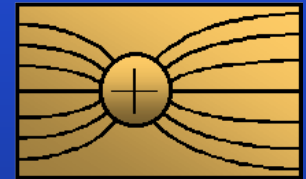




Politechnika Wrocławska



Wydział Mechaniczno-Energetyczny



Podstawy elektrotechniki

Prof. dr hab. inż. Juliusz B. Gajewski, prof. zw. PWr

Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Bud. A4 „Stara kotłownia”, pokój 359

Tel.: 71 320 3201

Fax: 71 328 3218

E-mail: juliusz.b.gajewski@pwr.edu.pl

Internet: www.itcmp.pwr.wroc.pl/elektra

Pojęcia podstawowe

Elektrotechnika

E l e k t r o t e c h n i k a jest nauką o praktycznym wykorzystaniu zjawisk elektrycznych; ogólnie jest ograniczona do zastosowań, w których występuje przepływ prądu przez przewodniki, jak ma to miejsce w silnikach i generatorach.

Według *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms*, McGraw-Hill Company, New York – St. Louis – San Francisco 1984.

E l e k t r o t e c h n i k a jest dziedziną inżynierii, która dotyczy studiów i praktycznego wykorzystania e l e k t r y c z n o ś c i i e l e k t r o m a g n e t y z m u.

U podstaw elektrotechniki leży nauka o elektryczności będąca jednym z działów fizyki. W ramach nauki fizyki poznaje się zjawiska elektryczne, natomiast zadaniem nauki elektrotechniki jest wyjaśnienie zastosowania tych zjawisk w technice.

Pojęcia podstawowe

Ładunek elektryczny

Ł a d u n e k e l e k t r y c z n y jest podstawową własnością cząstek elementarnych materii; ładunek każdego obiektu może być d o d a t n i albo u j e m n y, albo z e r o w y, a w przyrodzie występują jedynie c a ł k o w i t e wielokrotności dodatniego ładunku protonu, przy czym całkowity ładunek ciała jest algebraiczną sumą ładunków jego składników, elementów.

Ładunek elektryczny jest pojęciem p i e r w o t n y m i wielkością n i e z a l e ż n ą w fizyce. Jednostką jest **kulomb** [C].

Ładunek e l e k t r o n u przyjmuje się umownie jako u j e m n y, natomiast ładunek p r o t o n u — d o d a t n i. Oba ładunki są najmniejszymi porcjami ładunku elektrycznego występującymi w przyrodzie. Nazywa się je ładunkami e l e m e n t a r n y m i i oznacza przez $-e$ i $+e$, gdzie $e = 1.6021892 \pm 0.0000046 \times 10^{-19}$ C. Są one dokładnie sobie równe co do wartości bezwzględnej i są najmniejszą niepodzielną „ilością” elektryczności. W każdym atomie liczba elektronów i protonów jest jednakowa, a zatem atom jest jako całość elektrycznie obojętny.

Pojęcia podstawowe

Ładunek elektryczny – prawa i zasady

R ó w n o w a g a ładunków elektrycznych jest jednym z podstawowych praw natury.

Ładunku elektrycznego nie można ani **s t w o r z y ć**, ani **u n i c e- s t w i ć**, można tylko pewną liczbę ładunków elementarnych, np. elektronów, przenieść z jednego ciała na drugie, przez co pierwsze będzie wykazywać ładunek elektryczny dodatni, a drugie — ujemny o takiej samej wartości bezwzględnej. Z tym jest związana tzw. **k w a n t y z a c j a** ładunku elektrycznego i **z a s a d a** **z a c h o- w a n i a** ładunku.

Pojęcia podstawowe

Ładunek elektryczny – prawa i zasady

K w a n t y z a c j a ładunku elektrycznego jest to zasada, według której ładunek elektryczny *może* występować jedynie w *całkowitej* wielokrotności najmniejszej porcji, tzw. *kwantu* ładunku, jakim jest ładunek elementarny. Kwantyzację ładunku elektrycznego zalicza się także do podstawowych praw natury.

