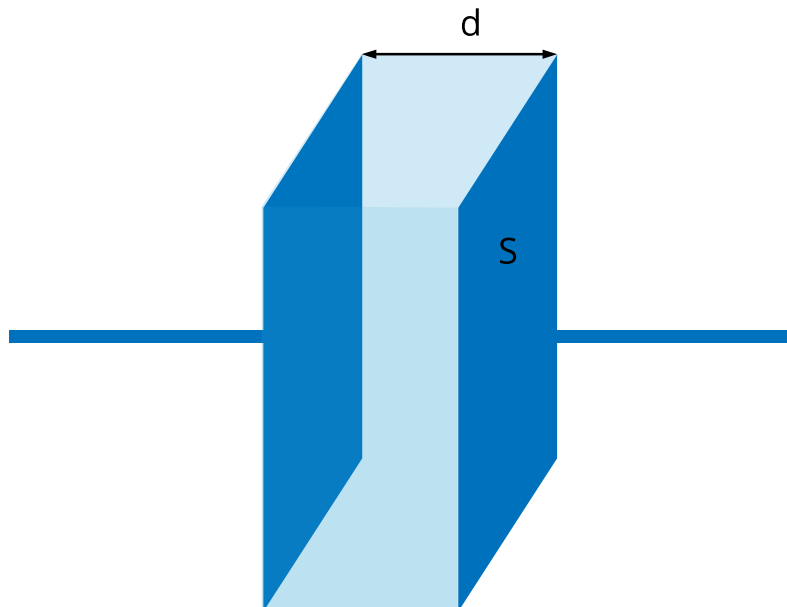
to

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot 1 \frac{\text{A} \cdot \text{s}^3}{\text{kg} \cdot \text{m}^2} = 1 \frac{\text{A}^2 \cdot \text{s}^4}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}.$$

W ogólności teoretyczne wyznaczenie pojemności kondensatora nie jest łatwym zadaniem, ale w kilku prostych i symetrycznych przypadkach daje względnie proste wyniki. Da się pokazać, że pojemność kondensatora płaskiego, o okładkach o powierzchni S oddalonych od siebie o d (Rys. 1.), wyraża się przez

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d},$$

gdzie ε_0 to [przenikalność elektryczna próżni](#).



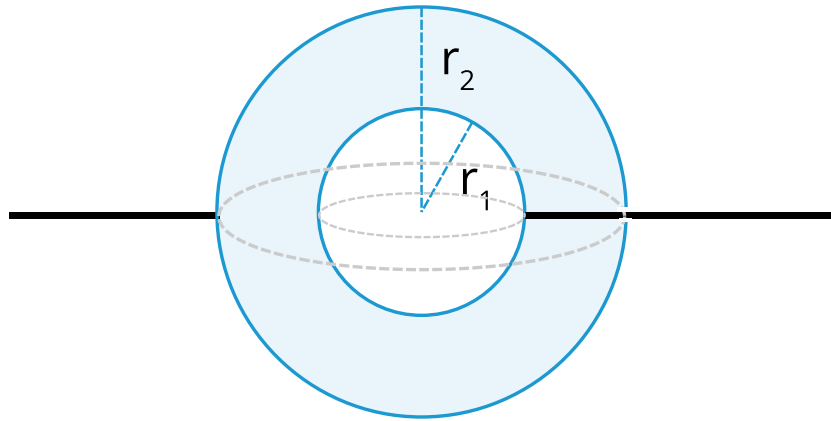
Rys. 1. Kondensator płaski o powierzchni okładek S oraz odległości między nimi d , wypełnionej dielektrykiem o względna przenikalność elektryczna ε_r .

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Drugim przykładem będzie układ składający się z przewodzącej kuli i otaczającej ją cienkiej, sferycznej warstwy tego samego materiału. Jest to tzw. kondensator kulisty. Jego pojemność okazuje się być określona przez

$$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1},$$

gdzie r_1 oraz r_2 to promienie wewnętrznej i zewnętrznej okładki kondensatora odpowiednio (Rys. 2.).



Rys. 2. Kondensator kulisty o promieniach okładek r_1 i r_2 oraz przestrzeni między nimi wypełnionej dielektrykiem o względnej przenikalności elektrycznej ϵ_r .

