



سرگذشت اسیدها و بازها

بسیاری از مسایل و چالش‌های زندگی انسان امروزی با مفاهیم اسید^۱ و باز^۲ ارتباط مستقیم دارد. آشنایی و درک ویژگی‌های این ترکیب‌ها و بررسی واکنش میان آن‌ها می‌تواند در حل یا کاهش این مشکلات، جوامع بشری را یاری کند. در کشورهای پیشرفته و صنعتی، اسیدها و بازها از ضروری‌ترین و مهم‌ترین ترکیب‌ها به‌شمار می‌آیند. در بین ۵۰ فراورده‌ی شیمیایی که بیش‌ترین تولید را در جهان دارند، تعداد زیادی اسید و باز به چشم می‌خورد. در کتاب شیمی پیش دانشگاهی (۱) خواندید: «آمارها نشان می‌دهند که فراورده‌های شیمیایی مانند سولفوریک اسید (H_2SO_4)، نیتروژن (N_2)، آمونیاک (NH_3)، آهک (CaO) و اتیلن (C_2H_4) بالاترین تولید سالیانه را در جهان دارند.» سولفوریک اسید همان‌طور که از نامش پیداست، یک اسید و آمونیاک و آهک نیز جزو بازها به‌شمار می‌آیند.

اسیدها و بازها از خوراکی تا مرگ‌آور

برخی از اسیدها مانند استیک اسید (جوهر سرکه) و آسکوربیک اسید (ویتامین C) جزو مواد خوراکی هستند. در صورتی که سولفوریک اسید (اسید باتری) که حدود ۴۰ درصد محلول درون باتری اتومبیل‌ها را تشکیل می‌دهد، به محض تماس با بافت‌های بدن، آن‌ها را از بین می‌برد. برخی از بازها مانند منیزیم هیدروکسید (شیرمنیزی) که برای خنثی کردن اسید معده به‌کار می‌رود، خوراکی هستند. اما ماده‌ای مانند آمونیاک که در تهیه‌ی کودهای شیمیایی و مواد منفجره به‌کار می‌رود یا سدیم هیدروکسید (سود سوزآور) که در ساخت صابون جامد از آن استفاده می‌شود، بازهای غیرخوراکی هستند.

اهمیت اسیدها و بازها

هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی، مقادیر متفاوتی از انواع مواد شیمیایی مصرف می‌شود که در اغلب آن‌ها، اسیدها و بازها نقش مهمی ایفا می‌کنند. در زیر به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌شود.

(۱) کودهای شیمیایی، نمک‌های اسیدی، خنثی یا بازی هستند. در تهیه‌ی کودهای شیمیایی، اسیدهایی مانند نیتریک اسید، سولفوریک اسید و فسفریک اسید و بازهایی مانند آمونیاک به‌کار می‌روند. استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی، سبب افزایش مقدار و کیفیت محصول باارزشی چون گندم می‌شود. در صورتی که حذف این اسیدها و بازها می‌تواند به گرانی مواد غذایی و یا حتی قحطی منجر شود.

(۲) اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است. برای نمونه، مرکبات سرشار از ویتامین C (آسکوربیک اسید) هستند. در تمشک یک نوع اسید آروماتیک به نام بنزوئیک اسید^۳ یافت می‌شود. هم‌چنین گیاهان خوراکی مانند ریواس و اسفناج دارای مقادیر قابل‌توجهی اگزالیک اسید^۴ هستند.

(۳) اغلب داروها، ترکیب‌های شیمیایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند. برای نمونه، مصرف داروی اسیدی آسپرین باعث می‌شود که تب، التهاب، تپش‌های قلبی و سکنه به میزان قابل‌توجهی در سراسر دنیا کاهش یابد. همان‌طور که در بالا نیز گفته شد، یکی از راه‌های کاهش غلظت اسید معده (HCl)، مصرف یک ضد اسید است. شیرمنیزی متداول‌ترین ضداسید است که باز منیزیم هیدروکسید ($Mg(OH)_2$)، سازنده‌ی اصلی آن به‌شمار می‌رود.

(۴) برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند. زیرا آهک (CaO) و سنگ آهک ($CaCO_3$) دارای خاصیت بازی هستند و اضافه کردن آن‌ها به خاک، موجب افزایش pH خاک می‌شود.

