

نام و نام خانوادگی: الناز ابرکار

دیرستان: غیر انتفاعی تقوی پیشگان

کلاس: اول دیرستان

دیر مربوطه: سرکار خانم گودرزی

موضوع تحقیق: اسیدها و بازها

برگرفته شده از:

کتاب شیمی و زندگی

و

کتاب شیمی آلی و معدنی

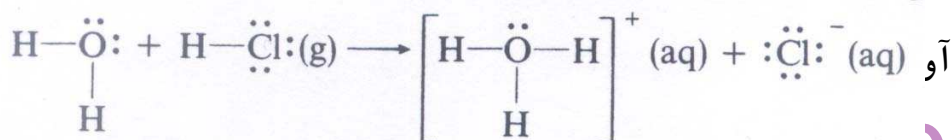
۱۳-۴ مفهوم اسید و باز از نظر آرنیوس

مفاهیم متداول مختلف اسید - باز، موضوع بحث فصل ۱۶

هستند. قدیمیترین آنها، مفهوم اسید و باز از نظر آرنیوس، در این بخش عرضه می شود.

اسید، به ماده ای گفته می شود که در آب تفکیک شود و یون

PO_4^{3-} ، که گاهی به صورت $\text{H}^+(\text{aq})$ نیز نشان داده می شود، به وجود



گاز HCl خالص، متشکل از مولکولهای کووالانسی است. در

آب، H^+ (که چیزی جز یک پروتون نیست) ناشی از مولکول HCl ،

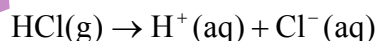
توسط یک جفت الکترون اکسیژن مولکول آب به شدت جذب میشود.

انتقال پروتون به مولکول آب، یک یون Cl^- به جای میگذارد و به

تولید یون هیدرونیوم (H_3O^+) میانجامد.

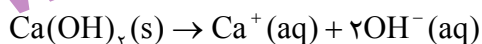
در محلول آبی، همه یونها، آبپوشیده هستند و با نماد (aq) به دنبال فرمول یون، نشان داده می شوند. این نماد، تعداد مولکولهای آبی که در اطراف هر یون وجود دارد، نشان نمیدهد. در بسیاری از موارد این تعداد معلوم نشده است و در بسیاری موارد نیز تعداد مولکولهای آب، متغیر است. اما یون H^+ ، مورد خاص است. بار مثبت یون H^+ (پروتون) با هیچ ابرالکترونی پوشیده نیست و در مقایسه با یونهای دیگر، به غایت کوچک است. بنابراین یون H^+ به شدت توسط یک جفت الکترون ناپیوندی مولکول آب جذب میشود و در واقع با آن پیوند ایجاد میکند.

شواهدی در دست است که نشان میدهد یون H_3O^+ ، با سه مولکول دیگر آب تجمع دارد و یونی به فرمول $H_4O_4^+$ تشکیل میدهد. شواهد دیگری عقیده وجود چند نوع یون آبپوشیده را در محلول آبی، به طور همزمان تأیید میکند. بنابراین، برخی شیمیدانها، ترجیح میدهند که پروتون آبپوشیده را به صورت $H^+(aq)$ نشان دهند. فرایند انحلال HCl در آب به صورت زیر نشان داده میشود.



در سیستم آرنیوس، باز ماده ای است که یون هیدروکسید،

OH^- دارد یا بر اثر انحلال در آب، یون هیدروکسید آپیوشیده به وجود می آورد:



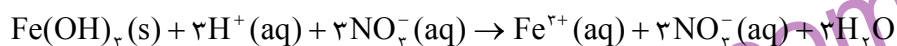
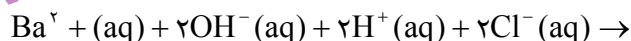
تنها هیدروکسیدهای فلزات گروه I A و Ba(OH)_2 ، Sr(OH)_2 و تا

حد خیلی کمی Ca(OH)_2 از گروه II A در آب محلولند. ولی

هیدروکسیدهای نامحلول نیز به عنوان باز، با اسیدها ترکیب میشوند.

واکنش یک اسید با یک خنثی شدن نامیده میشود. معادلات یونی

در واکنش خنثی شدن به قرار زیرند:



محصولات این واکنش یعنی باریم کلرید (BaCl_2) و آهن (III)

نیترات $[\text{Fe(NO}_3)_2]$ ، نمک خوانده میشوند. نمکها، مواد یونیاند که

کاتیون آنها از بازها و آنیون آنها از اسیدها، ناشی شده اند.

جدول ۱۳-۳ برخی از اسیدهای معمولی

اسیدها

ترکیبات دوتایی

اسیدهای چند پروتونی		اسیدهای تک پروتونی	
هیدروسولفوریک اسید	H ₂ S*	هیدروفلئوریک اسید	HF*
		هیدروکلریک اسید	HCl
		هیدروبرمیک اسید	HBr
		هیدروکسید اسید	HI
ترکیبات سه تایی			
سولفوریک اسید	H ₂ SO ₄ **	نیتریک اسید	HNO ₃
سولفورواسید	H ₂ SO ₃ *	نیترواسید	HNO ₂ *
فسفریک اسید	H ₃ PO ₄ **	پرکاریک اسید	ClOH ₂
		کلریک اسید	HClO ₃ *
کربنیک اسید	H ₂ CO ₃ *	کلرواسید	HClO ₂ *
بوریک اسید	H ₃ BO ₃ *	هیپوکلرواسید	HOCl*
		استیک اسید	HC ₂ H ₃ O ₂ *

برای هر دو واکنش خنثی شدن بالا، معادله یونی نتیجه به قرار

زیر است:



که به صورت زیر هم نوشته میشود.

