

## Elektrostatyka 05

### Napięcie elektryczne. Dlaczego zapalarka do gazu wywołuje pioruny?

Pole elektryczne działa na ładunki siłą, dzięki której się poruszają.

Wielkością opisującą pole elektryczne jest **potencjał V**, a mierzymy go w **woltach V**.

Potencjał to **energia**, jaką posiada ładunek w danym miejscu pola  $E=q \cdot V$ .

Cząstka poruszająca się w polu elektrycznym przemieszcza się w obszarach o różnych potencjałach V, i tę różnicę nazywamy **napięciem elektrycznym**  $U=V_2 - V_1$ .

Podczas przemieszczania się cząstka wykonuje pracę  $W=q \cdot U$ .

Energię poruszających się cząstek wykorzystujemy w sposób kontrolowany w różnych urządzeniach elektrycznych zamieniających energię elektryczną na ciepłą (czajnik, toster), świetlną (żarówka, LED), mechaniczną (silnik elektryczny) a także w przetwarzaniu informacji (transzystory w kartach pamięci i procesorach).

### Phet Colorado - Kondensatory

*Kondensator to element elektroniczny, który magazynuje energię elektryczną w polu elektrostatycznym, gromadząc przeciwne ładunki na dwóch przewodzących okładkach rozdzielonych izolatorem. Gdy podłączymy kondensator do źródła napięcia (np. baterii), jedno źródło zaczyna zabierać elektrony z jednej okładki (staje się ona dodatnia), a wciska je na drugą okładkę (staje się ujemna).*

*Miedzy okładkami rośnie różnica potencjałów (napięcie U), a w warstwie izolatora gromadzi się silne pole elektryczne. Gdy napięcie na kondensatorze zrówna się z napięciem baterii, przepływ elektronów ustaje. Kondensator jest naładowany i nie przepuszcza już prądu stałego – działa jak przerwa w obwodzie. Jeśli odłączymy baterię i połączymy okładki przewodem z odbiornikiem (np. diodą LED), zgromadzone elektrony gwałtownie wracają na swoje miejsce, wyrównując potencjały. Powstaje prąd rozładowania.*

### Laboratorium - Pojemność, ładunek i energia kondensatora

- **Otwórz** stronę z laboratorium i wybierz **Żarówkę**   
[https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/latest/capacitor-lab-basics\\_all.html?locale=pl](https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/latest/capacitor-lab-basics_all.html?locale=pl)

Ustawienia w aplikacji Phet Colorado - Kondensatory

|                                                         |                                                          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> pojemność           | <input checked="" type="checkbox"/> ładunki na okładkach |
| <input checked="" type="checkbox"/> ładunek okł. górnej | <input checked="" type="checkbox"/> wykresy słupkowe     |
| <input checked="" type="checkbox"/> energia             | <input type="checkbox"/> linie pola elektrycznego        |
|                                                         | <input type="checkbox"/> kierunek ruchu elektronów       |

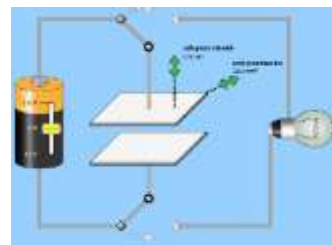
- **Zaznacz** ☒ energia i ☐ kierunek ruchu elektronów
- **Ustaw** odległość okładek  $d = 10 - NR \cdot 0,2$  [mm]  
NR - numer z dziennika  
np. NR=11  $d = 7,8$
- **Ustaw** powierzchnię okładek  $S = 100 + NR \cdot 10$  [mm<sup>2</sup>]  
NR - numer z dziennika  
np. NR=11  $S = 210$
- **Ustaw** napięcie baterii  $U = 1,5$  V



- **Ustaw** przełącznik w pozycji **ładowanie**   
... kondensator się ładuje ... na jednej okładce gromadzi się ładunek dodatni, na drugiej ujemny

Obliczenia

- **Przelicz** odległość okładek kondensatora **d** na metry [m]
- **Przelicz** powierzchnię okładek kondensatora **S** na metry kwadratowe [m<sup>2</sup>]
- **Wylicz** pojemność kondensatora **C** z wzoru:  $C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$  w faradach [F]  
 $\epsilon_0$  - przenikalność elektryczna próżni  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$
- **Przelicz** pojemność kondensatora na pikofarady [pF]
- **Wylicz** ładunek **q** kondensatora z wzoru:  $q=C \cdot U$  w kulombach [C]
- **Przelicz** ładunek na pikokulomby [pC]



- **Wylicz** liczbę ładunków elementarnych **e** w kondensatorze  
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} [C]$
- **Wpisz** wszystkie dane i wyniki do tabeli

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| NR                                |  |
| odległość d [mm]                  |  |
| d [m]                             |  |
| powierzchnia S [mm <sup>2</sup> ] |  |
| S [m <sup>2</sup> ]               |  |
| pojemność C [F]                   |  |
| C [pF]                            |  |
| ładunek q [C]                     |  |
| q [pC]                            |  |
| liczba ład. elementarnych         |  |

## Laboratorium - Rozładowanie kondensatora

*Ustawienia w aplikacji Phet Colorado - Kondensatory*

- **Ustaw** odległość okładek **d = 2 [mm]**
- **Ustaw** powierzchnię okładek **S 400 [mm<sup>2</sup>]**
- **Ustaw** napięcie baterii **U = 1,5 V**



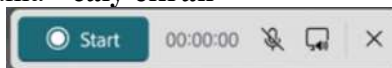
- **Ustaw** przełącznik w pozycji **ładowanie**

*Nagrywanie w aplikacji Narzędzie wycinanie*

- **Wybierz Narzędzie Wycinanie - Windows+SHIFT S**



- **Ustaw** nagrywanie ekranu
- **Zaznacz** myszką obszar nagrywania - **cały ekran**



- **Wciśnij** przycisk **Ruszaj (Start)**



- **Ustaw** przełącznik w pozycji **rozładowanie**

*Żarówka świeci - kondensator się rozładowyduje*

- **Zakończ** nagrywanie, gdy kondensator rozładowuje się całkowicie  
*Okolo 30 sekund*



**UWAGA - wybierz zrzut ekranu w narzędziu Wycinanie**

*Odtwarzanie w aplikacji Narzędzie wycinanie*

- **Przewijaj** film do kolejnych sekund i wpisz do tabeli energię kondensatora w **[pJ]**

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| czas [s]     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 20 |
| energia [pJ] |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

- **Przygotuj** wykres energii w funkcji czasu **E(t)** dla danych w tabeli

*oś X - czas*

*oś Y - energia*

*dobierz odpowiednio podziałkę na osi X i Y*

*opisz obie osie (symbol i jednostka)*

*połącz punkty wykresu*

**UWAGA**

*- możesz przygotować wykres na arkuszu kalkulacyjnym i przerysować*