(۵) مواد مورد استفاده برای نظافت آشپزخانه، حمام و دستشویی شامل اسید یا باز است. برای نمونه، محلول جوهر نمک ($HCl(aq)$) و محلول سفیدکننده ($NaClO(aq)$) که برای از بین بردن جرم و تمیز کردن سطوح در حمام و آشپزخانه به‌کار برده می‌شوند، به‌ترتیب خاصیت اسیدی و بازی دارند.

(۶) فاضلاب‌های صنعتی شامل یون‌های فلزهای واسطه مانند Fe^{3+} ، Hg^{2+} و Cd^{2+} هستند. از این‌رو با ورود به محیط زیست، pH محیط را کاهش می‌دهند. یکی از روش‌های کاهش میزان اسیدی بودن فاضلاب‌های صنعتی، استفاده از یک ماده‌ی قلیایی (بازی) است.

Acid -۱

Base -۲

۳ و ۴- با بنزوئیک اسید و اگزالیک اسید در همین بخش آشنا می‌شوید.

(۷) زندگی بسیاری از آبه‌زیان به میزان pH آب وابسته است. pH مناسب برای آبه‌زیان بین ۵/۶ تا ۹ است.

(۸) تنظیم میزان pH شوینده‌ها ضروری است. از مواد اصلی به کار رفته در تهیه‌ی پاک‌کننده‌های صابونی و غیرصابونی می‌توان به بازهای سدیم‌هیدروکسید (NaOH) و پتاسیم‌هیدروکسید (KOH) اشاره کرد. حذف این بازها از زندگی، موجب انتقال میکروب‌ها و باکتری‌ها و در نهایت شیوع انواع بیماری‌ها خواهد شد.

نمونه‌های فوق نشان می‌دهند که اسیدها و بازها کاربردهای بسیار گسترده‌ای در زندگی دارند و هر بخش از زندگی تحت تأثیر ویژگی‌ها و رفتار این مواد است. بدیهی است که شناخت آن‌ها به ما کمک خواهد کرد تا شرایط زندگی خود را بهبود بخشیم.

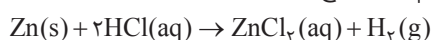
ویژگی‌های عمومی اسیدها و بازها

از قرن‌ها پیش ویژگی‌های اسیدها و بازها برای انسان معلوم بوده است. مهم‌ترین ویژگی‌های اسیدها و بازها که در سال‌های گذشته با آن‌ها آشنا شدید، در زیر آمده است.

❖ ویژگی‌های عمومی اسیدها عبارتند از:

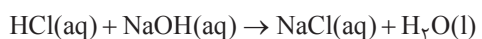
(۱) اسیدها با فلزهایی مانند Fe و Zn واکنش می‌دهند و نمک و گاز H_2 تولید می‌کنند. واکنش انجام‌شده از نوع جابه‌جایی یگانه است.

مثال: معادله‌ی واکنش میان هیدروکلریک اسید و فلز روی به صورت مقابل است:



(۲) اسیدها با بازها واکنش می‌دهند و نمک و آب تولید می‌کنند. واکنش انجام‌شده از نوع جابه‌جایی دوگانه است و به «خنثی شدن» معروف است.

مثال: معادله‌ی واکنش میان هیدروکلریک اسید و سدیم‌هیدروکسید به صورت مقابل است:



(۳) در محلول آبی اسیدها، یون $H^+(aq)$ یافت می‌شود.

(۴) وجود یون $H^+(aq)$ موجب رسانایی الکتریکی محلول آبی اسیدها می‌شود. در صورتی که $H^+(aq)$ از غلظت بالایی برخوردار باشد، محلول آبی اسیدها رسانای خوبی برای عبور جریان برق خواهد بود.

(۵) اسیدها، شناساگر متیل‌سرخ را به رنگ قرمز درمی‌آورند.

❖ ویژگی‌های عمومی بازها عبارتند از:

(۱) بازها با اسیدها واکنش می‌دهند و نمک و آب تولید می‌کنند. واکنش انجام‌شده از نوع جابه‌جایی دوگانه است و به «خنثی شدن» معروف است.

(۲) در محلول آبی بازها، یون $OH^-(aq)$ یافت می‌شود.

(۳) وجود یون $OH^-(aq)$ موجب رسانایی الکتریکی محلول آبی بازها می‌شود. در صورتی که $OH^-(aq)$ از غلظت بالایی برخوردار باشد، محلول آبی بازها رسانای خوبی برای عبور جریان برق خواهد بود.