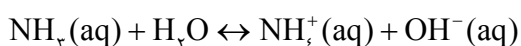


اسیدها، بسته به میزان تفکیکشان در آب، به اسیدهای قوی با ضعیف طبقه بندی می شوند (جدول ۱۳-۳ را ببینید). یک اسید قوی در محلول آبی، ۱۰۰ درصد تفکیک می شود. اسیدهای قوی معمولی عبارتند از HCl ، HBr ، HI ، HNO_3 (تنها یونش اول H^+)، $HClO_4$ و $HClO_3$. اسیدهای معمولی دیگر، اسید ضعیف هستند که در محلول رقیق آبی، کمتر از ۱۰۰ درصد تفکیک میشوند. برای مثال استیک اسید ($HC_2H_3O_2$)، اسیدی ضعیف است.



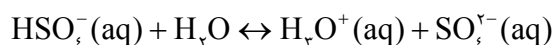
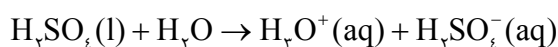
در این معادله، پیکان دوگانه (\leftrightarrow) نشانه آن است که واکنش در هر دو جهت انجامپذیر است. در یک محلول ۱M استیک اسید، با تفکیک ۰/۴٪ مولکولها به یون، موازنه واکنش برقرار میشود. تمام هیدروکسیدهای فلزی محلول، بازهای قویاند. این امر بدیهی است زیرا این مواد، حتی پیش از حل شدن در آب نیز ۱۰۰٪

یونیاوند. از متداولترین بازهای مولکولی، محلول آبی آمونیاک را میتوان نام برد.



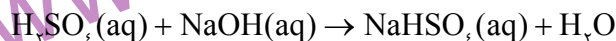
در این واکنش، مولکول آمونیاک آب یک پروتون میپذیرد و به یون آمونیوم تبدیل میشود و از آب، یک یون OH^- باقی میماند. ولی این واکنش، به میزان تقریباً مشابه با استیک اسید، برگشتپذیر است.

اسیدهایی که میتوانند از هر مولکول، تنها یک پروتون از دست دهند (مانند HCl ، $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ و HNO_3) اسیدهای تک پروتونی نامیده میشوند. برخی اسیدها، میتوانند از هر مولکول بیش از یک پروتون از دست دهند، اینها اسیدیهای چندپروتونی نامیده میشوند. مثلاً هر مولکول سولفوریک اسید میتواند دو پروتون از دست دهد:



اگر یک مولکول H_2SO_4 ، با یک مول NaOH ترکیب شود، تنها

یک پروتون خنثی میشود.

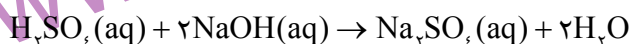


نمک حاصل NaHSO_4 ، نمک اسیدی نامیده میشود، زیرا دارای

یک هیدروژن اسیدی است. اگر یک مول H_2SO_4 با مول NaOH ترکیب

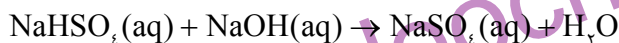
شود، هر دو هیدروژن اسیدی خنثی میشوند و نمک خنثی، H_2SO_4 ، به

دست میآید.



نمک اسیدی را میتوان با NaOH ترکیب کرد تا نمک خنثی تولید

شود.

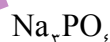


از این رو، نوع محصول خنثی شدن یک اسید چند پروتونی، به

مقدار اسید و باز مصرف شده، بستگی دارد.

فسفریک اسید، H_3PO_4 ، سه هیدروژن اسیدی دارد و میتوان

سه نوع نمک (دو نمک اسیدی و یک نمک خنثی) از آن به دست آورد.



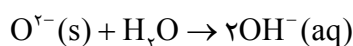
۱۳-۵ اکسیدهای اسیدی و بازی

اکسید فلزات، اکسیدهای بازی نامیده میشوند. اکسید فلزات

گروه I A و نیز اکسید فلزات Ca، Sr و Ba با آب ترکیب میشوند و

به هیدروکسید تبدیل میگردند. تمام این اکسیدها یونیاند و به هنگام

انحلال در آب، یون اکسید با آب ترکیب میشود.



اکسید سایر فلزات (و نیز هیدروکسید آنها) در آب نامحلولاند.

اما به هر حال، این اکسیدها و هیدروکسیدها نیز از لحاظ شیمیایی با

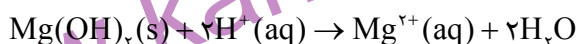
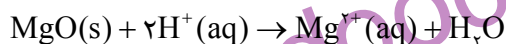
هم ارتباط دارند. بیشتر هیدروکسیدها، (بجز هیدروکسیدهای گروه I

A) بر اثر گرم شدن، مولکول آب از دست داده، به اکسید تبدیل

میشوند.