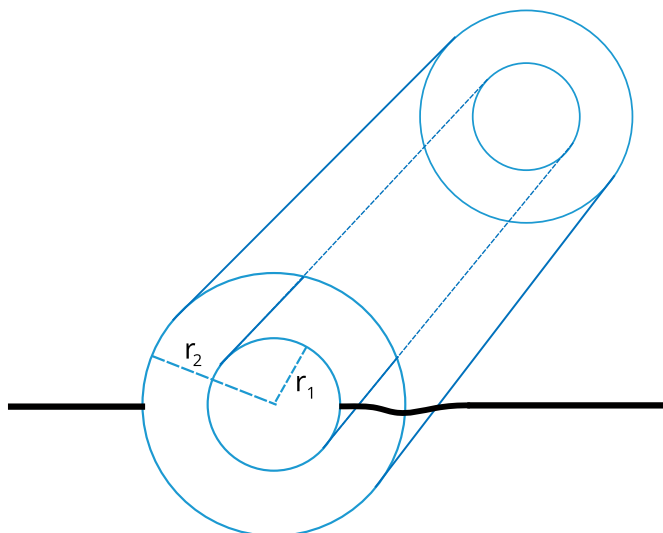
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Trzecim prostym przykładem kondensatora jest układ składający się z przewodzącego walca (litego albo nie) i otaczającej go cienkiej powierzchni walcowej. Jest to tzw. kondensator cylindryczny. Jego pojemność da się policzyć ze wzoru

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_rl}{\ln \frac{r_2}{r_1}},$$

gdzie l to wysokość walca, a r_1 i r_2 to promienie, odpowiednio, wewnętrznej i zewnętrznej okładki kondensatora.

Symbol \ln w mianowniku to tzw. logarytm naturalny, mający w podstawie niewymierną liczbę Eulera, $e \approx 2,71828$.



Rys. 3. Kondensator walcowy o długości l , promieniach okładek r_1 i r_2 oraz przestrzeni między nimi wypełnionej dielektrykiem o względnej przenikalności elektrycznej ϵ_r .

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Słowniczek

przenikalność elektryczna

(*ang.: electric permittivity*) charakteryzuje każdy ośrodek, w którym może istnieć pole elektrostatyczne, czyli próżnię i ośrodki materialne. Oznacza się ją grecką literą ϵ (epsilon). Przedstawia się ją często jako iloczyn przenikalności elektrycznej próżni ϵ_0 i tak zwanej przenikalności względnej ośrodka ϵ_r

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r,$$

przy czym przenikalność elektryczna próżni ma wartość

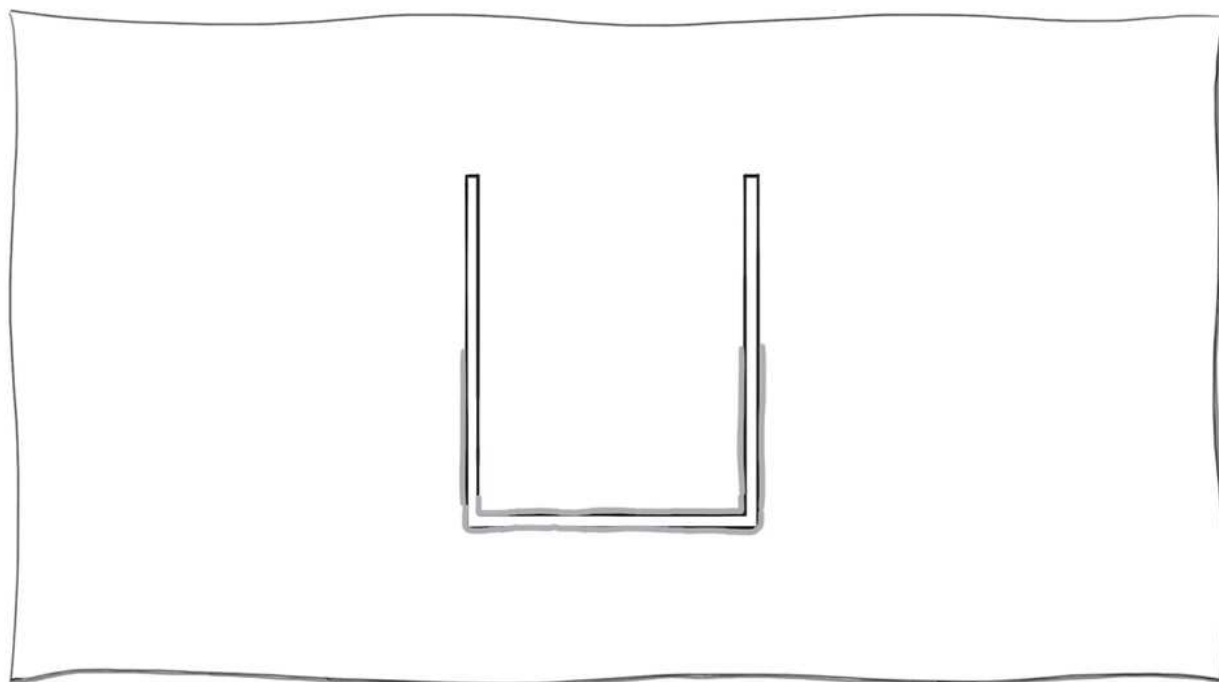
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}.$$

