

Masa atomowa – liczba wskazująca ile razy masa atomu danego pierwiastka jest większa od 1/12 masy nuklidu węgla ^{12}C

1/12 masy nuklidu węgla ^{12}C nazywana jest jednostką masy atomowej (u) i jest równoważna

$1,6606 \cdot 10^{-27}$ kg

średnice:

atom - 10^{-10} m

jądro atomowe - 10^{-14} m

elektron - 10^{-15} m

nukleony (protony + neutrony)

protony – dodatnio naładowane

$e^+_{\text{prot}} = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ C

$m_{o_{\text{prot}}} = 1,6725 \cdot 10^{-27}$ kg (1,0073 u)

neutrony – obojętne

$m_{o_{\text{neutr}}} = 1,6748 \cdot 10^{-27}$ kg

elektron – ujemnie naładowany

$e^-_{\text{elektr}} = 1,6022 \cdot 10^{-19}$ C

$m_{o_{\text{elektr}}} = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ kg

(Z) liczba atomowa – liczba protonów w jądrze

(A) liczba masowa – liczba nukleonów w jądrze

Elektrony krążą po orbitach wokół jądra – charakteryzuje je orbitalny moment pędu.

Krążący po orbicie elektron, będący elementarnym prądem elektrycznym, wytwarza moment magnetyczny. Atom z takim elektronem tworzy elementarny dipol magnetyczny – charakteryzuje to orbitalny moment magnetyczny.

Krążący elektron wykonuje ruch obrotowy wokół własnej osi. Daje to moment pędu (spin) – charakteryzuje to spinowy moment magnetyczny.

Istnieją dwa możliwe kierunki wirowania elektronu wokół własnej osi.

Orbita elektronowe zgrupowane są w powłoki elektronowe. Kolejne powłoki usytuowane są w coraz większej odległości od jądra atomu. W powłokach elektronowych można wyróżnić warstwy orbit grupujące orbity o tym samym kształcie: kołowe i eliptyczne o różnym stopniu spłaszczenia. Orbity w poszczególnych warstwach różnią się usytuowaniem ich w przestrzeni. Na pojedynczej orbicie mogą znajdować się najwyżej dwa elektrony o przeciwnych spinach. Elektrony krążące po orbitach będą różnić się kierunkami orbitalnego momentu magnetycznego.

STANY KWANTOWE

Stan stacjonarny elektronu w atomie określa zespół czterech liczb kwantowych.

Pierwsza liczba kwantowa - główna liczba kwantowa (n) przybiera wartości 1, 2, 3, ..., n. Określa ona numer porządkowy powłoki elektronowej atomu. Oznaczamy także jako: K, L, M, N, O, P, Q zgodnie z rosnącą odległością powłok od jądra. Im większy jest poziom energetyczny elektronów, tym na odleglejszej powłoce od jądra się one znajdują.

Elektron może przejść na dalszą powłokę, jeśli zostanie pobudzony (zasilony) kwantem energii. Powrót na orbitę bliższą związany jest z wypromieniowaniem kwantu energii.

Kwant energii $E = h\nu = hc/\lambda$

Główna liczba kwantowa określa rozmiary orbity elektronów.

Druga liczba kwantowa – orbitalna liczba kwantowa (l) określa możliwość istnienia w poszczególnych powłokach elektronowych różnych warstw orbit o jednakowych kształtach.

Przybiera wartości liczb całkowitych od 0 do $n - 1$.

Warstwy orbit odpowiadające kolejnym wartościom orbitalnej liczby kwantowej oznaczane są kolejno literami: s, p, d, f, ...

Orbita należące do warstw s mają kształt kołowy, następne są eliptyczne coraz bardziej spłaszczone.

Orbitalna liczba kwantowa określa kształt orbity elektronów.

Trzecia liczba kwantowa – magnetyczna liczba kwantowa (m) określa orientację przestrzenną orbity. Liczba ta może przyjmować $(2l + 1)$ całkowitych wartości zawartych między $-l$ a $+l$. Płaszczyzna wyróżnionego kierunku orbity opisana jest liczbą 0. Dla $l = 1$ m przyjmuje wartości $-1, 0, +1$. Dla $l = 2$ m przyjmuje wartości $-2, -1, 0, +1, +2$. itd.

Trzecia liczba kwantowa określa maksymalną liczbę orbit mogących się pomieścić w danej warstwie, a także największą liczbę mieszczących się w tej warstwie elektronów.

Czwarta liczba kwantowa (s) opisuje dwa możliwe kierunki wirowania elektronu wokół własnej osi - s może przyjmować tylko wartości

$-1/2$ oraz $+1/2$ Po każdej orbicie mogą krążyć co najwyżej dwa elektrony o przeciwnych spinach.

Stan elektronu jest jednoznacznie określony. Zgodnie z zakazem Pauliego żaden atom nie może mieć elektronów opisanych przez identyczne liczby kwantowe.

Funkcję opisującą stan charakteryzowany przez trzy pierwsze liczby kwantowe nazywamy orbitalem.