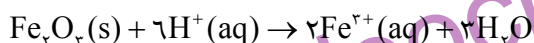
اکسیدها و هیدروکسیدهای فلزی، با اسید خنثی میشوند.



Fe_2O_3 نامحلول (مانند بسیاری اکسیدهای فلزی دیگر) اگرچه با

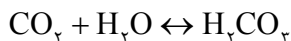
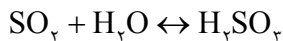
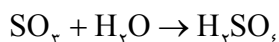
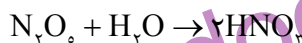
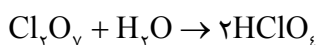
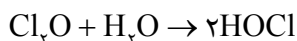
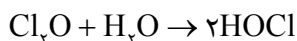
آب ترکیب نمیشود که هیدروکسید به وجود آورد، اما با اسیدها

ترکیب میشود.



بیشتر اکسیدهای نافلزات اکسیدهای اسیدیاند. بسیاری از آنها

با آب واکنش میدهند و اکسی اسید به وجود میآورند:

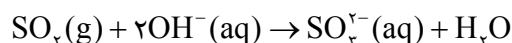
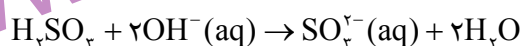


در دو مورد آخر، هر دو اکسید $[SO_2(g)]$ و $[CO_2(g)]$ و اسیدیهای

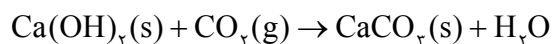
مربوط $[H_2SO_3(aq)]$ و $[H_2CO_3(aq)]$ همزمان در محلول آبی حضور

دارند. برخی اکسیدهای نافلزی (مانند N_2O و CO)، اسید مربوط ندارند.

اکسیدهای نافلزی، بازها را خنثی میکنند. محصولاتی که از اکسید اسیدی به دست میآیند با محصولاتی که از واکنش اسید مربوط به دست میآیند، یکی است.

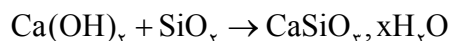


ملاط ماسه آهک را از ترکیبات آهک آبدیده $[Ca(OH)_2]$ و شن $[SiO_2]$ و آب میسازند. سختی ابتدایی این ملاط، از خشک شدن ناشی میشود. ولی در درازمدت، گیرش ملاط، ناشی از جذب $CO_2(g)$ از هوا و به وجود آوردن $CaCO_3$ نامحلول است.^۱



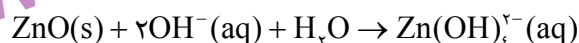
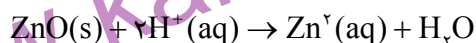
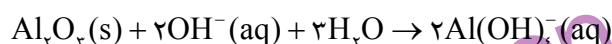
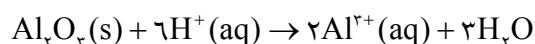
برخی اکسیدها، هم خواص اسیدی و هم خواص بازی دارند $(Al_2O_3$ و ZnO از آن جملهاند). این گونه اکسیدها، اکسید آمفوتر یا

^۱ - شایان توجه است که بخشی از گیرش ملاط به ویژه در ارتباط با سطح دانه های شن، مربوط به واکنش آهک آبدیده با SiO_2 و تولید کلسیم سیلیکات است. - م.



دوخصلتی نامیده می شوند و به طور عمده از عناصر واقع در وسط

جدول تناوبیاند که در مرز بین فلزات و نافلزات قرار میگیرند:



اکسیدهای بازی و اسیدی مستقیماً با هم ترکیب میشوند و

بسیاری از این واکنشها، اهمیت صنعتی دارند. در تولید چدن خام

(بخش ۲۵-۶ را ببینید)،

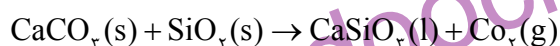
CaCO_3 (سنگ آهک) به عنوان گدازآور به کار می رود. در دمای

بالای کوره بلند، CaCO_3 به CaO و CO_2 تجزیه میشود. CaO که

یک اکسید بازی است با SiO_2 ، که اکسید اسیدی موجود در کانه آهن

است، ترکیب می شود و سرباره (CaSiO_3) به وجود می آورد به این

ترتیب SiO_2 ناخواسته، از محیط عمل خارج میشود.



بدنه کوره زیمنس - مارتین، که برای تولید فولاد از چدن خام مورد استفاده قرار میگیرد، از آجرهای نسوز آهکی (CaO) یا منیزیتی (MgO) پوشانده میشود. این اکسیدهای بازی از طریق ترکیب شدن با اکسیدهای اسیدی گوگرد، فسفر و سیلیسیم این ناخالصیها را از فولاد جدا کرده و به خالصسازی فولاد کمک میکنند. شیشه از ترکیب اکسیدهای متفاوت اسیدی و بازی به دست میآید. شیشه معمولی از سیلیس (SiO_2) آهک (CaCO_3) و سودا (Na_2CO_3) ساخته می شود. در این فرایند SiO_2 اکسید اسیدی و CaO و Na_2O اکسیدهای بازیاند و محصول، محلولی جامد از کلسیم و سدیم سیلیکات است.