Z a s a d a z a c h o w a n i a ładunku elektrycznego polega na tym, że całkowity ładunek elektryczny układu odosobnionego, tj. suma algebraiczna ładunków dodatnich i ujemnych układu, jest stały, czyli nie ulega zmianie. Zasada ta jest znana jako postulat *Maxwella* i jest jednym z podstawowych praw fizyki.

Pojęcia podstawowe

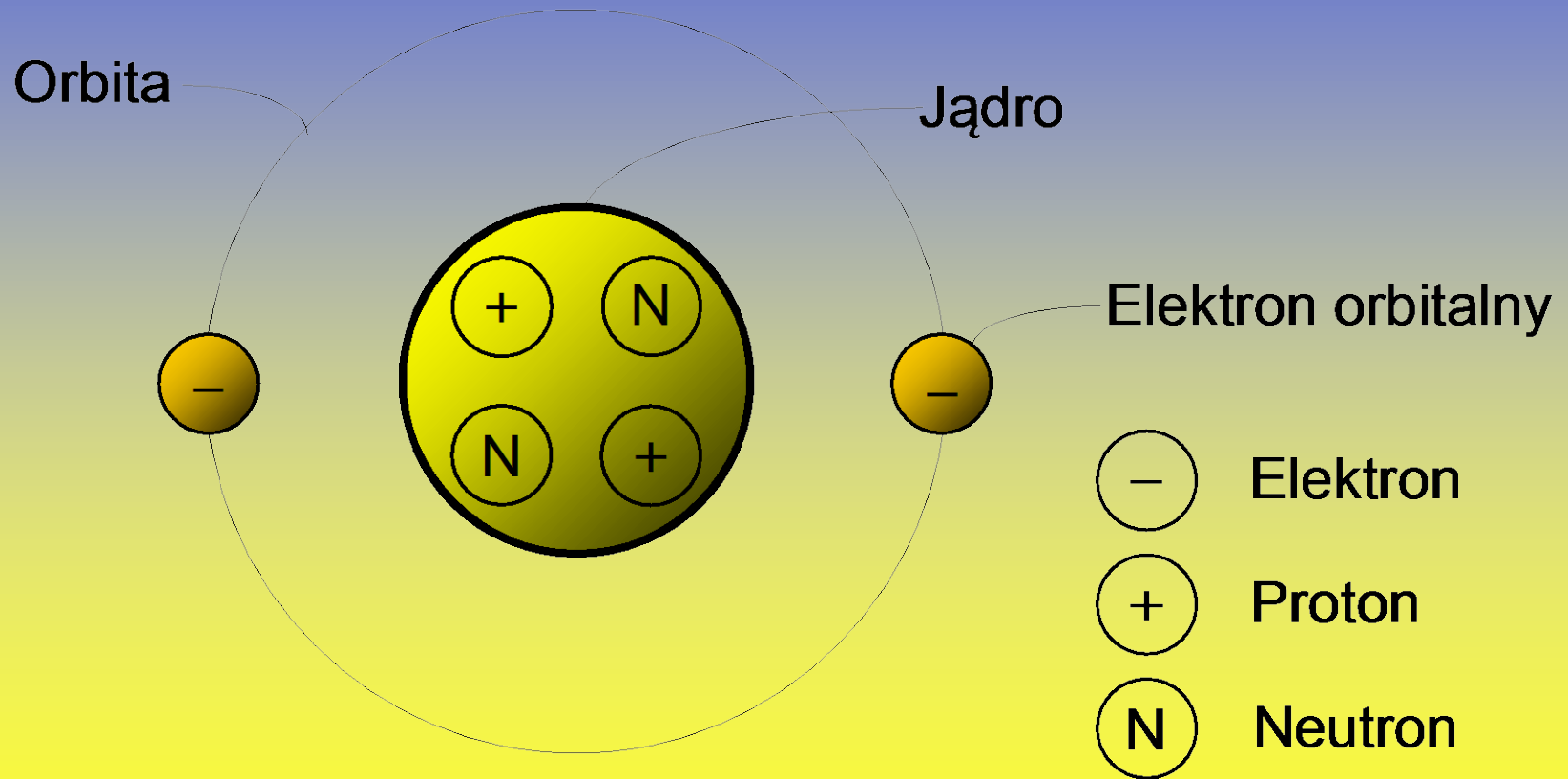
Ładunek elektryczny – prawa i zasady

U k ł a d o d o s o b n i o n y jest to taki układ, przez którego granice nie przenikają ładunki elektryczne. Zatem ładunek elektryczny jest **n i e z n i s z c z a l n y**: nigdy nie ginie i nie może być stworzony. Ładunki mogą się natomiast przemieszczać z jednego miejsca w inne, ale nigdy nie biorą się znikąd. Mówi się więc, że ładunek elektryczny jest **z a c h o w a n y**.

Można także potocznie mówić o generowaniu, wytwarzaniu ładunków, rozumiejąc przez to generalnie przemieszczanie, przenoszenie elektronów z jednego ciała na drugie, które powoduje, że ciała stają się **n a e l e k t r y z o w a n e** (n a ł a d o w a n e) wskutek **n a d m i a r u** albo **n i e d o m i a r u** (braku) ładunków. Proces taki nazywa się **e l e k t r y z o w a n i e m** (się), **e l e k t r y z a c j ą** ciał i jest fizycznym odzwierciedleniem, potwierdzeniem zasady zachowania ładunku elektrycznego.

