

Podsumowanie wiadomości z elektrostatyki

Zasób zawiera: krótkie zestawienie informacji dotyczących tematyki podsumowania wraz ze zdjęciem błyskawicy na niebie.

Zasób zawiera: ogólne wyjaśnienie trzech sposobów elektryzowania ciała (tarcie, dotyk, indukcję) i zdjęcie elektryzowania włosów podczas czesania grzebieniem.

Zasób zawiera fotografię wyładowania iskrowego oraz określenie ilości ładunku w ciałach obojętnych i naelektryzowanych.

Zasób zawiera: rysunek przedstawiający wektory oddziaływań ładunków jedno- i różnoimiennych; cztery sformułowania dotyczące oddziaływań między ładunkami; sformułowanie prawa Coulomba wraz ze wzorem, objaśnieniem symboli we wzorze i jednostkami; przykład wykorzystania prawa Coulomba w zadaniu rachunkowym.

Zasób zawiera określenie ładunku elementarnego wraz z podaną wartości e i jednostką.

Zasób zawiera pięć sformułowań dotyczących zasady zachowania ładunku elektrycznego.

Zasób zawiera podsumowanie wiadomości o przewodnikach, izolatorach i półprzewodnikach z opisaniem własności, przykładów i zastosowaniu. oraz fotografię przewodnika w oprawie z izolatora.

Zasób zawiera zestaw dziewięciu zadań interaktywnych różnego typu z możliwością sprawdzenia poprawności odpowiedzi.

Podsumowanie wiadomości z elektrostatyki

Niniejszy materiał stanowi zestawienie zagadnień dotyczących elektrostatyki tj. ładunki elektryczne i ich oddziaływanie, elektryzowanie ciał, zasada zachowania ładunku, prawo Coulomba i inne. Szczegółowe omówienie tych zagadnień znajdziesz w materiałach:

- Elektryzowanie ciał przez tarcie, dotyk i indukcję
- Zasada zachowania ładunku elektrycznego
- Ładunki elektryczne i ich oddziaływanie. Ładunek elementarny



Elektrostatyka, choć wydaje się prostym i dość ograniczonym działem fizyki, kryje w sobie wiele tajemnic. Przykładowo: dlaczego materiały i substancje będące dobrymi izolatorami w pewnych warunkach mogą całkiem dobrze przewodzić prąd elektryczny? Najbardziej znanym przykładem tego zjawiska jest uderzenie pioruna
Źródło: BirnWeins, dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Ładunek elektryczny



Zgromadzony ładunek elektryczny możemy zobaczyć jako przeskakującą iskrę

Materia zbudowana jest z ogromnej liczby atomów, a te składają się z cząstek elementarnych. Niektóre z nich są obdarzone ładunkiem elektrycznym:

- elektrony – ładunkiem ujemnym;
- protony – ładunkiem dodatnim.

W ciele obojętnym elektrycznie liczba elektronów jest równa liczbie protonów.

W ciele naładowanym ujemnie liczba elektronów jest większa od liczby protonów.

W ciele naładowanym dodatnio liczba elektronów jest mniejsza od liczby protonów.

Ładunek elektryczny oznaczany jest najczęściej literą Q lub q .

Jednostką ładunku elektrycznego w układzie SI jest **kulomb**; oznaczmy go literą C .

Ładunek elementarny



Ładunek elementarny oznaczamy jako e . Jest to wartość ładunku protonu i elektronu

Źródło: ContentPlus, licencja: CC BY 3.0.

Ładunek elementarny to najmniejsza porcja ładunku, jaką można przenieść z jednego ciała na drugie. Oznaczamy go literą e . Ładunek elementarny jest równy wartości ładunku, jaki posiadają elektron lub proton i wynosi $1,602 \cdot 10^{-19} C$.

Wartość każdego ładunku elektrycznego jest wielokrotnością ładunku elementarnego:

$$Q = n \cdot e$$

Zasada zachowania ładunku

Zasada zachowania ładunku posiada dwa niezależne sformułowania, z których każde podkreśla jej inny aspekt:

1. Ładunki elektryczne nie giną, ani nie można ich stworzyć – mogą jedynie się przemieszczać.
2. W układach izolowanych sumaryczny ładunek elektryczny (algebraiczna suma ładunków dodatnich i ujemnych) nie ulega zmianie.

Zasada zachowania ładunku pozwala wyjaśnić przebieg wielu zjawisk, do których należą: elektryzowanie ciał (przez tarcie, dotyk i indukcję), zasady rządzące przepływem prądu elektrycznego (pierwsze prawo Kirchhoffa) i wiele zjawisk w mikroświecie, np. reakcje jądrowe.