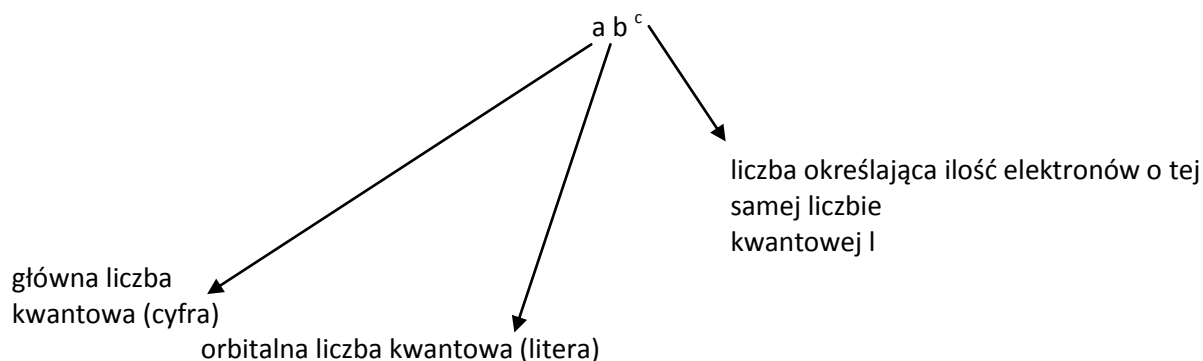
Orbital – obszar, dla którego istnieje duże prawdopodobieństwo znalezienia elektronów.

Nazwa	Symbol	Wartość
Główna liczba kwantowa	n	1, 2, 3, 4, ...
Orbitalna liczba kwantowa	l	0, 1, 2, ..., $(n - 1)$
Magnetyczna liczba kwantowa	m	0, $\pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$
Spinowa liczba kwantowa	s	$\pm 1/2$

STANY DOZWOLONE DLA ELEKTRONÓW W PIERWSZYCH TRZECH POWŁOKACH

n	l	m	s	max. liczba elektronów dla danej wart. l	max. liczba elektr. dla danej wart. n	
1	0	0	$\pm 1/2$	2	2	
2	0	0	$\pm 1/2$	2	8	
		-1	$\pm 1/2$			
	1	0	$\pm 1/2$	6		
3	0	0	$\pm 1/2$	2	18	
		-1	$\pm 1/2$			
		0	$\pm 1/2$			
	1	+1	$\pm 1/2$	6		
			0			$\pm 1/2$
		-1	$\pm 1/2$			10
			0			
2	+1	$\pm 1/2$	10			
	+2	$\pm 1/2$				

KONFIGURACJA ELEKTRONÓW W ATOMIE (ZAPIS)



pierwiastek	konfiguracja elektronów
wodór (H) Z = 1	1s
hel (He) Z = 2	1s ²
lit (Li) Z = 3	1s ² 2s
beryl (Be) Z = 4	1s ² 2s ²
bor (B) Z = 5	1s ² 2s ² 2p
węgiel (C) Z = 6	1s ² 2s ² 2p ²
azot (N) Z = 7	1s ² 2s ² 2p ³
tlen (O) Z = 8	1s ² 2s ² 2p ⁴
fluor (F) Z = 9	1s ² 2s ² 2p ⁵
neon (Ne) Z = 10	1s ² 2s ² 2p ⁶
sód (Na) Z = 11	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s

O właściwościach chemicznych pierwiastków decydują przede wszystkim elektrony w warstwach s i p zewnętrznej powłoki atomu. Nazywa się je elektronami walencyjnymi.

Szczególnie trwałymi układami są atomy pierwiastków, w których zewnętrzne powłoki s i p są całkowicie wypełnione. Atomy takie nie przyłączają i nie oddają elektronów. Elektrony tworzą wtedy tzw. oktet elektronowy. Pierwiastki takie są nieaktywne chemicznie (np. gazy szlachetne)

Atomy pierwiastków łącząc się w związki dążą do uzyskania trwałej konfiguracji walencyjnej, tj. zamkniętej zewnętrznej powłoki elektronowej (charakterystycznej dla gazów szlachetnych).

Im więcej elektronów znajduje się na ostatnich powłokach w atomach, tym atomy te są bardziej elektroujemne. Elektroujemne pierwiastki (mające więcej elektronów niż cztery) mogą przyłączać elektrony, stając się jonami ujemnymi. Elektroujemność – dążność atomu znajdującego się w cząsteczce związku chemicznego do przyciągania do siebie elektronów.

Przez analogię – pierwiastki mające mniej niż cztery elektrony walencyjne nazywa się elektrododatnimi. Mogą one tracić elektrony stając się jonami dodatnimi.

Oderwanie pierwszego elektronu od atomu jest łatwiejsze niż oderwanie drugiego i następnych. Potrzebna jest do tego coraz większa energia.

Potencjały jonizacyjne potrzebne do oderwania elektronów (eV)

Oderwanie n elektronu z warstwy ...	H	He	Li	Be	B	C
1 elektronu z L	-	-	5,37	9,28	8,33	11,22
2 elektronu z L	-	-	-	18,14	23,98	24,28
3 elektronu z L	-	-	-	-	37,75	46,24
4 elektronu z L	-	-	-	-	-	64,19
1 elektronu z K	13,5	24,5	75,28	153,1	258,1	389,9
2 elektronu z K	-	54,1	121,0	216,0	338,0	487,0

Wiązania pierwszego rzędu (silne):

wiązania jonowe,
wiązania kowalencyjne,
wiązania metaliczne.

Wiązania drugiego rzędu (słabsze):

siły van der Waalsa,
wiązania wodorowe.