Pojęcia podstawowe

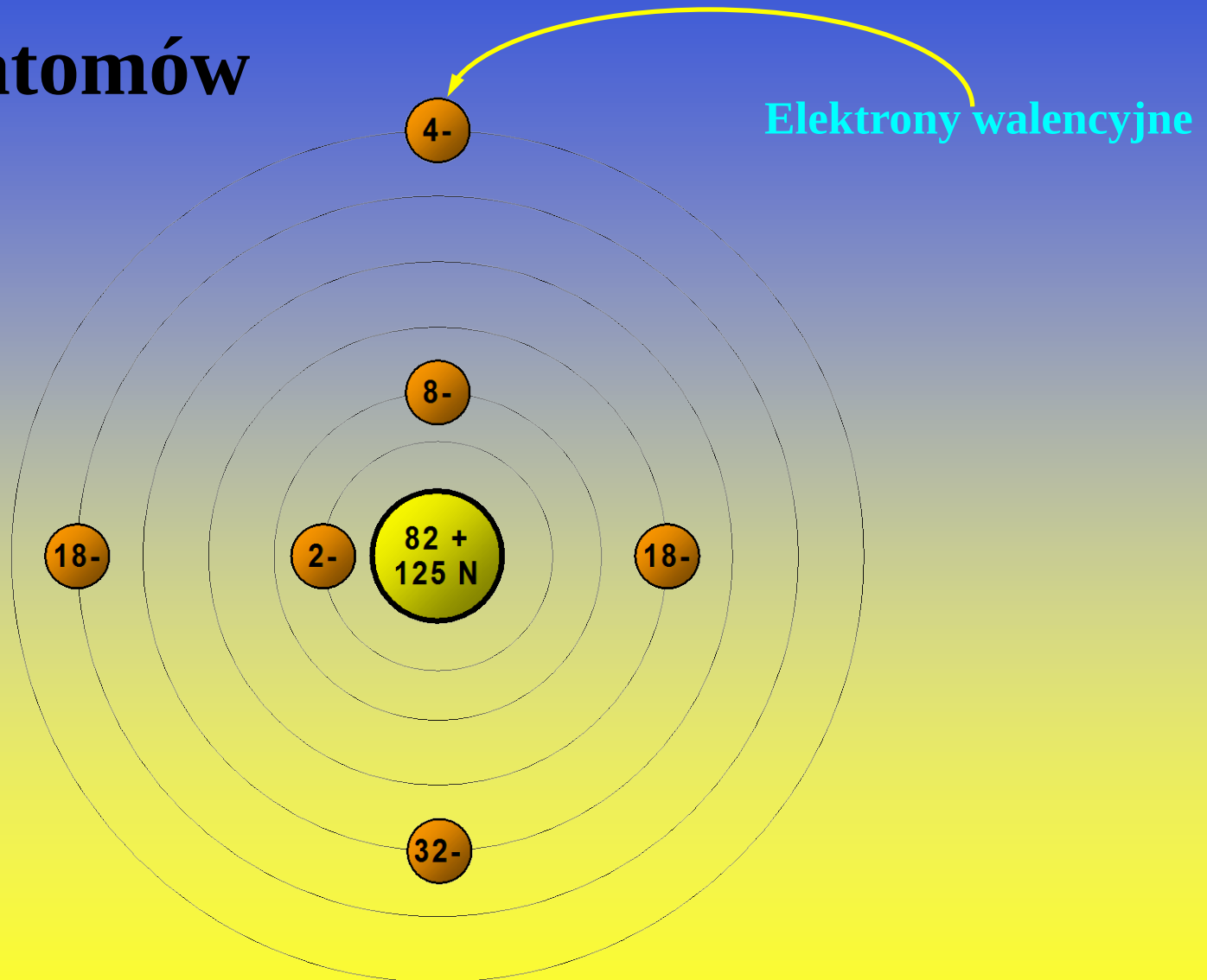
Budowa atomów



Atom helu

Pojęcia podstawowe

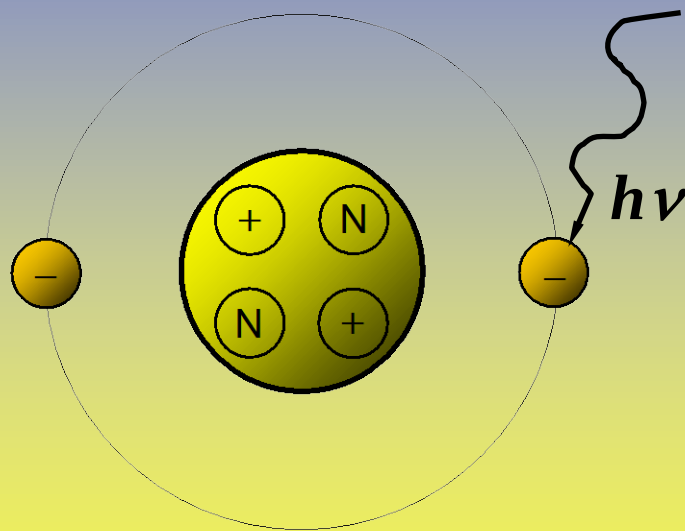