گاهی، مقداری از این اکسیدهای اسیدی و بازی را با اکسیدهای دیگر جانشین میکنند. اگر به جای مقداری از SiO_2 در شیشه معمولی بوریک اکسید، B_2O_3 ، به کار ببریم، شیشه بوریسیلیکات (که یکی از نامهای تجاری آن پیرکس است) به دست میآید. استفاده از PbO به جای بخشی از اکسیدهای بازی به تولید شیشه سربی میانجامد. این

نوع شیشه در ساخت بلورهای بسیار شفاف و عدسیهای به کار گرفته می شود. با استفاده از برخی اکسیدهای بازی، شیشههای رنگین تولید میکنند. به عنوان نمونه میتوان به FeO (سبز روشن)، Cr_2O_3 (سبز تیره) و CoO (آبی) اشاره کرد.

۱۳-۶ نامگذاری اسیدها، هیدروکسیدها و نمکها

برخی اسیدهای متداول در جدول ۱۳-۳ آورده شده اند. قواعد

نامگذاری این ترکیبات و نمکهای مشتق از آنها، به قرار زیر است.

۱- محلولهای آبی ترکیبات دوتایی که به عنوان اسید عمل می

کنند، با افزودن پیشوند «هیدرو-» و پسوند «-یک» و افزودن «اسید»

نامگذاری میشوند. به این ترتیب محلولهای هیدروژن کلرید، HCl ، در

آب هیدروکلریک اسید؛ هیدروژن سولفید، H_2S ، در آب

هیدروسولفوریک اسید؛ هیدروژن فلئورید HF ، در آب

هیدروفلوئوریک اسید، نامیده میشوند.

۲- هیدروکسیدهای فلزی به روشی که در بخش ۷-۸ گفته شد

نامگذاری میشوند.

$Mg(OH)_2$ ، منیزیم هیدروکسید

$Fe(OH)_2$ ، آهن (II) هیدروکسید یا فروکسید است.

۳- به نام نمکهای اسیدهای دوتایی، پسوند «-ید» داده می شود.

این نمکها طبق قواعدی که در بخش ۷-۸ مورد بحث قرار گرفت،

نامگذاری میشوند.

۴- اسیدهای سهتایی از سه عنصر تشکیل شدهاند. اگر عنصر

سوم اکسیژن باشد، ترکیب یک اکسی اسید است.

الف) اگر عنصری تنها یک اکسی اسید تشکیل دهد، برای

نامگذاری آن، اسم عنصر را به «-یک» ختم میکنیم، سپس لفظ اسید را

به دنبال آن میآوریم.

H_3BO_3 ، بوریک اسید است.

ب) اگر عنصری دو نوع اکسی اسید تشکیل دهد، پسوند «-و» را

بریا اکسی اسید عنصر، در حالت اکسایش پایینتر و پسوند «-یک» را

بریا اکسی اسید عنصر، در حالت اکسایش بالاتر، به کار میبریم
(جدول ۱۳-۳).

HNO_3 ، نیترواسید است.

HNO_2 ، نیتریک اسید است.

ج) برای برخی گروه اکسی اسیدهای حاصل از یک عنصر، دو
نوه نامگذاری نیست. نام اکسی اسیدهای کلر را در جدول ۱۳-۳
ملاحظه کنید. در این موارد، پیشوند «هیپو» به نام اسید دارای پسوند
«و» اضافه میکنیم تا نشان دهیم که اتم عنصر مرکزی در پایینترین
حالت اکسایش است.

HClO_2 ، کلرو اسید است (کلر، عدد اکسایش +۳ دارد).

HClO ، هیپوکلرواسید است (کلر، عدد اکسایش +۱ دارد).

پیشوند «پر» به نام اسید دارای پسوند «یک» اضافه میشوند تا

بالاترین حالت اکسایش عنصر مرکزی اکسی اسید را نشان دهد.

HClO_4 ، کلریک اسید است (کلر، عدد اکسایش +۵ دارد).

HClO_3 ، پرکلریک اسید است (کلر، عدد اکسایش +۷ دارد).

۵- نام آنیون نمکهای خنثی، از نام اسید مربوط به دست میاید.

به این ترتیب که پسوند «-یک» به «-ات» و پسوند «-و» به «-دیت»

تبدیل میشود. تمام پسوندهای اسید، در نام نمک نیز تکرار میگردد.

SO_4^{2-} (از سولفوریک اسید) یون سولفات است.

OCI^- (از هیپوکلرواسید) یون هیپوکلریت است.

نام خود نمک را با افزودن نام کاتیون پیش از نام آنیون، به

دست میآوریم.

$NaNO_3$ ، سدیم نیتريت است.

$Fe(ClO_4)_3$ آهن (III) پرکلرات است.

۶- در نامگذاری یک نمک اسیدی، تعدادی هیدروژن اسیدی

باقیمانده در آنیون باید ذکر شود. معمولاً استفاده از پیشوند «مونو-»

ضروری نیست و حذف میشود.