Wiązania jonowe (wiązanie elektrowalencyjne lub heteropolarne)

Osiągnięcie (pozornego) oktetu elektronowego poprzez oddanie przez pierwiastki elektrododatnie elektronów walencyjnych innemu atomowi lub przyłączenie przez pierwiastki elektroujemne elektronów walencyjnych. Występuje dążenie do osiągnięcia stanu zapewnienia ostatniej powłoki ośmioma elektronami (upodobnienie się pierwiastka do najbliższego gazu szlachetnego). Wiązanie między atomami wynika z przyciągania elektrostatycznego dwóch jonów przeciwnie naładowanych. Suma ładunków ujemnych musi być równa sumie ładunków dodatnich.

np. NaCl, MgCl₂

Wiązania kowalencyjne (wiązanie atomowe lub homeopolarne)

Wiązania kowalencyjne mogą występować w cząsteczkach zbudowanych z dwóch atomów tego samego pierwiastka (substancje proste, homojądrowe), mogą występować też pomiędzy nieidentycznymi atomami (substancje złożone, heterojądrowe).

Utworzenie zamkniętej warstwy elektronowej uzyskane jest przez uwspólnienie elektronów między dwoma równorzędnymi atomami (para elektronowa). Nie występuje tu żadna biegunowość ładunku.

H₂ tworzy tzw. dublet elektronowy, charakterystyczny dla helu. Dwa wspólne elektrony należą jednocześnie do obu atomów.

O₂, F₂, N₂ – dążą do oktetu elektronowego takiego jak w Ne, Cl₂ – dąży do oktetu elektronowego takiego jak w Ar.

Wielokrotne wiązania kowalencyjne (podwójne, potrójne) – utworzenie dwóch par elektronowych nie wystarcza do utworzenia oktetu.

W przypadku uwspólnienia elektronów dwóch różnych atomów, na skutek różnej elektroujemności obu atomów, para elektronowa wiązania w związku w większym stopniu należy do powłoki elektronowej bardziej elektroujemnego atomu, czyli znajduje się bliżej atomu bardziej elektroujemnego.

Kombinacje wiązań pierwszego rzędu

- atomy powiązane ze sobą kowalencyjnie przyciągają do siebie jon tworząc wiązanie jonowe,
- w przypadku dużej dysproporcji elektroujemności dwóch atomów, w wiązaniu kowalencyjnym, wspólna para elektronów przyłącza się do atomu o dużej elektroujemności - jest to wiązanie jonowe.
- **Wiązania metaliczne**

Ma ono miejsce, kiedy atom zawiera niewiele elektronów walencyjnych (zewnętrznych), ulegają one stosunkowo łatwemu oderwaniu, pozostałe elektrony są silnie związane z jądrem. W wyniku takiego oderwania mamy do czynienia z dodatnimi jonami i elektronami swobodnymi. Dodatnie jony i ujemna „chmura” elektronowa przyciągają się wzajemnie wiążąc w ten sposób atomy metalu ze sobą.

Wiązania drugiego rzędu

Siły van der Waalsa:

- siły elektrostatyczne występujące między elektronami i jądrami obu cząsteczek albo ich dipolami,
- siły magnetyczne związane z istnieniem momentów magnetycznych cząsteczek,
- siły dyspersyjne związane z zanikaniem i powstawaniem chwilowych dipoli (wskutek ruchu składników atomów w obrębie cząsteczki)

Siły van der Waalsa – wiązania wtórne, oddziaływania powodujące przyciąganie międzycząsteczkowe – zachodzą przy względnie dużych odległościach między cząsteczkami. Siły te są tym większe, im mniejsze są odległości międzycząsteczkowe (odwrotnie proporcjonalnie do siódmej potęgi odległości).

Siły van der Waalsa są pochodzenia elektrycznego – jest to wzajemne oddziaływanie spolaryzowanych cząstek.

Cząstki polaryzują się w polu elektrycznym, w tym przypadku w polu elektrycznym innej cząstki. Cząstki spolaryzowane przyciągają się wzajemnie.

Energie przyciągania siłami van der Waalsa są niewielkie, zależą od tego, jakiego rodzaju są dipole elektryczne (trwałe, powstałe w cząsteczkach związanych kowalencyjnie niesymetrycznie lub chwilowe, powstałe w wyniku chwilowej polaryzacji).

Wiązanie wodorowe

(wiązanie protonowe, mostek wodorowy) – szczególny przypadek polaryzacji cząsteczek. Małe jądro wodoru jest przyciągane przez wolne (niezwiązane z atomami wodoru wiązaniem kowalencyjnym) elektrony sąsiedniej cząsteczki.

Energia wiązania (energia potencjalna)

Siły przyciągania to siły wiązań międzycząsteczkowych w cząsteczce. Siły odpychania to wzajemne odpychanie dodatnich ładunków dwóch jąder. Siły odpychania mają mniejszy zasięg.

W bezpośredniej bliskości jąder siły przyciągania równoważą się z siłami odpychania. To konkretne położenie dwóch jąder jest położeniem równowagowym. Zwiększenie lub zmniejszenie tej odległości wymaga dostarczenia energii z zewnątrz.