Budowa atomów



Atom ołowiu

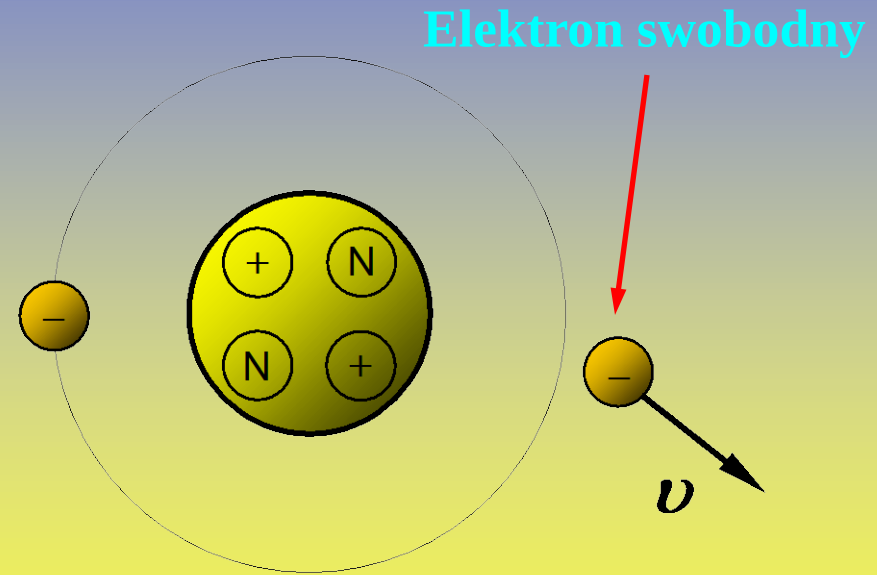
Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów



Atom niezjonizowany

$$\sum q = 0$$

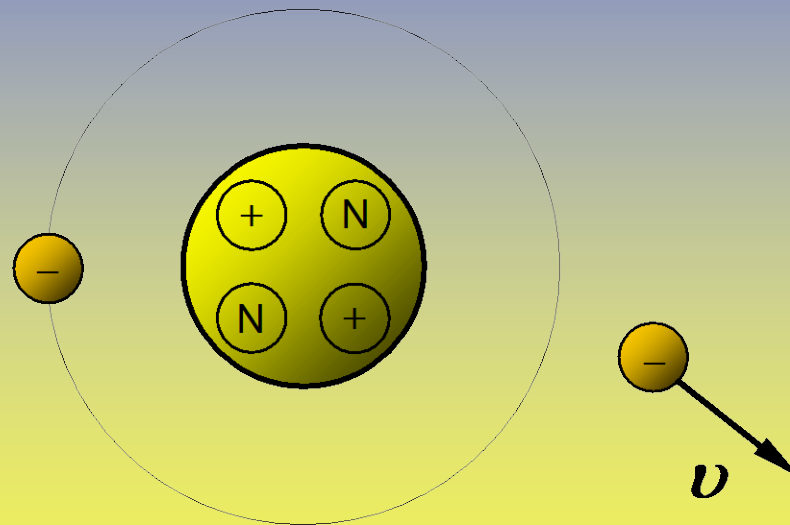


Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$

Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów

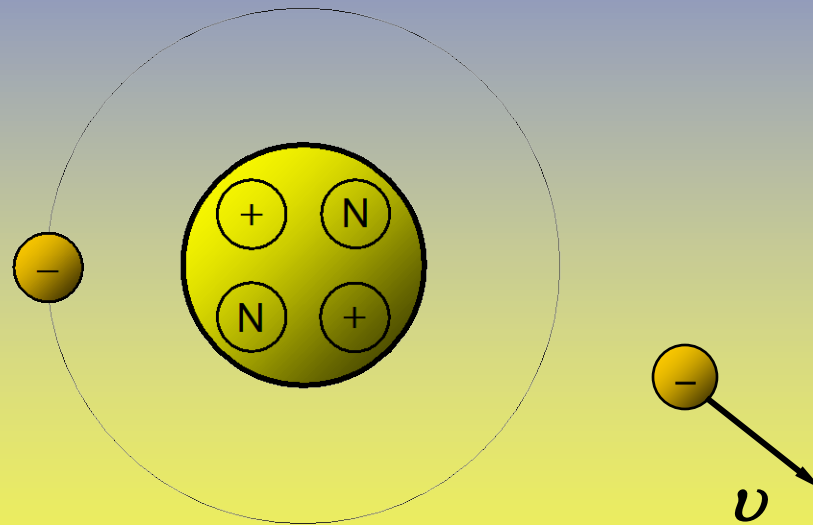


Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$

Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów

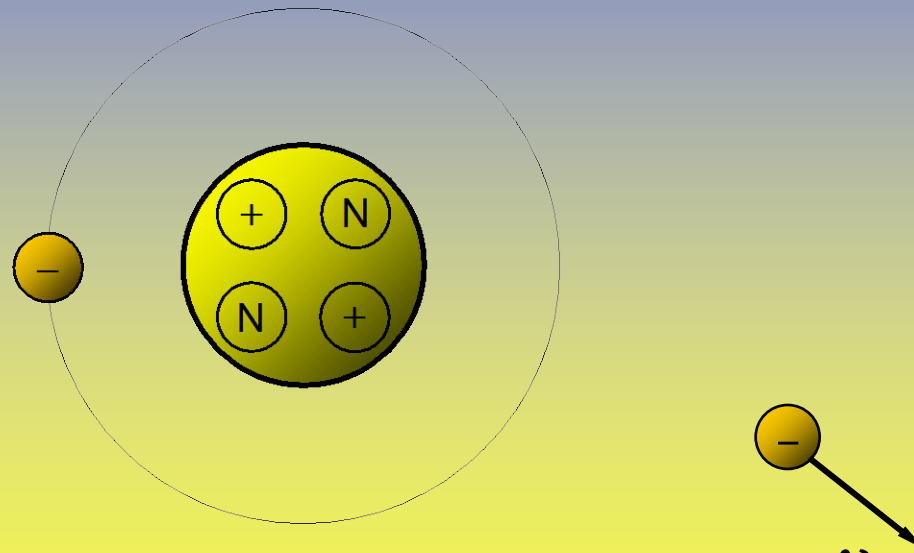


Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$

Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów

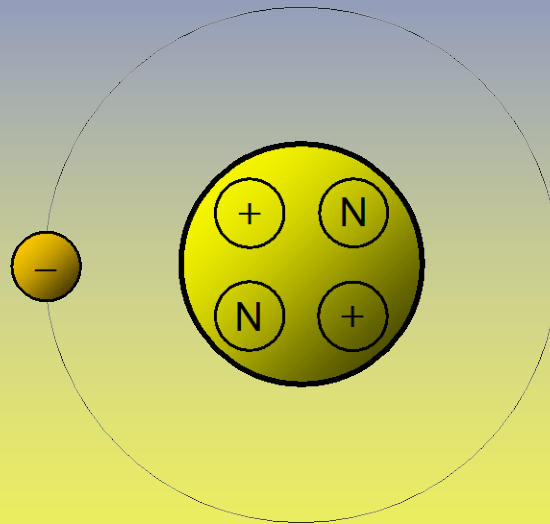


Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$

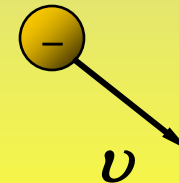
Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów



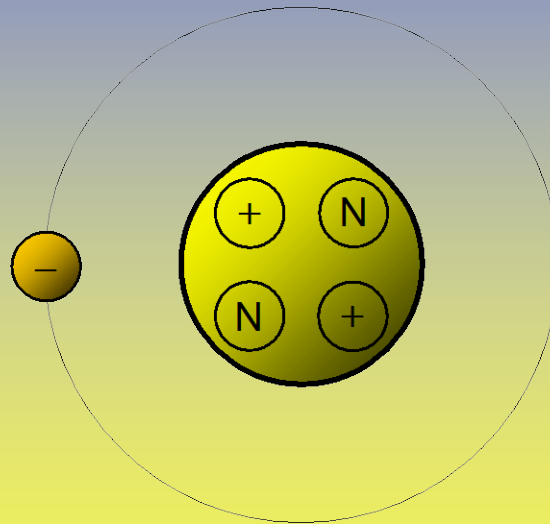
Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$



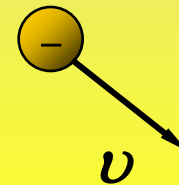
Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów



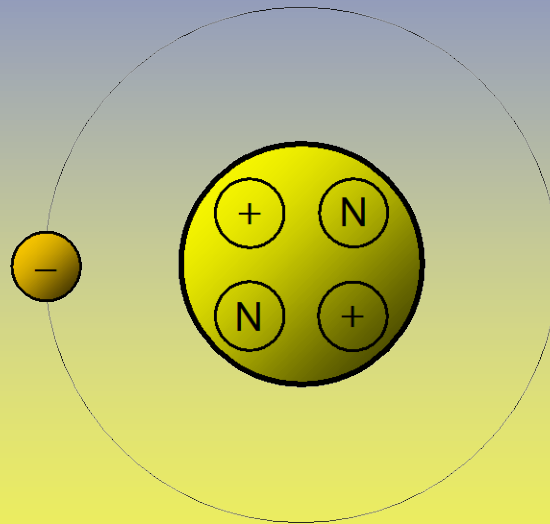
Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$