$H_2PO_4^-$ ، یون هیدروژن فسفات است.

HPO_4^{2-} ، یون هیدروژن فسفات است.

PO_4^{3-} ، (آنیون نمک خنثی)، یون فسفات است.

در روش قدیمی نامگذاری، در نام آنیون یک نمک اسیدی ناشی

از یک اسید دوپروتونی جای لفظ هیدروژن، لفظ «بی» به کار برده می

شد:

HCO_3^- یون هیدروژن کربنات یا بیکربنات است.

HSO_4^- یون هیدروژن سولفیت یا بی سولفیت است.

نام و نام خانوادگی: الناز ابرکار

دیرستان: غیر انتفاعی تقوی پیشگان

کلاس: اول دیرستان

دیر مربوطه: سرکار خانم پيله ور

موضوع تحقیق: الکتریسته و مغناطیس

برگرفته شده از:

کتاب فیزیک پایه

و

الکتریسته

مدار جاری و لامپ روشن میشود. لازم نیست که چند دقیقه، یا حتی چند ثانیه صبر کنیم تا آثار جریان را در مدار مشاهده کنیم. ضمناً به نظر میرسد که فاصله بین کلید و لامپ، که معمولاً خیلی بیشتر از ۱۰cm است، بر زمان بروز آثار الکتریکی تأثیر محسوسی ندارد.

نکته آن است که برای اینکه فیلامان به جریان پاسخ دهد، لازم نیست صبر کنید تا یک الکترون معین از سر باتری به لامپ برسد. وقتی که کلید را میبندیم، همه توزیع بار درون رسانات، تقریباً بلافاصله، به حرکت درمیآید؛ این موضوع شبیه آن است که آب درون یک لوله دراز بلافاصله پس از بازکردن شیر جاری میشود.

۲۰-۳ مقاومت و مقاومت ویژه

اگر سیمی بین دو قطب باتری ببندیم، بارهای مثبت از داخل این مدار خارجی جاری میشوند و از قطب مثبت به قطب منفی، یعنی، مطابق شکل ۲۰-۷، از نقطه با پتانسیل بیشتر به نقطه با پتانسیل کمتر میروند. در داخل باتری جریانبارهای مثبت از قطب منفی به قطب

مثبت، یعنی در خلاف جهت میدان الکتریکی، است؛ در داخل باتری، عامل حرکت بارها میدان الکترواستاتیکی نیست بلکه واکنش شیمیایی باتری است. در مدار خارجی، عامل حرکت بارها میدان E است. به عنوان نمونه‌های مشابه با جریان بار در مدارهای الکتریکی میتوان از جریان آب در سیستمهای هیدرولیکی نام برد. آب در میدان گرانشی همیشه به پایین جاری میشود؛ اما ابزارهایی - مثل تلمبه - وجود دارد که با گرفتن انرژی از سایر منابع، آب را به بالا میرانند.

اگر سیم بین قطبهای باتری، یک رسانای کامل و ایده‌آل باشد که بر بارهای متحرک آن هیچ نیروی جز نیروی الکترواستاتیکی خارج وارد نیاید، این بارها بر اثر میدان E به طور یکنواخت شتاب میگیرند. در نتیجه، سرعت متوسط حاملهای بار در طول زمان به طور پیوسته زیاد میشود، و به همین ترتیب، جریان نیز افزایش مییابد. اما عملاً چنین نیست. جریان به سرعت به مقداری ثابت میرسد که متناسب با اختلاف پتانسیل دو سر سیم است. علت این امر آن است

که سیم در برابر حرکت حاملهای بار مقاومت میکند و در نتیجه حالت پایا دست میدهد.

بنابر تعریف، مقاومت سیم عبارت است از نسبت ولتاژ به جریان؛ یعنی:

$$R = \frac{V}{I} \quad (5-20)$$

که R مقاومت، I جریانی که از این مقاومت میگذرد، و V افت پتانسیل در طول این مقاومت است؛ یعنی V اختلاف پتانسیل دو سر عنصر مقاومتی در شرایطی است که جریان I از آن میگذرد. واحد مقاومت اهم (Ω)، به نام گئورگ سیمون اهم (۱۷۸۷-۱۸۵۴) است. هر اهم برابر است با یک ولت بر آمپر. هر عنصر مداری را که فقط مقاومت وارد مدار کند، مقاومت (خالص) مینامند.

در اکثر موارد، مقاومت عناصر مداری، دست کم در گستره‌های وسیع از جریان، از جریان داخل آن مستقل است. معادله (۵-۲۰) یا رابطه معادل آن.

$$V = IR \quad (6-20)$$

را که R ثابت فرض میشود، قانون اهم مینامند.