(۴) بازها، شناساگر متیل‌سرخ را به رنگ زرد درمی‌آورند.

نام‌گذاری اسیدها و بازها

در بیش‌تر موارد برای بررسی اسیدها و بازها، مانند حل مسائل، دانستن فرمول شیمیایی آن‌ها ضروری است. در زیر به‌طور خلاصه به این موضوع پرداخته شده است.

(۱) **نام‌گذاری اسیدهای دوتایی:** اسیدهای دوتایی ترکیب‌هایی هستند که در آن‌ها اتم یا اتم‌های عنصر هیدروژن و اتم یا اتم‌های یک عنصر نافلزی دیگر وجود دارد.

برای نام‌گذاری اسیدهای دوتایی، دو حالت وجود دارد:

(آ) اگر این ترکیب‌ها در آب حل نشده باشند، یعنی به حالت گازی شکل باشند، برای نام‌گذاری آن‌ها از الگوی زیر استفاده می‌شود:

هیدروژن + نام یا ریشه‌ی نافلز + پسوند «ید»

❖ به مثال‌های زیر توجه کنید:

$HCl(g)$: هیدروژن کلرید

$HF(g)$: هیدروژن فلوئورید

$HI(g)$: هیدروژن یدید

$HBr(g)$: هیدروژن برمید

$H_2S(g)$: هیدروژن سولفید

(ب) در صورتی که این ترکیب‌ها در آب حل شده باشند، برای نام‌گذاری آن‌ها از الگوی زیر استفاده می‌شود:

هیدرو + نام یا ریشه‌ی نافلز + پسوند «یک» + اسید

❖ به مثال‌های زیر توجه کنید:

$HCl(aq)$: هیدروکلریک اسید

$HF(aq)$: هیدروفلوئوریک اسید

$HI(aq)$: هیدرویدیک اسید

$HBr(aq)$: هیدروبرمیک اسید

$H_2S(aq)$: هیدروسولفوریک اسید

نکته: HCN اگرچه اسید دوتایی نیست، اما همانند اسیدهای دوتایی نام‌گذاری می‌شود:
HCN(g): هیدروژن سیانید
HCN(aq): هیدروسیانیک اسید

۲) نام‌گذاری اسیدهای اکسیژن‌دار: اسیدهای اکسیژن‌دار ترکیب‌هایی هستند که در آن‌ها یک یا چند اتم هیدروژن توسط اتم اکسیژن به اتم مرکزی متصل هستند.^۱ برای نام‌گذاری اسیدهای اکسیژن‌دار، چند حالت وجود دارد:
آ) اگر از اتم مرکزی اسید، تنها یک اسید اکسیژن‌دار شناخته شده باشد، از الگوی زیر استفاده می‌شود:

نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «یک» + اسید

مثال: H_2CO_3 : کربنیک اسید

ب) اگر از اتم مرکزی اسید، دو اسید اکسیژن‌دار شناخته شده باشد، برای نام‌گذاری از الگوی زیر استفاده می‌شود:

(الگوی نام‌گذاری اسید با اکسیژن کم‌تر)	نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «و» + اسید
(الگوی نام‌گذاری اسید با اکسیژن بیش‌تر)	نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «یک» + اسید

☞ به مثال‌های زیر توجه کنید:

HNO_2 : نیترو اسید

HNO_3 : نیتریک اسید

پ) اگر از اتم مرکزی اسید، چهار اسید اکسیژن‌دار شناخته شده باشد (مانند اغلب هالوژن‌ها)، برای نام‌گذاری از الگوی زیر استفاده می‌شود:

(الگوی نام‌گذاری اسید با کم‌ترین تعداد اکسیژن)	هیپو + نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «و» + اسید
(الگوی نام‌گذاری اسید با اکسیژن کم‌تر)	نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «و» + اسید
(الگوی نام‌گذاری اسید با اکسیژن بیش‌تر)	نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «یک» + اسید
(الگوی نام‌گذاری اسید با بیش‌ترین تعداد اکسیژن)	پر + نام یا ریشه‌ی اتم مرکزی + پسوند «یک» + اسید

☞ به مثال‌های زیر توجه کنید:

$HClO$: هیپوکلرو اسید

$HClO_2$: کلرو اسید

$HClO_3$: کلریک اسید

$HClO_4$: پرکلریک اسید

$HBrO$: هیپوبرمو اسید

$HBrO_2$: برمو اسید

$HBrO_3$: برمیک اسید

$HBrO_4$: پربرمیک اسید

۳) نام‌گذاری بازها: بازها ترکیباتی هستند که معمولاً در آن‌ها یک کاتیون فلزی و یک یا چند آنیون هیدروکسید (OH^-) وجود دارد. برای نام‌گذاری بازها، نخست نام فلز، سپس واژه‌ی «هیدروکسید» آورده می‌شود.