Elektryzowanie ciał



Gdy zbliżysz naelektryzowany przedmiot do swoich włosów poczujesz jak są one przyciągane przez zgromadzone ładunki

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Ciała można elektryzować przez:

- tarcie,
- dotyk,
- indukcję.

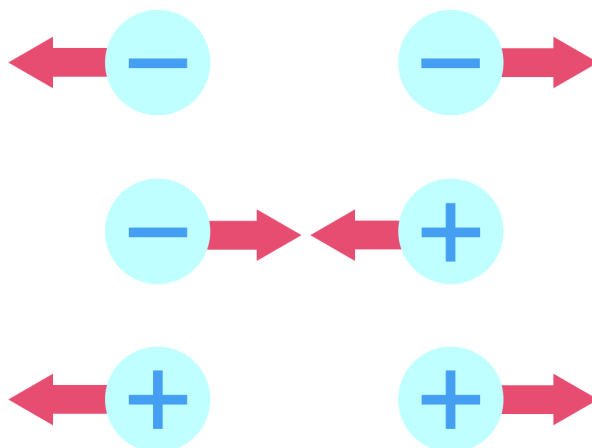
1. **Elektryzowanie ciał przez tarcie** polega na pocieraniu (oddziaływaniu mechanicznym) o siebie dwóch ciał, pierwotnie obojętnych elektrycznie. Pewna liczba elektronów (obdarzonych ładunkiem ujemnym) przechodzi wtedy z jednego ciała do drugiego. W efekcie na jednym ciele powstanie nadmiar elektronów, czyli ładunku ujemnego, a na drugim – nadmiar ładunku dodatniego (niedobór elektronów). Ostatecznie oba ciała są naelektryzowane ładunkami o tej samej wartości, ale przeciwnym znaku.
2. **Elektryzowanie przez dotyk** polega na dotknięciu ciała pozbawionego ładunku ciałem naelektryzowanym. Jeżeli jest ono naładowane dodatnio, to elektrony przechodzą

z ciała obojętnego elektrycznie na ciało naelektryzowane. Jeżeli naelektryzowane ciało jest naładowane ujemnie, to elektrony przechodzą z niego na ciało obojętne elektrycznie. W efekcie na obu ciałach gromadzi się ładunek elektryczny tego samego znaku.

Uwaga: elektryzowanie przez dotyk musi być poprzedzone przemieszczeniem się ładunku w ciele, które chcemy naelektryzować.

3. **Elektryzowanie przez indukcję** polega na zbliżeniu (na pewną odległość) ciała naładowanego do innego ciała. W efekcie następuje przemieszczanie się elektronów swobodnych: bliżej ciała naelektryzowanego gromadzi się (indukuje) ładunek o znaku przeciwnym niż ładunek ciała naelektryzowanego, a na przeciwnej stronie tego ciała – ładunek mający taki sam znak. Efekt ten znika, gdy oddalimy ciało naelektryzowane.

Oddziaływanie ładunków elektrycznych i prawo Coulomba



Pamiętaj, że ładunki jednoimienne się odpychają, a różnoimienne przyciągają

Źródło: ContentPlus, licencja: CC BY 3.0.

1. Ciała obdarzone ładunkiem elektrycznym oddziałują wzajemnie jeden na drugi siłą elektrostatyczną:
 - gdy ich ładunki są tego samego znaku (jednoimienne), ciała się odpychają;
 - gdy ich ładunki są przeciwnego znaku (różnoimienne), ciała się przyciągają.
2. Oddziaływanie elektrostatyczne jest wzajemne.
3. Wartość siły elektrycznej zależy zarówno od wartości ładunku zgromadzonego na ciałach, jak i od odległości między nimi:
 - im większa wartość ładunku, tym większa siła elektrostatyczna;
 - im większa odległość między ciałami, tym mniejsza siła elektrostatyczna.
4. Prawo wiążące siłę elektrostatyczną z wartością ładunków i odległością między naelektryzowanymi ciałami nazywamy prawem Coulomba.

Prawo: prawo Coulomba

Siła wzajemnego oddziaływania dwóch ładunków punktowych Q_1 i Q_2 jest wprost proporcjonalna do iloczynu tych ładunków, a odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi.

Twierdzenie to można zapisać za pomocą wzoru:

$$F = k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

gdzie:

F – siła,

k – stała elektrostatyczna; $k \approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

Q_1, Q_2 – punktowe ładunki elektryczne;

r – odległość między punktowymi ładunkami elektrycznymi.