مثال ۲۰-۲ یک مقاومت 5Ω را به قطبهای یک باتری $10V$

بستهاند. جریان در این مقاومت چه قدر است؟

حل: از معادله تعریف کننده R ، یعنی معادله $(20-5)$ ، داریم

$$I = \frac{V}{R}$$

بدینسان:

$$I = \frac{10V}{5\Omega} = 2A$$

قانون اهم، برخلاف قوانین حرکت نیوتون، قانون دوم ترمودینامیک، یا قوانین پایستگی انرژی و اندازه حرکت، از جمله قوانین بنیادی طبیعت محسوب نمیشود. بسیاری از سیستمهای مقاومتی از قانون اهم پیروی نمیکند. این سیستمها در الکترونیک حالت جامد نقشی کلیدی بازی میکنند. اما قانون اهم برای اکثر عناصر ساده مداری، مانند سیم، گرمکن برقی و مانند آن، یا صادق است، یا دست کم تقریبی خوب به شمار میآید.

مقاومت رساناها به طول، l ، مساحت سطح مقطع، A ، و یک

خاصیت ذاتی ماده رسانا، یعنی مقاومت ویژه، بستگی دارد. رابطه

بین مقاومت، R ، و مقاومت ویژه، l ، به این قرار است

$$R = \frac{l}{A} \rho \quad (7-20)$$

واحد مقاومت ویژه اهم متر است.

گستره مقدار مقاومت ویژه مواد در دمای اتاق وسیع است؛ از

مقادیر کم برای فلزات بسیار خالص، مثل مس و نقره، گرفته تا مقادیر

بسیار بزرگ برای نارساها خوب، مانند شیشه، تفلون، و میلار.

مقاومت ویژه چند فلز خالص، آلیاژ، نیمرسانا و نارسا در دمای

20°C ، در جدول ۱-۲۰ درج شده‌اند. گستره این مقادیر ۲۵ دهه (مرتبه

بزرگی) است.

جدول ۱-۲۰ مقاومت ویژه و ضریب دمایی مقاومت ویژه در

۲۰°C

ماده	مقاومت ویژه ρ	ضریب دمایی α_r
	$\Omega.m$	$1/C^\circ$ یا $1/K$
مس	$1/69 \times 10^{-8}$	$3/9 \times 10^{-3}$
نقره	$1/59 \times 10^{-8}$	$3/8 \times 10^{-3}$
طلا	$2/44 \times 10^{-8}$	$3/4 \times 10^{-3}$
آلومینیوم	$2/83 \times 10^{-8}$	$4/0 \times 10^{-3}$
تنگستن	$5/33 \times 10^{-8}$	$4/6 \times 10^{-3}$
پلاتین	$10/4 \times 10^{-8}$	$3/9 \times 10^{-3}$
منگاتین	$48/2 \times 10^{-8}$	
کنستانتان	$48/9 \times 10^{-8}$	2×10^{-6}
نیکروم	100×10^{-8}	4×10^{-2}
کربن	$3/5 \times 10^{-5}$	-5×10^{-4}
ژرمانیم	$\sim 0/5$	$\sim -5 \times 10^{-2}$

$\sim 10^{-2}$	~ 1000	سیلیسیم
-	$10^8 - 10^{14}$	چوب
-	$10^{10} - 10^{14}$	شیشه
-	5×10^{-17}	کوارتز بیشکل (شیشه کوارتز)

نارسانا در دمای 20°C ، در جدول ۱-۲۰ درج شده‌اند. گستره این مقادیر ۲۵ دهه (مرتبه بزرگی) است.

علت بروز مقاومت در برابر جریان بار در رساناها این است که حاملهای بار به موانع گوناگونی برخورد میکنند که میخواهند جلوی حرکت آنها را بگیرند. حاملهای بار اثر برخورد با این موانع انرژی و اندازه حرکتی را که، از برخورد قبلی تا حال، از میدان الکتریکی گرفته بودند، از دست می دهند. چنان که به زودی خواهیم دید، از

دست رفتن انرژی باعث میشود که مقاومتی که جریان از داخل آن میگذرد گرم شود.

موانهایی که الکترونها را پراکنده میکنند، ممکن است ناخالصیهای موجود در فلزات خالص باشند، زیرا دستیابی به فلز مطلقاً خالص ناممکن است. حتی بلور فلزات مطلقاً خالص (جز ابررساناها در دمای به حد کافی پایین) مقاومتی ماصفر دارد، زیرا حرکت گرمایی اتمهای بلور فلز، الکترونها را آزاد میگذارد. چون دامنه این حرکت ارتعاشی در بلور با افزایش دما زیاد میشود، باید انتظار داشت که پراکنش الکترونها را آزاد، و در نتیجه مقاومت ویژه رساناهای فلزی، نیز با افزایش دما زیاد شود. در واقع همین پدیده را هم مشاهده میکنیم.

ضریب دمایی مقاومت ویژه را مانند ضریب انبساط گرمایی

تعریف میکنند:

$$\alpha_r = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta \rho}{\Delta T} \quad (۸-۲۰)$$

مقادیر α برای چند فلز خالص، آلیاژ، و کربن، که رسانایی

غیرفلزی است، در جدول ۱-۲۰ درج شده‌اند.

امکان پیشبینی و توصیف مقاومت ویژه نیمرساناها خیلی کمتر

است. این مقاومت ویژه به شدت تابع دما و نیز غلظت ناخالصیهای

موجود در ماده میزبان است (فصل ۳۰).

