Elektrostatyka 07 Kondensator. Ile prądu można zmagazynować w wiaderku?

Kondensator (podobnie jak bateria) służy do gromadzenia energii. Kondensator to dwie na
okładki, oddzielone od siebie warstwą iz. Pojemność kondensatora zależy głównie od wielkości powierzchni okładek i odległości między nimi, dlatego najczęściej zwija się je w rulon.

Ładowanie kondensatorów polega na przenoszeniu ła z jednej okładki na drugą.

Im większy zgromadzimy ładunek, tym wi uzyskamy napięcie.

Tak zgromadzoną energię wykorzystujemy np. do zamiany dźwięku na prąd w mi,
w fotografii do wyzwalania dużej ilości światła w lampach bł, w medycynie do
wyzwalania elektrowstrząsów w de oraz do napędzania tramwajów i autobusów.

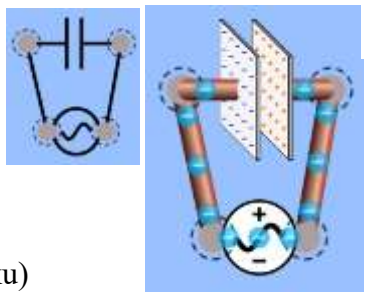
Pomiędzy okładkami kondensatora panuje pole elektryczne o napięciu U zależne od ilości zgromadzonego ładunku. Ładunek można wyliczyć z wzoru . Pojemność kondensatora C określa ile ła można zgromadzić na okładkach. Jednostką pojemności jest fa. W praktyce posługujemy się mikrofaradami μF lub nanofaradami nF.

Laboratorium PHET

Ćwiczenie 1. Badanie pojemności kondensatora

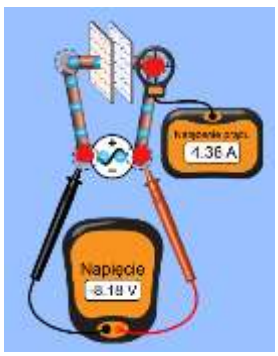
W praktyce laboratoryjnej możemy wyliczyć pojemność nieznanego kondensatora posługując się woltomierzem i amperomierzem.

- **Otwórz** stronę
  https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac/latest/circuit-construction-kit-ac_all.html?locale=pl
- **Zbuduj** układ pokazany na obrazku
  kondensator i generator prądu przemiennego



- **Narysuj** w zeszycie schemat połączenia
- **Kliknij** w generator i ustaw:
  - napięcie U_0 = **NR** V *NR - numer z dziennika*
  - częstotliwość **f= 1** Hz
- **Wpisz** obie wartości do tabeli (5 wierszy)
- **Podepnij** woltomierz i amperomierz (jak na rysunku)
  Prąd cały czas zmienia się sinusoidalnie, jak w gniazdku domowym.

- **Zatrzymaj** symulację w dowolnym momencie
- **Odczytaj** chwilowe napięcie **U(t)**, natężenie **I(t)** i wpisz do tabeli
  ***UWAGA** - unikaj sytuacji, gdy napięcie U(t) jest bliskie **0** lub **NR** - powtórz pomiar*
- **Uruchom** i **zatrzymaj** ponownie symulację 4 razy - wpisz pomiary do tabeli
- **Wylicz** w tabeli maksymalne natężenie I_0 i pojemność kondensatora **C**
  Z dokładnością do trzech miejsc po przecinku
- **Wylicz** średnią pojemność kondensatora z pięciu pomiarów



NR	U0 [V]	f [Hz]	U(t) [V]	I(t) [A]	I0 [A]	C [F]
1						
2						
3						
4						
5						
					średnie C	

$$I_0 = \frac{i(t)}{\sqrt{1-\left(\frac{u(t)}{U_0}\right)^2}}$$

$$C = \frac{I_0}{2\pi \cdot f \cdot U_0}$$

- **Kliknij** w dowolny kondensator i sprawdź poprawność obliczeń

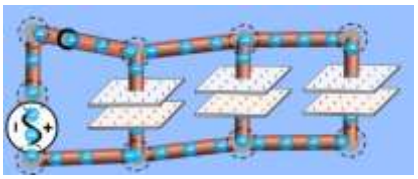
Wniosek Pojemność kondensatora można wyznaczyć metodą techniczną (mierząc prąd i napięcie przemienne), a wyciągnięta średnia arytmetyczna skutecznie eliminuje drobne błędy odczytu z wykresu