Z prawa Coulomba wynika, że gdy odległość ładunków jest stała, to siła wzajemnego oddziaływania rośnie tyle razy ile razy wzrośnie każdy ładunek – gdy każdy z nich wzrośnie np. dwa razy, to siła wzrośnie 4 razy, gdy tylko jeden wzrośnie np. 3 razy, to siła wzrośnie 3 razy. Przy stałej wartości ładunków siła maleje ze wzrostem odległości – np. dwukrotny wzrost odległości powoduje czterokrotne zmniejszenie wartości siły.

Przewodniki i izolatory



Przewody są wykonane zarówno z przewodników jak i izolatorów. Wewnętrzny rdzeń, którym płynie prąd (przesyłany jest sygnał) wykonany jest z przewodnika, natomiast otoczek wykonana jest z izolatora (najczęściej tworzywa sztucznego) aby zapobiec porażeniom

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

1. Ze względu na łatwość, z jaką ciała przewodzą prąd elektryczny, dzielimy je na:
 - przewodniki,
 - izolatory,
 - półprzewodniki.
2. **Przewodniki** to ciała dobrze przewodzące prąd, zawierające cząstki naładowane, które mogą się swobodnie wewnątrz nich przemieszczać. Cząstki te nazywamy nośnikami prądu.
Przewodnikami są:
 - metale (złoto, srebro, miedź, glin) – nośnikami prądu są w nich elektrony,
 - elektrolity, czyli ciecze przewodzące prąd (niektóre roztwory kwasów, zasad i soli, w tym płyny ustrojowe organizmów żywych) – nośnikami prądu są w nich jony,
 - zjonizowane gazy (gazy zamknięte w świetłówkach i lampach neonowych) – nośnikami prądu są w nich elektrony i jony.
3. **Izolatory** to substancje, które nie przewodzą prądu elektrycznego. Cząstki obdarzone ładunkiem nie mogą się w nich swobodnie przemieszczać:
 - do izolatorów zalicza się m.in. gumę, szkło, styropian, papier, suche drewno, tworzywa sztuczne i suche powietrze.

Izolatory znajdują szerokie zastosowanie jako materiały zabezpieczające przed porażeniem prądem elektrycznym.

4. **Półprzewodnik** to materiał wykazujący właściwości przewodnika oraz izolatora.
 - przykładem półprzewodników są krzem i german;
 - najważniejszą cechą półprzewodników jest to, że możemy zmieniać ich zdolność przewodzenia prądu przez wprowadzenie pewnych domieszek;
 - półprzewodniki znalazły zastosowanie głównie w przemyśle – wykorzystuje się je do wyrobu elementów elektronicznych takich jak tranzystory, diody, układy scalone i elementy pamięci;
 - zdolność przewodzenia prądu przez półprzewodniki rośnie wraz ze wzrostem temperatury (odwrotnie niż u przewodników). Dzieje się tak, ponieważ ze wzrostem temperatury wzrasta liczba swobodnych nośników ładunku.

Zadania

Ćwiczenie 1



Uzupełnij lukę.

Kropla rtęci posiadająca ładunek $Q_1 = 1 \text{ mC}$ spadła do naelektryzowanego pojemnika o ładunku $Q_2 = -5 \text{ mC}$. Ładunek pojemnika z rtęcią wynosi mC.

Ćwiczenie 2



Ładunek $Q = 32 \text{ mC}$. Ile to kulombów? Zaznacz poprawną odpowiedź.

0,32 C

3200 C

32000 C

0,032 C

3,2 C

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3



Uporządkuj ładunki od najmniejszego do największego: $Q_1 = 1,95 \text{ mC}$, $Q_2 = 195 \mu\text{C}$, $Q_3 = 0,195 \text{ C}$. Zaznacz poprawną odpowiedź.

$Q_2 < Q_3 < Q_1$

$Q_2 < Q_1 < Q_3$

$Q_3 < Q_1 < Q_2$

$Q_1 < Q_2 < Q_3$

$Q_2 = Q_1 < Q_3$

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij lukę w zdaniu, wpisując poprawne słowo.

Cząstka posiadająca ładunek ujemny równy wartości ładunku elementarnego to

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5



Określ, czy poniższe materiały są przewodnikami, izolatorami lub półprzewodnikami. Przeciągnij materiał do odpowiedniej grupy lub przyporządkuj grupę wybierając z listy rozwijanej przy każdym z materiałów.

przewodnik

izolator

półprzewodnik

ebonit

papier

krew

woda z kranu (pitna)

platyna

guma

szkło

aluminium

żelazo

miedź

bawełniana tkanina

krzem

german

rtęć

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6



Dokończ zdanie, wybierając poprawne odpowiedzi.