Układy krystalograficzne:

regularny, heksagonalny, rombowy, romboendryczny, jednoskośny, tetragonalny, trójskośny
typy układów krystalograficznych:

prosty P, przestrzennie centrowany I, płasko centrowany F, o centrowanej podstawie C

Defekty struktury krystalicznej:

punktowe (wakanse, atomy międzywęzłowe), liniowe (dyslokacja krawędziowa, dyslokacja śrubowa), powierzchniowe

Dyfuzja atomów:

dyfuzja objętościowa (wakansowa, pierścieniowa, międzywęzłowa), wzdłuż granicy ziaren, powierzchniowa

Materiały przewodzące:

przewodowe, oporowe, stykowe

Wymagania dla materiałów przewodowych:

- elektryczne (wysoka konduktywność)
- mechaniczne (wytrzymałość na rozciąganie, giętkość, brak skłonności do płynięcia)
- termiczne (wysoka przewodność cieplna, wysoka temperatura pracy, wysoka temperatura topnienia, łatwa lutowalność i spawalność)
- chemiczne (mała aktywność chemiczna, odporność na korozję)
- ekonomiczne (niski koszt)

Materiały przewodowe występują jako:

kable i przewody (gołe, izolowane, szynowe, kable nawojowe)

Ciąg znamionowych przekrojów żył kabli i przewodów:

0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 mm²

Dobór typu przewodu zależy od:

- napięcia znamionowego,
- rodzaju prądu,
- rodzaju pomieszczenia lub przestrzeni, środowiska, w którym przewody są układane,
- rodzaju możliwych niebezpieczeństw (możliwość uszkodzenia mechanicznego, wpływy chemiczne, uszkodzenia przez gryzonie)
- systemu instalacji, sposobu układania, liczby żył

Dobór przekroju danego typu przewodu zależy od:

- gęstości prądu,
- spadku napięcia,
- obciążalności roboczej,
- warunków zwarciovych,
- wytrzymałości mechanicznej

Wymagania dla materiałów oporowych:

- elektryczne (rezystywność, temperaturowy współczynnik rezystywności, stabilność właściwości elektrycznych, obciążalność prądowa),
- mechaniczne (wytrzymałość na rozerwanie, obrabialność, skłonność do rekrytalizacji),
- cieplne (dopuszczalna temperatura pracy ciągłej, wydłużalność przy wysokich temperaturach),
- chemiczne (odporność na korozję, skłonność do tworzenia tlenków w podwyższonych temperaturach, właściwości tych tlenków)

Wymagania dla materiałów stykowych na zestyki rozłączne:

duża przewodność elektryczna, duża przewodność cieplna, podatność na obróbkę, łatwość lutowania, wysoka temperatura topnienia, odporność na tworzenie się warstw nalotowych

Wymagania dla materiałów stykowych na zestyki ślizgowe:

duża przewodność elektryczna, duża przewodność cieplna, duża twardość, duża odporność na wpływy chemiczne, mała ścieralność, mały spadek napięcia na rezystancji przejścia, mały współczynnik tarcia

Materiały przewodzące specjalne**Ołów**

Wady: ciężki metal o małej twardości i małej wytrzymałości na rozciąganie, łatwo topliwy, o dużej wrażliwości na drgania mechaniczne, szybko ulegający korozji. Silnie toksyczny – pary i pyły ołowiu i jego związków wywołują chorobę zwaną ołowicą.

Zalety: duża plastyczność, nieprzenikalność wilgoci, odporność na działanie czynników atmosferycznych, tlenu, wody i kwasów nieorganicznych (z wyjątkiem azotowego).

Cynk

Zalety: odporność na korozję atmosferyczną, tani.

Wady: duża skłonność do korozji międzykrystalicznej w przypadku zanieczyszczenia innymi metalami, wtedy jest kruchy i łamliwy

Cyna

Zalety: odporność na działanie czynników atmosferycznych, wody, siarki, kwasy i substancje organiczne.

Wady: metal słaby mechanicznie, o niskiej temperaturze topnienia

Wolfram

Zalety: wysoka temperatura topnienia, bardzo duża twardość, odporność na korozję w stanie zimnym, duża wytrzymałość mechaniczna przy wysokich temperaturach.

Wady: łatwość utleniania w podwyższonych temperaturach, bardzo skomplikowana technologia wytwarzania.

Termobimetale – elementy blaszane wykonane z dwóch zwalcowanych warstw metali o różnych temperaturowych współczynnikach rozszerzalności liniowej. 64 % Fe + 36 % Ni oraz 69 % Fe + 25 % Ni + 6 % Mn (współczynnik ugięcia 0,145 mm/deg).

Materiały termoelektryczne - przepływ prądu elektrycznego przez obwód składający się z dwóch różnych metali, jeśli dwa różne łączy tych metali będą mieć inne temperatury. Różnica potencjałów elektrycznych jest tzw. siłą termoelektryczną (STE) jednoznacznie zależną od różnicy temperatur ciepłego i zimnego łączy oraz od rodzaju materiału.

$$U_T = \alpha (T_1 - T_2)$$

α - współczynnik proporcjonalności [V/deg]

Sposób obliczenia jednostkowych STE dla pary dwóch metali, np. dla termoelementu żelazo/nikiel

$$STE_{FeNi} = STE_{FePt} - STE_{NiPt} = 18 - (-15) = 33 \mu V/deg$$

Korozja: proces niszczenia, zazwyczaj metali i ich stopów (ale także betonu, materiałów ceramicznych, tworzyw sztucznych) od powierzchni wskutek oddziaływania środowiska.

Korozja doprowadza do zmiany właściwości materiału, a przez to do uszkodzenia lub zniszczenia materiałów.

Korozja:

chemiczna („na sucho”),
elektrochemiczna („na mokro”),
naprężeniowa i zmęczeniowa,
mikrobiotyczna.

Rodzaje korozji:

ogólna korozja powierzchniowa,
korozja lokalna:
wżerowa,
szczelinowa,
międzykrystaliczna,
zmęczeniowa,
kontaktowa,
wybiórcza,
erozyjna,
cierna,
naprężeniowa.