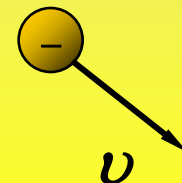
Pojęcia podstawowe

Jonizacja atomów



Atom zjonizowany — jon dodatni

$$\sum q = +1$$



Pojęcia podstawowe

Właściwości ładunków

W przyrodzie:

- występują ładunki ujemne jako elektrony albo jony oraz ładunki dodatnie jako jony, będące zawsze całkowitą wielokrotnością najmniejszego ładunku, czyli elektronu;
- ładunki różnoimienne przyciągają się, a jednoimienne odpychają się;
- ładunki mogą być nieruchome i niezmiennie w czasie albo mogą znajdować się w ruchu lub zmieniać się w czasie.

Pojęcia podstawowe

Prąd elektryczny

Z ruchem albo zmiennością w czasie ładunków elektrycznych kojarzy się zjawisko *p r ą d u e l e k t r y c z n e g o*. Zagadnienie prądu elektrycznego wiąże się ściśle z podziałem ciał na:

- *p r z e w o d n i k i* klas I — metale i węgiel i II — roztwory wodne kwasów, soli i zasad, tzw. *elektrolity*;
- *i z o l a t o r y* (*dielektryki*, inaczej *nieprzewodniki*) — gazy, ciecze nieprzewodzące (woda bez domieszek, woda destylowana), olej izolacyjny, szkło, porcelana, papier, bawełna, jedwab, mikanit, tworzywa sztuczne itp.;
- *p ó ł p r z e w o d n i k i* — german, krzem, tlenki różnych metali i inne ciała o dość skomplikowanej strukturze .

Pojęcia podstawowe

Prąd elektryczny

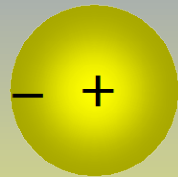
W zależności od rodzaju ciał prądy w nich płynące mogą być:

- **p r z e w o d z e n i a** w przewodnikach — siatka krystaliczna i elektrony swobodne luźno związane z jądrami atomów mogą poruszać się w przestrzeniach międzyatomowych z bardzo dużymi prędkościami rzędu 10^5 m/s w temperaturze pokojowej, a prawie dwukrotnie większej w temperaturze 1000 K;
- **p r z e s u n i ę c i a** w izolatorach — istnieje bardzo mało albo w ogóle nie ma elektronów swobodnych, a zatem zdolność do przewodzenia prądu jest minimalna albo nie zachodzi przewodzenie prądu, posiadają elektrony silnie związane z jądrami atomów, które mogą się przemieszczać tylko w obrębie danego atomu. W idealnym dielektryku może występować przemieszczanie się ładunków wewnątrz atomu bez naruszania jego struktury, czyli tzw. *polaryzacja*.