☞ به مثال‌های زیر توجه کنید:

$NaOH$: سدیم هیدروکسید

KOH : پتاسیم هیدروکسید

$Ca(OH)_2$: کلسیم هیدروکسید

$Fe(OH)_3$: آهن (III) هیدروکسید

$Fe(OH)_2$: آهن (II) هیدروکسید

نکته: اگر فلز موردنظر، چندظرفیتی باشد، ظرفیت یا عدد اکسایش آن را با عدد رومی درون پرانتز بعد از نام فلز می‌نویسیم.

نام‌های علمی و تجاری برخی از اسیدها و بازها

برای برخی از اسیدها و بازها علاوه بر نام علمی، گاهی اوقات از نام تجاری آن‌ها نیز استفاده می‌شود. این موارد به‌همراه فرمول شیمیایی آن‌ها در جدول‌های صفحه‌ی بعد آورده شده است.^۲

۱- البته در برخی از اسیدهای اکسیژن‌دار مانند H_3PO_3 و H_3PO_2 ، تعدادی از اتم‌های هیدروژن بدون واسطه (اتم اکسیژن) و مستقیماً به اتم مرکزی متصل هستند.
۲- اغلب ترکیبات موجود در جدول (۱)، اسیدهای آلی هستند. با این اسیدها در ادامه‌ی بخش آشنا می‌شوید.

جدول ۱- نام تجاری و فرمول شیمیایی چند اسید معروف

نام علمی	نام تجاری	فرمول شیمیایی
-	آسپرین	$C_9H_8O_4$
متانویک اسید (فورمیک اسید)	جوهر مورچه	$HCOOH$
اتانویک اسید (استیک اسید)	جوهر سرکه	CH_3COOH
آسکوربیک اسید	ویتامین C	$C_6H_8O_6$
اتان دی‌اویک اسید (اگزالیک اسید)	جوهر ترشک	$H_2C_2O_4$
سالیسیلیک اسید	-	$C_7H_6O_3$
بنزوئیک اسید	-	$C_7H_6O_2$
آمینو اتانویک اسید (آمینو استیک اسید)	گلی‌سین ^۱	NH_2CH_2COOH
هیدروکلریک اسید	اسید معده (جوهر نمک)	HCl
نیتریک اسید	جوهر شوره	HNO_3
سولفوریک اسید	اسید باتری (جوهر گوگرد)	H_2SO_4

جدول ۲- نام تجاری و فرمول شیمیایی چند باز معروف

نام علمی	نام تجاری	فرمول شیمیایی
سدیم هیدروکسید	سود سوزآور	$NaOH$
پتاسیم هیدروکسید	پتاس سوزآور	KOH
منیزیم هیدروکسید	شیرمنیزی	$Mg(OH)_2$
آمونیم هیدروکسید (محلول آمونیاک)	-	NH_4OH یا $NH_3(aq)$

هیدروژن اسیدی

همان‌طور که قبلاً گفتیم یکی از ویژگی‌های عمومی اسیدها این است که در محلول آبی این ترکیب‌ها، یون $H^+(aq)$ یافت می‌شود. در این قسمت به‌طور خلاصه به این موضوع می‌پردازیم که هر هیدروژن موجود در ساختار اسیدها، قابلیت تبدیل به یون $H^+(aq)$ را ندارد.

۱) اگر در یک اسید، بین اتم هیدروژن و اتمی که دارای الکترونگاتیوی نسبتاً بالایی است، پیوند کووالانسی برقرار باشد، آن پیوند قطبی است و هیدروژن قابلیت تبدیل به یون $H^+(aq)$ را دارد. به چنین هیدروژنی، هیدروژن اسیدی می‌گویند.