Pomiar korozji:

- 1) ilość metalu skorodowanego na jednostkę powierzchni w ciągu jednostki czasu ($\text{g}/\text{m}^2 \text{ h}$),
- 2) głębokość wnikania (mm/rok),
- 3) zmiana właściwości mechanicznych.

Korozja chemiczna – zachodzi w środowisku zawierającym m. in. tlen, chlor, azot, siarkę i jej związki, spaliny bez udziału elektrolitu („na sucho”). Efektem korozji chemicznej są warstwy nalotowe i zgorzeliny, nie towarzyszy jej przenoszenie ładunku elektrycznego w układzie. Jest to typowa reakcja utleniania. W jej efekcie może powstać ciało lotne lub ciało stałe.

Korozja elektrochemiczna zwana też korozją elektrolityczną – polega na utlenianiu metalu i redukcji substancji w roztworze wg dwóch procesów:

- procesu anodowego (przy elektrodzie ujemnej), polegającego na przechodzeniu metalu (anody) do roztworu w postaci uwolnionych jonów i wyzwaniu elektronów,
- procesu katodowego (przy elektrodzie dodatniej), polegającego na zobojętnieniu elektronów w metalu przez atomy, cząsteczki lub jony mogące ulegać redukcji na katodzie (akceptorze elektronów).

Cechą charakterystyczną korozji elektrochemicznej (występującej w obecności roztworów) jest przenoszenie ładunków elektrycznych podczas przepływu prądu wywołanego przez źródło zewnętrzne lub prądu wywołanego przez zwarte ogniwo wewnętrzne.

Wielkością charakteryzującą podatność na działanie korozji jest potencjał normalny (standardowy) danego metalu. Potencjał normalny charakteryzuje zdolność przejścia jonów metalu do roztworu, wskazuje na mniejszą odporność na korozję.

Potencjały normalne metali

metal	potencjał
Au	+ 1,50
Pt	+ 1,20
Hg	+ 0,87
Ag	+ 0,80
Cu	+ 0,34
H ₂	0,00
Pb	- 0,13
Sn	- 0,14
Ni	- 0,22
Co	- 0,28
Cd	- 0,40
Fe	- 0,44
Cr	- 0,71
Zn	- 0,76
Mn	- 1,05
Al	- 1,66
Na	- 2,71
Ca	- 2,84
K	- 2,92
Li	- 3,01

Korozja naprężeniowa i zmęczeniowa – jednoczesne działanie czynników korozyjnych i naprężeń mechanicznych.

Pęknięcia rozprzestrzeniające się w metalu są wyzwalane przez korozję stąd szybkość postępowania korozji naprężeniowej oraz zmęczeniowej jest większa niż w przypadku występowania tylko normalnych procesów korozyjnych.

Korozja mikrobiotyczna – występuje na skutek działania mikroorganizmów takich jak: bakterie, drożdże i grzyby pleśniowe.

Środowiska korozyjne – powietrze, woda, gleba, ale także SF₆ i oleje mineralne.

Ochrona przed korozją:

powłoki ochronne (pasywacja powierzchni, nakładanie powłok metalicznych lub niemetalicznych),
osłabienie agresywności środowiska (usuwanie stymulatorów, wprowadzanie inhibitorów),
ochrona katodowa (z protektorem, z zewnętrznym źródłem prądu, z drenażem elektrycznym).

Rozróżnia się następujące metody nanoszenia powłok metalicznych:

1. Metoda elektrochemiczna (galwaniczna) – elektroliza roztworów odpowiednich metali oraz osadzanie powłoki danego metalu na pokrywanych przedmiotach zanurzonych w kąpeli galwanicznej i podłączonych do katody. Otrzymuje się określone grubości powłok, np. cynkowej, chromowej, kadmowej, miedziowej.
2. Metoda chemiczna (bezprądowa) – zanurzenie pokrywanych przedmiotów w roztworach wodnych zawierających sole metalu (powłoki niklu).
3. Metoda ogniowa – zanurzenie chronionego przedmiotu w innym roztopionym metalu o niższej temperaturze topnienia (powłoki cynkowe, cynowe, ołowiane, aluminiowe).
4. Metoda metalizacji natryskowej – stopiony metal jest rozpylany na powierzchnię przedmiotu podlegającego ochronie (powłoki wyłącznie cynkowe, ołowiane i aluminiowe).
5. Metoda mechaniczna (platerowanie) – prasowanie na gorąco lub zwalcowywanie dwóch różnych metali, z których jeden jest bardziej odporny na korozję. Stosuje się do wyrobu prętów i blach.
6. Metoda dyfuzyjna – wysokotemperaturowe wzbogacanie warstwy powierzchniowej przedmiotu metalem uodparniającym na korozję, np. chromem.

Czynniki, od których zależy postęp korozji elementów zakopanych się w ziemi:

1. Zawartość wilgoci w glebie.
2. Przepuszczalność tlenu – gleby piaszczyste łatwo przepuszczają tlen (i wodę) gleby gliniaste hamują dostęp tlenu (i zatrzymują wilgoć).
3. Zawartość związków chemicznych – chlorki, siarczany, azotany przyspieszają korozję, węglany wapnia i magnezu opóźniają.
4. Kwasowość lub zasadowość gleby, najlepszy odczyn pH 5 – 8.
5. Przewodność elektryczna, duża przewodność to większe zagrożenie korozją.

CIEKŁE KRYSZTAŁY

Izotropia – charakterystyczna cecha ośrodka, który we wszystkich kierunkach wykazuje takie same właściwości fizyczne (np. cieplne, elektryczne, mechaniczne).