Im względna przenikalność elektryczna danego ośrodka jest większa, tym mniejsze, w porównaniu z próżnią, będzie natężenie pola elektrycznego, wywołanego w tym ośrodku przez ładunki elektryczne.

Film samouczek

Jak definiuje się pojemność elektryczną kondensatora?

Obejrzyj film samouczek, z którego dowiesz się, jak zbudować butelkę lejdejską.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/Rhcv4JjMPoS6H>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Wysłuchaj ścieżki lektorskiej.

Problem 1

Zastanów się nad tym, jak grubość szklanki wpływa na pojemność wykonanej zgodnie z filmem butelki lejdejskiej.

Problem 2

Czy materiał, z jakiego wykonana jest szklanka, wpływa na pojemność butelki lejdejskiej?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Oblicz pojemność kondensatora walcowego (powietrznego), jeśli jego wewnętrzna okładka ma promień $r_1 = 13$ cm, odległość między okładkami 6 cm, a długość kondensatora wynosi $l = 30$ cm. Przyjmij, że przenikalność elektryczna dla powietrza wynosi 1. Odpowiedź podaj w notacji wykładniczej, z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Martyna Jakubowska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak definiuje się pojemność elektryczną kondensatora?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>VII. Elektrostatyka. Uczeń:</p> <p>11) posługuje się pojęciem pojemności kondensatora i jej jednostką; posługuje się zależnością pojemności kondensatora płaskiego od jego wymiarów; oblicza energię zmagazynowaną w kondensatorze.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. objaśnia, jak w sposób ogólny definiuje się pojemność kondensatora, 2. objaśnia, jak wyznaczyć pojemność kondensatora płaskiego, 3. objaśnia, jak wyznaczyć pojemność kondensatora kulistego, 4. objaśnia, jak wyznaczyć pojemność kondensatora walcowego, 5. konstruuje butelkę lejdejską.
Strategie i metody nauczania:	blended-learning - nauczanie hybrydowe
Formy zajęć:	Film samouczek, praca w grupach.
Środki dydaktyczne:	<ul style="list-style-type: none"> - komputer dla każdego ucznia, - kalkulator, - długopis.
Materiały pomocnicze:	brak
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel rozpoznaje wiedzę uczniów poprzez zadanie pytań:</p> <ul style="list-style-type: none"> - czym jest różnica potencjałów elektryczny? - czym jest kondensator płaski? - czym jest pojemność elektryczna? - czy uczniowie potrafią podać jednostkę pojemności elektrycznej? <p>Jeśli uczniowie nie znają odpowiedzi, nauczyciel pomaga im usystematyzować wcześniejszą wiedzę z elektrostatyki. Uczniowie czytają i omawiają wstęp.</p>	
Faza realizacyjna:	
<ul style="list-style-type: none"> - Uczniowie samodzielnie czytają tekst. - Nauczyciel sprawdza, czy uczniowie mają jakieś pytania związane z tekstem. Uczniowie wspólnie zastanawiają się nad pytaniami, które się pojawiły. Nauczyciel naprowadza uczniów na właściwe odpowiedzi. - Uczniowie wykorzystując zdobytą wiedzę rozwiązują zadania. 	
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:

- Uczniowie oglądają film samouczek – samodzielnie budują butelkę lejdejską.

**Wskazówki
metodyczne opisujące
różne zastosowania
danego multimedium:**

Film samouczek może być wykorzystane przed lekcją jako wprowadzenie do niej lub w czasie lekcji.