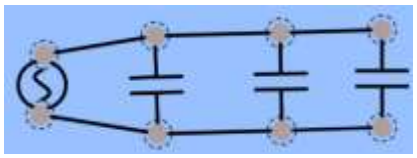
Łączenie kondensatorów

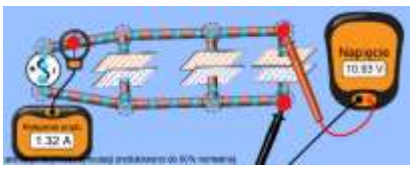
W urządzeniach elektronicznych łączy się kondensatory w pakiety (szeregowo lub równolegle), gdy nie mamy pod ręką jednego kondensatora o idealnych parametrach fabrycznych.

Połączenie równoległe – Zwiększenie pojemności

W połączeniu równoległym wszystkie okładki dodatnie kondensatorów są połączone razem, a wszystkie okładki ujemne również tworzą jedną linię.







Ćwiczenie 2. Badanie pojemności układu kondensatorów

- **Zbuduj** układ trzech kondensatorów
- **Narysuj** w zeszycie schemat połączenia równoległego
- **Ustaw** generator jak w ćwiczeniu 1
- **Podłącz** woltomierz i amperomierz jak na rysunku
- **Wykonaj 5 pomiarów** i wylicz w tabeli pojemność średnią układu

UWAGA *- unikaj sytuacji, gdy napięcie U(t) jest bliskie* ***0*** *lub* ***NR*** *- powtórz pomiar*

NR	U0 [V]	f [Hz]	U(t) [V]	I(t) [A]	I0 [A]	C [F]
1						
2						
3						
4						
5						
					średnie C	

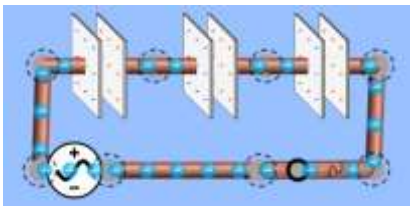
Zadanie 2. **Oblicz** z wzoru $C_z = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$ teoretyczną pojemność układu równoległego,

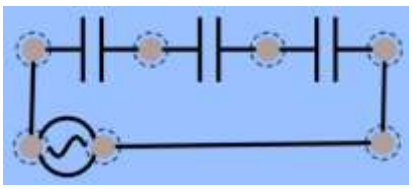
gdy $C_1=C_2=C_3=0{,}1$ F $C_z =$ ☐

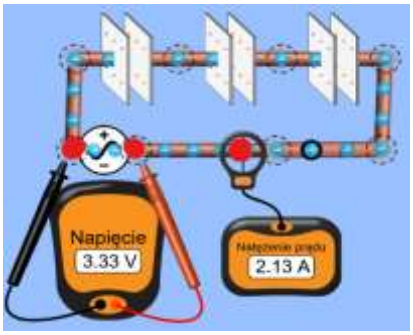
Wniosek Połączenie równoległe kondensatorów powoduje sumowanie się ich pojemności, przez co pojemność zastępcza całego układu jest większa od pojemności każdego z pojedynczych kondensatorów.

Połączenie szeregowe – Zwiększenie napięcia

W połączeniu szeregowym kondensatory są ustawione jeden za drugim, w jednej linii (koniec jednego jest połączony z początkiem drugiego).







Ćwiczenie 3. Badanie pojemności układu kondensatorów

- **Zbuduj** układ trzech kondensatorów
- **Narysuj** w zeszycie schemat połączenia szeregowego
- **Ustaw** generator jak w ćwiczeniu 1
- **Podłącz** woltomierz i amperomierz jak na rysunku
- **Wykonaj 5 pomiarów** i wylicz w tabeli pojemność średnią układu

UWAGA *- unikaj sytuacji, gdy napięcie U(t) jest bliskie* ***0*** *lub* ***NR*** *- powtórz pomiar*

NR	U0 [V]	f [Hz]	U(t) [V]	I(t) [A]	I0 [A]	C [F]
1						
2						
3						
4						
5						
					średnie C	

Zadanie 3. **Oblicz** z wzoru $\frac{1}{C_z} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$ teoretyczną pojemność układu szeregowego,

gdy $C_1=C_2=C_3=0{,}1$ F $C_z =$ ☐

Wniosek W układzie szeregowym całkowita pojemność zastępcza drastycznie maleje i jest zawsze mniejsza od pojemności najmniejszego kondensatora wchodzącego w skład tego układu.