Anizotropia – cecha charakterystyczna kryształów, które wykazują właściwości fizyczne wektorowe, tzn. zmieniające się wraz z kierunkiem. Np. różna jest rozszerzalność cieplna czy wytrzymałość mechaniczna kryształów w różnych kierunkach.

Anizotropia magnetyczna (elektryczna, optyczna) – występowanie różnic we właściwościach magnetycznych (elektrycznych, optycznych) materiałów w różnych kierunkach (np. łatwe i trudne magnesowanie, różna przenikalność elektryczna, różny współczynnik załamania światła dla różnych kierunków).

Materiały ciekłokrystaliczne – materiały o właściwościach pośrednich pomiędzy ciałami stałymi a cieczami izotropowymi. Materiał będący fazą pośrednią pomiędzy cieczą a kryształem: ciecz zawierająca uporządkowane molekuly, czyli materiał mający cechy cieczy i kryształu.

Materiały ciekłokrystaliczne – materiały organiczne będące mieszaniną często ponad 10 różnych związków.

Właściwości fizyczne materiałów ciekłokrystalicznych mają charakter anizotropowy. Zjawiskiem wykorzystywanym w wyświetlaczach ciekłokrystalicznych jest anizotropia stałej dielektrycznej; przez to ciekły kryształ jest wrażliwy na zmiany zewnętrznego pola elektrycznego.

Największe znaczenie w budowie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych mają tzw. nematyczne ciekłe kryształy (o strukturze przypominającej nitki). Mogą one przemieszczać się w różnych kierunkach, mają jednak pewne ograniczenie ruchu spowodowane ich długością, która powoduje permanentne zachowanie pewnej równoległości względem siebie. Ukierunkowanie osi wzdluznych (osie wzdluzne są wtedy do siebie równoległe) można zmieniać przez oddziaływanie na „kryształ” polem elektrycznym z cienkowarstwowych elektrod o kształtach odwzorowujących elementy znaku. Do zobaczenia obrazu konieczne jest naświetlenie wskaźnika światłem spolaryzowanym i zasilanie elektrod znaku.

Główne wymagania dla mieszaniny ciekłokrystalicznej:

- szeroki zakres temperaturowy,
- niska lepkość,
- wysoka trwałość chemiczna,
- niezmienność przenikalności dielektrycznej.

Główne zalety:

- niewielka moc pobierana przez wskaźnik (ok. 0,1 nW/cm²),
- niskie napięcie sterowania,
- możliwość stosowania różnego rodzaju oświetlenia,
- możliwość uzyskania obrazów o różnych barwach wywołane przez zjawisko selektywnego odbicia światła (w zależności od skomponowania mieszaniny i w zależności od temperatur zmiany barw dla danej mieszaniny).

Kriogenika – dziedzina wiedzy zajmująca się wytwarzaniem, utrzymywaniem i wykorzystywaniem niskich (kriogenicznych) temperatur.

Krioelektrotechnika – dziedzina wiedzy zajmująca się możliwościami wykorzystania zjawisk zachodzących w niskich temperaturach dla potrzeb elektrotechniki.

Powszechnie stosowane ciecze kriogeniczne:

ciekły gaz	temperatura skraplania [K]
tlen	90,2
azot	77,4
wodór	20,4
hel	4,2

$$3,8 \cdot 10^{-5} \text{ K}$$

do zera absolutnego jeden (niewykonalny) krok

Kriorezystywność – rezystywność metalu w temperaturach cieczy kriogenicznych

$$\rho(T) = \rho_r + \rho_i(T)$$

Zależność konduktywności niektórych czystych metali od temperatury ($1/\mu\Omega \cdot m$)

metal	temperatura [K]			
	293	78	20	5
Cu (99,999 %)	59	500	50000	100000
Al (99,9 %)	36,5	286	1820	2500
Al (99,999 %)	36,8	333	33300	91000
Fe	10,2	193	14300	
Ag	61,0	378	23800	

NADPRZEWODNICTWO

1911 - Heike Kamerlingh-Onnes – odkrywca,

1957 – John Bardeen, Leon N. Cooper, John Robert Schrieffer – wyjaśnili zjawisko nadprzewodnictwa (teoria BCS).

Właściwości nadprzewodników:

- zanik oporu elektrycznego,
- spadek podatności magnetycznej,
- wystąpienie absorpcji mikrofalowej.

W stanie nadprzewodnictwa istotną rolę odgrywają tylko te oddziaływania między dwoma elektronami, które prowadzą do powstania pary Coopera. Para Coopera to dwa elektrony o antyrównoległych spinach i przeciwnie skierowanych pędach. Przepływ par Coopera przez nadprzewodnik odbywa się bez tarcia.

Rozerwanie par Coopera, a tym samym powrót nadprzewodnika do stanu normalnego, jest możliwe przez:

- podgrzanie,
- zwiększenie gęstości płynącego prądu,
- przyłożenie dostatecznie silnego pola magnetycznego,
- własne pole magnetyczne prądu elektrycznego płynącego przez nadprzewodnik (ferromagnetyki nie mogą być nadprzewodnikami).

Nadprzewodniki I, II rodzaju i II rodzaju wysokotemperaturowe.**Cechy dobrego materiału nadprzewodzącego:**

- możliwie duża temperatura krytyczna,
- możliwie duże natężenie krytycznego pola magnetycznego,
- możliwie duża krytyczna gęstość prądu,
- łatwa i tania technologia.