• برای نمونه، در استیک اسید (CH_3COOH)، یک پیوند $O-H$ و ۳ پیوند $C-H$ وجود دارد. الکترونگاتیوی اکسیژن بالا است (در حدود ۳/۵) و پیوند $O-H$ از نوع قطبی است. به این ترتیب اکسیژن، جفت الکترون پیوندی $O-H$ را به سمت خود می‌کشد و با جدا کردن الکترون هیدروژن، یک H^+ پدید می‌آید. در حالی که الکترونگاتیوی کربن پایین است (در حدود ۲/۵) و پیوند $C-H$ قطبیت چندانی ندارد. در نتیجه امکان تولید H^+ نیز وجود نخواهد داشت.

۲) در اسیدهای دوتایی مانند HF ، HCl ، HBr ، HI و H_2S حتی HCN ، پیوند میان اتم هیدروژن و اتم مجاور از نوع قطبی است و هیدروژن‌های موجود از نوع اسیدی هستند.

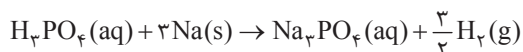
۳) در اسیدهای معدنی اکسیژن‌دار مانند: HNO_3 ، HNO_2 ، $HClO_4$ ، $HClO_3$ ، H_2SO_4 ، H_2SO_3 ، H_2CO_3 و H_3PO_4 ، هیدروژن‌های متصل به اکسیژن، اسیدی هستند.^۲

۴) در اسیدهای آلی که دارای گروه کربوکسیل ($-COOH$) هستند، به‌ازای هر گروه کربوکسیل، یک هیدروژن اسیدی وجود دارد.

• به‌عنوان نمونه، هر کدام از ترکیب‌های $HCOOH$ و CH_3COOH دارای یک هیدروژن اسیدی، ولی $HOOCCH_2OH$ ($H_2C_2O_4$) دارای دو هیدروژن اسیدی است.

۵) در واکنش یک مول اسید با فلزهای فعال و واکنش‌پذیری مانند سدیم، به‌ازای هر هیدروژن اسیدی، نیم مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود. به عبارت دیگر، هیدروژن اسیدی با فلزهای فعال، قابل جایگزینی است.

• به‌عنوان نمونه، اگر یک مول فسفریک اسید (H_3PO_4) که دارای سه هیدروژن اسیدی است، با مقدار کافی فلز سدیم واکنش دهد، ۱/۵ مول گاز هیدروژن آزاد می‌شود.



۱- البته گلی‌سین در برخی از واکنش‌ها از خود خاصیت بازی نشان می‌دهد. دلیل این مطلب را کمی جلوتر می‌خوانید.

۲- در اسیدهای معدنی اکسیژن‌دار به‌جز H_3PO_3 و H_3PO_4 ، تمام هیدروژن‌های موجود در ساختار اسید، هیدروژن اسیدی به‌شمار می‌آیند. H_3PO_3 و H_3PO_4 به‌ترتیب دارای ۲ و ۱ هیدروژن اسیدی (هیدروژن متصل به اکسیژن) هستند.

نظریه‌های اسید و باز

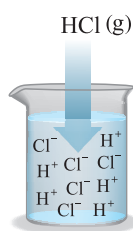
شیمی‌دان‌ها مدت‌ها پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شوند، با ویژگی‌های هر کدام و واکنش میان آن‌ها آشنا بودند و مشاهدات زیادی را در تاریخ علم تجربی ثبت کرده‌اند. نخستین بار اسیدها و بازها با خواص ظاهری خود شناخته و نام‌گذاری شده‌اند. برای نمونه اولین ویژگی اسیدها که مورد توجه قرار گرفت، ترش‌مزه بودن آن‌ها بود. جالب است بدانید که واژه‌ی اسید، نخستین بار در سال ۱۶۲۶ وارد واژگان شیمی شد و برگرفته از واژه‌ی لاتین acer، به معنای ترش‌مزه است.

چند تن از شیمی‌دان‌ها برای تعریف اسید و باز و توجیه رفتار آن‌ها، تعریف‌ها و ایده‌هایی را مطرح کردند. این ایده‌ها با گذر زمان اصلاح شدند. اما توجیه رفتار اسیدها و بازها و همچنین مشاهدات‌های یادداشت‌شده، به ارایه‌ی یک نظریه نیاز داشت. تا این‌که در اواخر قرن نوزدهم، سوانت آرنیوس و در اوایل قرن بیستم، توماس لوری به‌همراه یوهانس برنستند ایده‌های کامل‌تری مطرح کردند که به نظریه‌های اسید و باز معروف شدند.