۱۰-۲۰ رسانش عصبی

مغز را غالباً به کامپیوتر تشبیه میکنند، و این تشبیه معقول به

نظر می‌آید. مغز نیز، مانند کامپیوتر، می‌تواند اطلاعات را دریافت،

پردازش، و در حافظه ذخیره کند، و نیز می‌تواند دستوراتی به

واحدهای محیطی بدهد. به علاوه، در اینجا هم مانند کامپیوتر، هرکدام

از این اعمال شامل انتقال تکانهای الکتریکی است.

اصطلاح «سیستم عصبی» شامل مغز، نخاع، و نورونهای

محیطی است. عصبشناسان به نورونهای حسی، که سیگنالهایی از

اندامهای حسی مانند چشم و گوش به مغز می‌فرستند، فرق می‌گذارند.

بدن انسان میلیونها نورون دارد، وگرچه جزئیات این نورونها با هم متفاوت است، برخی مشخصه‌های آنها مشترک است.

نورون از پیکره سلولی، شامل هسته سلول، تعدادی زائده منشعب یعنی دندریتها، و دنباله‌های دراز، موسوم به تار عصبی یا اکسون، تشکیل میشود. اکسون مانند خط انتقالی از پیکره سلولی به سرهای دور از پیکره سلولی است.

فعالیت الکتریکی در سیناپسها (پیوند نورونی) آغاز میشود. سیناپسها به دندریتها متصلاند. محرک دندریت میتواند یک سیگنال الکتریکی باشد؛ اما، در اکثر موارد، ماده‌های شیمیایی است (مثل استیل کولین) که به مدتی کوتاه پتانسیل الکتریکی دو طرف غشای سلولی را در سیناپس تغییر میدهد و نورون را به فعالیت وا میدارد. سردور از پیکره نورون (یا آکسون) نیز یک یا چند سیناپس دارد که، در پاسخ به تحریک الکتریکی، ماده‌های شیمیایی آزاد میکند.

تمامی سلولها، از جمله نورونها، را غشایی ظریف دربرگرفته است که اجزای سلول (هسته، ماده ژنتیکی، میتوکوندریها، آنزیمها، و

غیره) را از مایع برون سلولی جدا می کند و انسجام سیتوپلاسم. یعنی مایع سلولی، را حفظ می کند. غشای نورونها مجراها یا منافذ زیادی دارد که یونهای پتاسیم میتوانند با آزادی نسبی از آنها بگذرند، اما عبور یونهای سدیم از آنها منع میشود. مجراهای دیگری وجود دارد که یونهای سدیم میتوانند از آنها بگذرند، اما در شرایط عادی مولکولهایی آلی، که مانند دروازه عمل میکنند، این مجراها را میبندند. ترکیب پیچیده آلی دیگری در سطح داخلی غشا وجود دارد که مانند تلمبه عمل میکند، و به طور ثابت یونهای سدیم را از سیتوپلاسم میکشد و به مایع برون سلولی میفرستد.

در نتیجه این عمل تلمبهزنی، اختلاف پتانسیلی در دو طرف غشای سلولی به وجود می آید. معمولاً داخل سلول در حدود 70 mV منفی تر از بیرون آن است. این کمیت را پتانسیل استراحت سلول مینامند. به بیان دیگر، اکسون مانند یک خازن دراز استوانهای است؛ غشای نازک و نارسانای سلول دو ناحیه با رسانایی متوسط یونی، سیتوپلاسم و مایع برون سلولی، را از هم جدا میکند. ظرفیت

نورونها تقریباً $1\mu F$ بر سانتیمتر مربع است که متناظر است با غشایی به ضخامت حدوداً 10nm و ثابت دیالکتریک ۵، سطح داخلی غشا یک بارز خالص منفی و سطح خارجی یک بار خالص مثبت دارد.

نفوذپذیری (تراوایی) مجراهای سدیم و پتاسیم در غشا به تغییرات پتانسیل غشا حساس است. اگر، در نقطه‌های در طول نرون، اختلاف پتانسیل دوطرف غشا به کمتر از استانهای معین برسد، دروازه‌های سدیم به مدتی کوتاه (در حدود 1ms) به سرعت گشوده میشوند. در این حالت یونهای مثبت سدیم، که غلظت آنها در مایع برون سلولی بیشتر از سیتوپلاسم است، از این دروازه‌های گشوده شده به داخل سلول هجوم می‌آورند. در نتیجه، پتانسیل داخل سلول در آن نقطه به سرعت بالا میرود و معمولاً نسبت به بیرون کمی مثبت میشود. چون مایعهای داخلی و خارجی سلول رساناهایی یونیناند، پتانسیل دو طرف غشا در نواحی مجاور ناحیه فعال نیز از استانۀ گشوده شدن دروازه‌ها کمتر میشود. دروازه‌های سدیم در نقاط مجاور نیز باز میشوند، حتی با وجودی که دروازه‌های سدیم در

نقطه ابتدایی بسته میشوند، ورود یونهای سدیم را به داخل میسر میکنند. به این ترتیب، این پتانسیل کنش در راستای اکسون نورون منتشر میشود.