Niektóre zastosowania nadprzewodników:

- przewody nadprzewodzące,
- nadprzewodnikowe linie przesyłowe,
- nadprzewodnikowe elektromagnesy,
- trakcja na poduszce magnetycznej,
- rezonans magnetyczny

Zastosowanie przemysłowe

Nadprzewodniki mają zastosowanie jako materiał do wytwarzania uzwojenia elektromagnesów - elektromagnesy z takimi uzwojeniami nie rozpraszają energii, mają mniejszą masę i docelowo mogą okazać się tańsze od elektromagnesów zwykłych, za względu na mniejsze rozpraszanie energii.

Uzwojenia wykonane z nadprzewodników znalazły zastosowanie w przemyśle chemicznym do budowy aparatów do elektrolizy.

Nadprzewodniki służą do wytwarzania kabli do przesyłania prądu stałego lub zmiennego bez strat. Koszt stosowania takich kabli jest na razie znaczny, ponieważ muszą być one chłodzone.

Nadprzewodniki wysokotemperaturowe znajdą wkrótce powszechne zastosowanie w przemyśle chemicznym.

DIELEKTRYKI

- ciała stałe, ciekłe i lotne, które w swojej strukturze nie mają ładunków swobodnych.

Polaryzacja dielektryków – elektronowa, jonowa i dipolowa.

polaryzacja elektronowa – przesunięcie zewnętrznych powłok elektronowych względem dodatnich jąder atomu, ustępuje po usunięciu zewnętrznego pola elektrycznego (odkształcenie sprężyste),

polaryzacja jonowa – zachodzi w przypadku istnienia wiązań jonowych – polega na wzajemnym rozsunięciu atomów połączonych wiązaniem jonowym, ustępuje po usunięciu zewnętrznego pola elektrycznego (odkształcenie sprężyste),

polaryzacja dipolowa – zachodzi w przypadku cząsteczek o asymetrii elektrycznej, czyli zawierających dipole elektryczne. Polaryzacja dipolowa powoduje uporządkowanie cząsteczek, tym łatwiejsze im porządkowane cząsteczki napotyka na mniejsze przeszkody w materiale. Najłatwiej zachodzi w dielektrykach lotnych, dalej w ciekłych, najtrudniej w stałych. W ciałach stałych jest to deformacja niesprężysta.

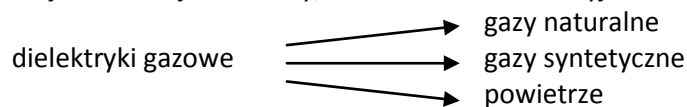
polaryzacja makroskopowa – zachodzi w przypadku obecności w dielektryku niewielkiej liczby ładunków swobodnych, które gromadzą się w niedoskonałościach siatki krystalicznej.

Czasy osiągnięcia równowagi w poszczególnych typach polaryzacji:

polaryzacja elektronowa	10^{-15} s
polaryzacja jonowa	10^{-13} s
polaryzacja dipolowa	10^{-10} s
polaryzacja makroskopowa	kilka minut

DIELEKTRYKI GAZOWE

Każdy gaz, jeśli nie jest silnie zjonizowany, ma właściwości izolacyjne



Gazy stosowane w elektrotechnice:

gazy szlachetne: argon, hel, neon, krypton, ksenon,

gazy naturalne: powietrze, N₂, CO₂, O₂, H₂,

gazy syntetyczne: SF₆, CF₂Cl₂ – dwuchlorodwufuorometan (freon).

Napięcie jonizacji – jonizacja zderzeniowa,

Napięcie przebicia – jonizacja lawinowa.

Świetlenie, snopienie – wyładowania niezupełne,
przeskok iskrowy, łuk elektryczny – wyładowanie zupełne.

Wyładowanie niesamoistne, wyładowanie samoistne

KLASYFIKACJA MATERIAŁÓW ELEKTROIZOLACYJNYCH STAŁYCH

Przemiany, jakim materiał podlega w czasie procesu technologicznego		Stan wyjściowy lub postać materiałów	Grupa materiału
Bez przemian fizycznych lub chemicznych w czasie procesu technologicznego		bezkształtne	masy, proszki, kłaczki, ścinki, płatki
		włókniste	nici, sznury
		płaskie	arkusze, folie, papiery, tkaniny
		przeźrzyste	ceramiczne, wyroby lane, uwarstwione
Materiały do nawijania lub pakietowania. Materiał podlega przemianom chemicznym lub fizycznym w czasie procesu technologicznego	sklejone lepiszczem	płaskie	taśmy i folie
	sklejane lepiszczem na gorąco	płaskie	taśmy i folie klejące na gorąco
		płaskie	wyroby mikowe zawierające rozpuszczalniki
	sklejane przez topienie	płaskie	folie i arkusze
Materiały izolacyjne do wypełniania, przesycania, powlekania, klejenia, utwardzane przez przemianę chemiczną lub fizyczną w czasie procesu technologicznego	utwardzane przez przemianę fizyczną (krzepnięcie, odparowanie rozpuszczalnika, żelowanie)	ciekłe na gorąco	masy izolacyjne topliwe
		ciekłe na zimno	lakiery schnące przez odparowanie rozpuszczalnika
		ciekłe na zimno	plastizole
	utwardzane przez przemianę chemiczną (polimeryzacja, polikondensacja lub poliaddycja)	ciekłe	żywice utwardzalne (odlewane lub przesycanie)
		-	pasty utwardzalne bez rozpuszczalnika
	utwardzane przez przemiany fizyczną i chemiczną (odparowanie rozpuszczalnika i następnie utlenianie, polimeryzacja, polikondensacja lub poliaddycja)	ciekły	lakiery schnące przez przemianę fizyczną i chemiczną
		-	pasty utwardzalne z rozcieńczalnikiem