Proton i jon dodatni

nie oddziałują ze sobą.

nie mają ładunku elektrycznego.

są nośnikami ładunku w cieczach i gazach.

są obdarzone ładunkami jednoimiennymi.

są obdarzone ładunkami różnoimiennymi.

odpychają się.

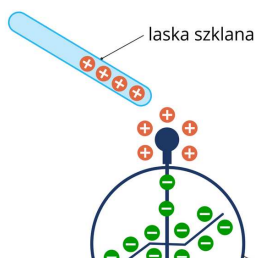
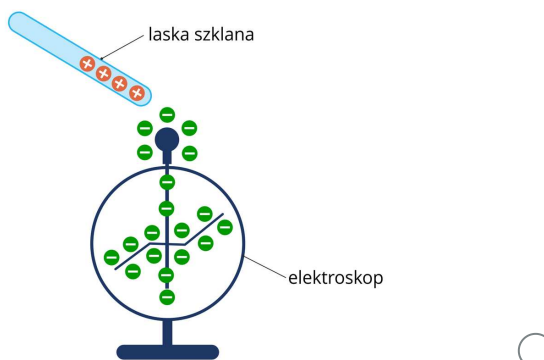
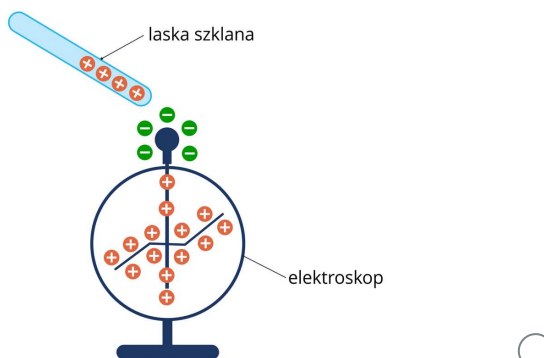
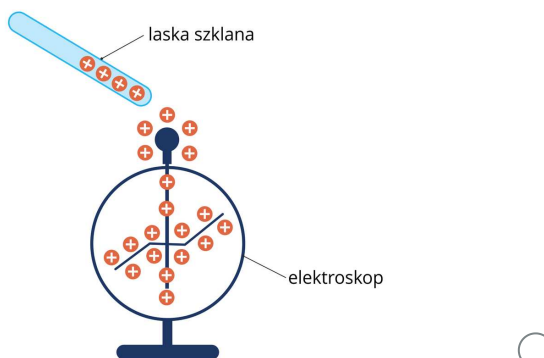
przyciągają się.

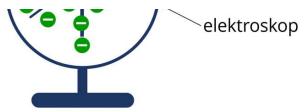
Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7



Zbliżenie naelektryzowanej dodatnio laski szklanej do górnego końca pręta elektroskopu powoduje wychylenie wskazówki. Który z rysunków przedstawia poprawny rozkład ładunków na pręcie i wskazówce elektroskopu?





Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8



Który z wymienionych przedmiotów jest izolatorem? Zaznacz poprawną odpowiedź.

żelazna poręcz

metalowy łańcuszek

gumowy kalosz

łodyga kwiatu

srebrna łyżeczka

złoty pierścionek

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9



W chmurach burzowych unoszące się w górę kuleczki lodu ocierają się o kropelki wody. W wyniku tarcia tych drobin chmura elektryzuje się na gorze dodatnio, a u podstawy ujemnie. Jak można opisać wymianę ładunków między kroplami wody a kulkami lodu? Zaznacz poprawną odpowiedź.

Kulki lodu oddają elektrony, a krople wody oddają protony.

Kulki lodu oddają więcej elektronów niż protonów, a krople wody przyłączają więcej elektronów niż protonów.

Kulki lodu przyłączają protony, a krople wody je oddają.

Kulki lodu oddają elektrony, a krople wody je przyłączają.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10



Plastikowa linijka po potarciu o wełniany szalik naelektryzowała się ujemnie. Wybierz poprawne uzupełnienie każdej luki.

Cząsteczkami, które przemieściły się między szalikiem i linijką są .

jony dodatnie (kationy)

jony ujemne (aniony)

protony

elektrony

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Cząsteczki te przemieściły się z na .

linijki

szalik

linijkę

szalika

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Szalik naelektryzował się , ładunkiem wartości.

większej

dodatnio

mniejszej

ujemnie

o takiej samej

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 11



Jakim rodzajem oddziaływania jest oddziaływanie elektrostatyczne?