نورونی که یک بار تحریک شود، نمیتواند بلافاصله پتانسیل کنش دیگری را منتقل کند. زمان بازیابی کوتاهی، موسوم به دوره تحریکناپذیری، وجود دارد که در خلال آن، تحریکهای بالاتر از آستانه، پتانسیل کنش ایجاد نمیکند. دوره تحریکناپذیری نوعاً از مرتبه یک میلی ثانیه است. و تعداد پالسهایی را که نورون میتواند منتقل کند به حدود هزار پالس در هر ثانیه محدود میکند. در طول دوره تحریکناپذیری، تلمبه سدیم اندک یونهای سدیمی را که، در زمان گشوده بودن دروازههای سدیم، به داخل نفوذ کرده بودند به بیرون تلمبه میکند، و نورون برای پاسخ به تحریکهای بالاتر از آستانه دیگر آماده میشود.

سرعت انتشار پتانسیل کنش به رسانایی سیتوپلاسم و مایع برون سلولی، ضخامت، ثابت دیالکتریک، و مقاومت ویژه غشا، و نیز

قطر اکسون بستگی دارد؛ هرچه قطر زیادتر شود، سرعت انتشار هم بیشتر میشود. به اتکای یک استدلال ساده نظری چنین برمی آید که سرعت انتشار v باید با جذر قطر اکسون، D ، متناسب باشد؛ در واقع؛ رابطه بین v و D تقریباً خطی است. در بیمهرگان، گرایش به این سمت است که نورونهایی که ماهیچههای دخیل در اعمال فرار و دفاع سریه را تحریک میکنند، قطری بزرگ داشته باشند. در اسکویید، قطر اکسون عصبی که انقباض ماهیچههای جبه را کنترل میکند، در حدود 1mm است؛ به این ترتیب، سرعت انتشار در حدود 35m/s میشود. در بسیاری از مطالعات تجربی اولیه الکترونوروفیزیولوژی، این اکسون بسیار بزرگ اسکویید را به کار میبردند، که به سادگی میشد الکتروود به درون آنها فرو برد.

در مهرهداران، انتقال سریع تکانهای عصبی به این ترتیب انجام میشود که کل اکسون، پوششی از یک لایه بسیار نازک چربی، به نام غلاف میلین، دارد که در فواصل معین در طول اکسون قطع شده است. در این نقاط، به نام گرههای رانویه، غشا بیرون است. پتانسیل

کنش، عملاً، از یک گره به گره دیگر می‌جهد. فرایندی که آن را رسانایی جهشی می‌نامند. رسانایی جهشی در اعصاب پستانداران، با وجودی که قطر اکسون تنها در حدود یک میکرون است، با سرعتی در حدود 100m/s انجام میشود. عصب بینایی آدمی در حدود ۱ میلیون نورون دارد، که هر یک از آنها سیگنالهای عصبی را با این سرعت منتقل میکند. اگر قطر هر نورون 1mm میبود، قطر عصب بینایی از قطر جمجمه بیشتر میشد. بنابراین، غلاف میلین و گرههای متناظر رانویه برای انتقال سریع اطلاعات بین اندامهای حسی و مغز، و بین مغز و ماهیچهها ضروریاند. برخی بیماریها، مانند ناتوانی ماهیچهها، حاصل کار نکردن سلولهایی هستند که غلاف میلین را میسازند.

خلاصه فصل

منبعهای نیروی محرکه الکتریکی (emf) در مدارهای بسته جریان بار ایجاد میکنند. مقدار نیروی محرکه الکتریکی، \mathcal{E} ، منبع با اختلاف پتانسیل بین دو سر منبع در شرایط مدار باز برابر است.

مقاومت داخلی منبع، R_i ، عبارت است از نسبت نیروی محرکه

الکتریکی آن به جریان اتصال کوتاه I_{sc} .

جریان عبارت است از حرکت بار. واحد جریان، آمپر (A) است.

یک آمپر متناظر است با عبور کولن بار از یک ناحیه در یک ثانیه.

بعد جریان عبارت است از

$$[I] = \frac{[Q]}{T}$$

جریان متوسط عبارت است از

$$\bar{I} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

و جریان لحظهای به این قرار است

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

سرعت متوسط حاملهای باری را که عامل جریان بارند، سرعت

سوق، v_d ، این حاملها مینامند. رابطه جریان و سرعت سوق عبارت

است از

$$I = nqu_d A$$

که در آن n چگالی حاملهای بار، یعنی تعداد حاملها در واحد

حجم، q بار هر حامل، و A مساحت سطح مقطع رساناست.

مقاومت یک عنصر مقاومتی، بنابر تعریف، عبارت است از نسبت

اختلاف پتانسیل بین دو سر مقاومت به جریان آن. یعنی،

$$R = \frac{V}{I}$$

که در آن V افت ولتاژ مقاومتی که جریان I از آن میگذرد. اگر

R مستقل از I باشد، میگویند که عنصر مداری از قانون اهم پیروی

میکند،

$$V = I R$$

که در آن R ثابت است.

مقاومت سیمها از این رابطه به دست میآید.

$$R = \frac{l}{A} \rho$$

که l طول، A مساحت سطح مقطع سیم، و ρ مقاومت ویژه

مادهای است که سیم از آن ساخته شده است.