DIELEKTRYKI CIEKŁE

podział ze względu na - pochodzenie:

mineralne, syntetyczne, roślinne

- zastosowanie (1):

transformatorowe,
kondensatorowe,
kablówce,
wyłącznikowe

- zastosowanie (2):

czynnik izolujący,
czynnik chłodzący,
czynnik poprawiający właściwości elektryczne, czynnik ułatwiający gaszenie łuku elektrycznego,
czynnik chroniący przed dostępem powietrza

- zastosowanie (3):

- wypełnienie nieciągłości szczelin izolacji,
- odprowadzenie dużych ilości ciepła przez kanały o małych rozmiarach

Oleje mineralne – produkty destylacji ropy naftowej.

W miarę narastania temperatury destylacji odbierane są coraz cięższe produkty, w kolejności: benzyna, nafta, olej mineralny, olej smarowy, olej cylindrowy, wazelina, asfalty. **Olej mineralny** jest mieszaniną węglowodorów nasyconych (naftenowych C_nH_{2n} , parafinowych C_nH_{2n+2}) i nienasyconych (aromatycznych C_nH_n).

Im więcej jest w ropie naftowej węglowodorów naftenowych tym tańsze jest otrzymywanie oleju transformatorowego. Olej musi zawierać nie mniej niż 50 % węglowodorów naftenowych.

Węglowodory parafinowe podwyższają temperaturę krzepnięcia oleju, węglowodory aromatyczne w dużej ilości przyspieszają starzenie oleju, w małej ilości opóźniają utlenianie

Dodatki: inhibitory, stabilizatory

Budowa chemiczna oleju decyduje o: rozszerzalności termicznej, przewodności cieplnej, ciepłe właściwym, lepkości, przenikalności dielektrycznej.

Zanieczyszczenia zawieszone lub emulgowane w oleju w znacznym stopniu decydują o: wytrzymałości dielektrycznej, rezystywności, stratności dielektrycznej.

Starzenie oleju transformatorowego zależy od następujących warunków eksploatacyjnych:

dostępu tlenu,
temperatury,
zawilgocenia,
pola elektrycznego,
obecności katalizatorów,
rodzaju surowca (ropy naftowej),
procesu technologicznego.

Oleje syntetyczne:

węglowodory syntetyczne,
 fluoropochodne dielektryki ciekłe,
 chlorowęglowodory,
 estry kwasów organicznych,
 oleje silikonowe,

- nie mają wad olejów mineralnych

- nie ulegają biodegradacji, po przedostaniu się do środowiska naturalnego stwarzają zagrożenie ekologiczne. Działają szkodliwie na organizmy żywe.

Podział materiałów elektroizolacyjnych stałych ze względu na pochodzenie

materiały stałe	nieorganiczne	szkło, ceramika, mika, azbest	
	organiczne naturalne	celuloza, asfalty, bitumy, woski, żywice naturalne	
	organiczne syntetyczne	plastomery	temoplasty, duroplast
		elastomery	kauczuki naturalne i syntetyczne
	półwyroby	emalie i lakiery, żywice lane, materiały warstwowe, tłoczywa, tkaniny sycone, taśmy, koszulki, folie	

Materiały elektroizolacyjne stałe stosowane w elektrotechnice

materiały nieorganiczne mineralne	materiały organiczne				
	naturalne	syntetyczne (polimery)			tworzywa złożone i półwyroby
		elastomery	plastomery		
			termoplasty	duroplasty	
szkło, ceramika, mika, azbest	celuloza, asfalt i bitumy, woski i parafiny, kauczuk naturalny, żywice naturalne: bursztyn, kalafonia, szelak	polibutadien, poliizobutylen, polichloropren, polisulfon, elastomery fluorowe, elastomery silikonowe	polietylen, polistyren, poliester liniowy, poliwinyl, poliamidy, poliwęglan, polimery fluorowe, pochodne celulozy, poliimidy	feno-plasty, amino-plasty, epoksydy, poliesry, izocjaniany, silikon, poliuretany	emalie i lakiery, żywice lane, materiały warstwowe (laminy), kleje i taśmy, koszulki, folie izolacyjne

Podział materiałów elektroizolacyjnych stałych ze względu na funkcje

- konstrukcyjne (np. porcelana, żywice, guma),
- osłonne (np. lakiery, oprzędy, papier),
- wypełniające (np. masy zalewowe, żywice lane, syciwa)

Czego oczekujemy od dielektryków stałych?

- odpowiedniej wartości przenikalności dielektrycznej,
- jak największej rezystywności skrośnej,
- jak największej rezystywności powierzchniowej,
- jak najmniejszych prądów upływu,
- jak najmniejszej stratności dielektrycznej,
- jak największej wytrzymałości elektrycznej,
- jak najmniejszego wchłaniania wilgoci,
- jak największej odporności na działanie czynników atmosferycznych, chemicznych, mechanicznych, termicznych, biologicznych itp. (starzenie),
- odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej,
- odpowiedniej ciepłoodporności, łukoodporności i żaroodporności,
- jak największej odporności na działanie szybkozmiennnej temperatury,
- jak największą odpornością na wyładowania niezupełne,
- czystości chemicznej