Pojęcia podstawowe

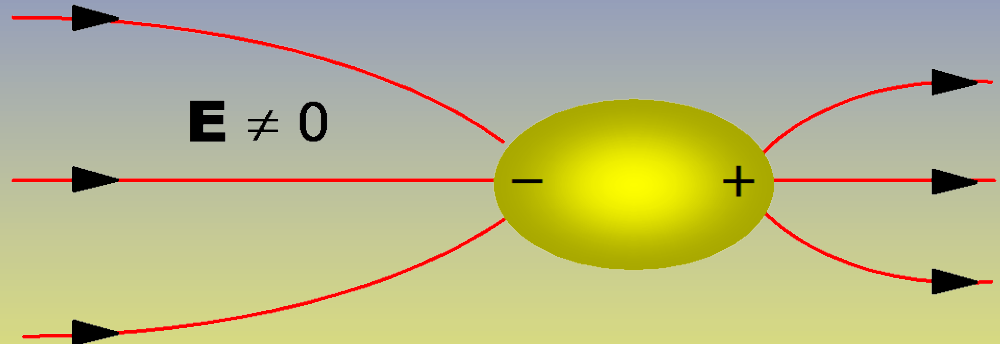
Polaryzacja dielektryka

$$\mathbf{E} = 0$$



Dielektryk niespolaryzowany

$$\mathbf{E} \neq 0$$



Dielektryk spolaryzowany

Pojęcia podstawowe

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar SI

Podstawowe wielkości i ich jednostki

Długość	l, s	metr	m
Masa	m	kilogram	kg
Czas	t, τ	sekunda	s
Natężenie prądu elektrycznego	I, i	amper	A
Temperatura	T	stopień <i>Kelvina</i>	K, deg
Światłość	j	kandela	cd

Uzupełniające wielkości i ich jednostki

Kąt płaski	α, β, γ	radian	rad
Kąt bryłowy	ω, Ω	steradian	sr ²¹

Pojęcia podstawowe

Przedrostki w układzie SI

Przedrostki wielokrotne			Przedrostki podwielokrotne		
Nazwa	Symbol	Mnożnik	Nazwa	Symbol	Mnożnik
zetta	Z	10^{21}	decy	d	10^{-1}
exa	E	10^{18}	centy	c	10^{-2}
peta	P	10^{15}	mili	m	10^{-3}
tera	T	10^{12}	mikro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
mega	M	10^6	piko	p	10^{-12}
kilo	k	10^3	femto	f	10^{-15}
hekto	h	10^2	atto	a	10^{-18}
deka	da	10	zepto	z	10^{-21}

Pojęcia podstawowe

Wielkości fizyczne

$$W = W' [W]$$

$$v = 5 \text{ m/s}; m = 130 \text{ kg}; I = 2,5 \text{ A}; U = 230 \text{ V}; W = 360 \text{ J} \dots$$

$$W = W'_1 [W_1] = W'_2 [W_2] = W'_3 [W_3] = \dots$$

$$F = 10 \text{ kG} = 9806650 \text{ dyne} = 98,1 \text{ N};$$

$$l = 12 \text{ inch} = 30,48 \text{ cm} = 0,3048 \text{ m} = 30,48 \times 10^{-2} \text{ m} \dots$$

Pojęcia podstawowe

Wielkości i ich jednostki najczęściej używane w elektrotechnice

ładunek elektryczny	Q	kulomb	C
potencjał	V, ϕ, Φ	wolt	V
napięcie, SEM	U, E	wolt	V
natężenie pola elektrycznego	E	wolt na metr	V/m
indukcja elektryczna	D	kulomb na metr kw.	C/m ²
przenikalność elektryczna	ε	farad na metr	F/m
pojemność elektryczna	C	farad	F
rezystancja	R	om	Ω
rezystywność	ρ	omometr	$\Omega \cdot m$
konduktancja	G	simens	S
konduktywność	γ	simens na metr	S/m
indukcja magnetyczna	B	tesla	T
strumień magnetyczny	Φ	weber	Wb
natężenie pola magnetycznego	H	amper na metr	A/m

Pojęcia podstawowe

Wielkości i ich jednostki najczęściej używane w elektrotechnice

przenikalność magnetyczna	μ	henr na metr	H/m
indukcyjność	L	henr	H
opór magnetyczny	R_μ	jeden przez henr	1/H
częstotliwość	f	herc	Hz
pulsacja	ω	radian na sekundę	rad/s
praca, energia	A, W	dżul	J
moc czynna	P	wat	W
moc bierna	Q	war	var
moc pozorna	S	woltoamper	VA
prędkość	v	metr na sekundę	m/s
przyspieszenie	a	metr na sekundę kw.	m/s ²
siła	F	niuton	N
moment obrotowy	M	niutonometr	Nm
moment bezwładności	J	kilogram metr kw.	kg·m ²