żadna odpowiedź nie jest poprawna

oddziaływanie bezpośrednie

oddziaływanie na odległość

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 12



Na skutek tarcia powietrza o jadący samochód jego karoseria się elektryzuje. Czy gumowe opony stanowią uziemienie karoserii?

, opony uziemienia dla karoserii, ponieważ guma jest zatem prądu elektrycznego.

przewodzi

izolatorem

przewodnikiem

Nie

Tak

stanowią

nie stanowią

nie przewodzi

Zródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 13



Czy za pomocą samego elektroskopu możemy stwierdzić jakim ładunkiem jest naelektryzowany dany obiekt? Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Za pomocą samego elektroskopu stwierdzić jakim ładunkiem jest naelektryzowany dany obiekt, ponieważ wskazówki elektroskopu wychylają się .

tak samo niezależnie od rodzaju ładunku

w drugą stronę w przypadku naładowaniu ładunkiem o przeciwnym znaku

nie można

można

mniej przy naładowaniu ładunkiem ujemnym

czasem można

mniej przy naładowaniu ładunkiem dodatnim

Zródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 14

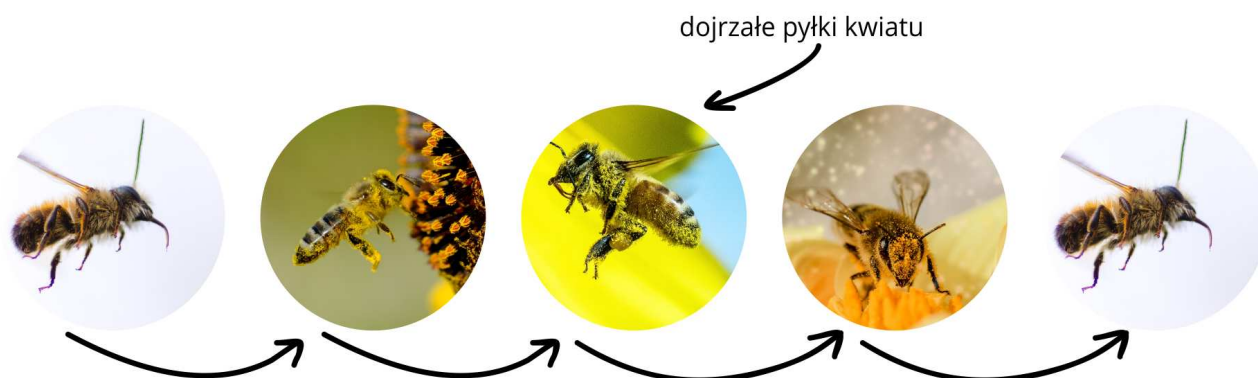


Dlaczego czasem gdy dotykasz metalowej poręczy przy schodach to czujesz, że poręcz Cię "kopie" (odczuwasz nieprzyjemne uczucie, lekki ból, mrowienie, a czasem słychać też trzask)? Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 15



Zapylenie kwiatów polega na przeniesieniu pyłku z kwiatu na kwiat i jest możliwe dzięki niektórym owadom. Jednym z tych owadów jest pszczoła. Jeden ze sposobów, w jaki pszczoły mogą przenieść pyłek, polega na elektrostatycznym zbieraniu ziaren pyłku. Pszczoły są zwykle naładowane dodatnio. Gdy pszczoła zawisa w pobliżu pylnika kwiatu, ziarenka pyłku przyczepiają się do pszczoły i są przez nią przenoszone do następnego kwiatu. Ten proces został schematycznie przedstawiony na rysunku poniżej.



Schematyczne przedstawienie procesu zapylenia kwiatów

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com / www.pexels.com, licencja: CC BY 3.0.

1. Jaki ładunek posiada pyłek kwiatowy? Odpowiedź uzasadnij.
2. Czy ziarenko pyłku ma kontakt elektryczny z ciałem pszczoły? Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 16

Ładunek Q_1 znajduje się w odległości r od ładunku Q_2 . Ile razy wzrośnie siła oddziaływania pomiędzy ładunkami gdy odległość między nimi zmniejszymy o połowę?

Siła ta wzrośnie razy.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 17

Ładunek $Q_1 = 5 \mu\text{C}$ znajduje się w odległości 5 cm od ładunku $Q_2 = 7 \mu\text{C}$. Wybierz prawidłowe uzupełnienie zdań.

Ładunek Q_1 zadziała na ładunek Q_2 siłą o wartości , a ładunek Q_2 działa na ładunek Q_1 siłą o wartości, kierunku i zwrocie.

1, 4 mN

przeciwnym

1, 8 N

większej

2, 25 N

takim samym

takiej samej

0, 14 N

mniejszej

innym

takim samym

Zródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.