نظریه‌ی آرنیوس



سوانت آرنیوس



در سال ۱۸۸۷ یک شیمی‌دان سوئدی به نام سوانت آگوست آرنیوس^۱ به نظریه‌ای برای اسیدها و بازها دست یافت. این نخستین بار بود که یک دانشمند توضیح می‌داد که رفتار اسیدی موادی که اسید نامیده می‌شوند و رفتار بازی موادی که باز نامیده می‌شوند، از کجا ناشی می‌شود.

۱) آرنیوس طی پژوهش‌هایی که روی رسانایی الکتریکی و برق‌کافت ترکیب‌های محلول در آب انجام می‌داد، به نظریه‌ای برای اسیدها و بازها دست یافت.

۲) آرنیوس اسید را ماده‌ای تعریف کرد که در آب حل می‌شود و یون هیدروژن ($H^+(aq)$) یا پروتون پدید می‌آورد.

از نگاه آرنیوس، گاز هیدروژن کلرید ($HCl(g)$) یک اسید است. زیرا به هنگام حل شدن در آب، یون‌های هیدروژن ($H^+(aq)$) و کلرید ($Cl^-(aq)$) پدید می‌آورد. محلول آبی حاصل که این یون‌ها را دارد، هیدروکلریک اسید نامیده می‌شود.



شکل ۱- نمونه‌ای از اسید آرنیوس

آقا! اجازه شما گفتید که اسید از نظر آرنیوس ماده‌ای است که با حل کردن در آب، یون $H^+(aq)$ یا پروتون پدید بیاورد. سؤال من این‌که چرا به یون هیدروژن ($H^+(aq)$) می‌گوییم پروتون؟

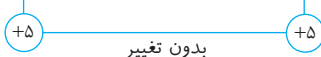
جواب: اتم هیدروژن معمولی یا همان پروتیم (1H) برخلاف سایر اتم‌ها فاقد نوترون بوده و تنها از یک پروتون و یک الکترون تشکیل شده است. واضح است که اگر یک الکترون از آن گرفته شود و به یون H^+ تبدیل شود، تنها شامل یک پروتون خواهد بود.

۳) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، اکسیدهای نافلزی محلول در آب، مانند دی‌نیتروژن پنتوکسید (N_2O_5)، خاصیت اسیدی دارند. زیرا به هنگام حل شدن در آب، واکنش می‌دهند و یون هیدروژن تولید می‌کنند.

به محلول آبی فوق که دارای یون‌های $H^+(aq)$ ، $NO_3^-(aq)$ است، نیتریک اسید گفته می‌شود.

۴) اکسیدهای نافلزی محلول در آب به هنگام حل شدن در آب، واکنش می‌دهند و یون هیدروژن تولید می‌کنند. بنابراین اسید آرنیوس به‌شمار می‌آیند و از این‌رو به آن‌ها اکسید اسیدی می‌گویند، مانند: CO_2 ، SO_3 ، Cl_2O_7 ، P_4O_{10} ، ...

۵) در تعیین فراورده‌ی واکنش یک اکسید نافلزی با آب می‌توان از این نکته استفاده کرد که در این واکنش، در اغلب موارد عدد اکسایش نافلز و البته سایر اتم‌ها تغییر نمی‌کند.^۲ به‌عنوان نمونه، برای تعیین این‌که از واکنش P_4O_{10} با آب، کدام یک از اسیدهای H_3PO_3 ، H_3PO_4 یا H_3PO_2 به‌دست می‌آید، می‌توان به عدد اکسایش فسفر در دو طرف معادله توجه کرد:



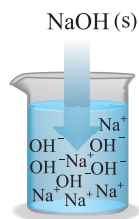
عدد اکسایش P در H_3PO_3 برابر +۳ و در H_3PO_4 برابر +۵ است.

۱- Svante August Arrhenius

۲- البته این نکته موارد استثنایی هم دارد، مانند: $3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$

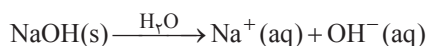


۶) هر اکسید نافلزی را نباید اسید آرنیوس به حساب آورد. به عنوان نمونه، اکسیدهای نافلزی CO ، N_2O و NO در آب به مقدار ناچیز به صورت مولکولی و فیزیکی حل شده و یون هیدروژن تولید نمی کنند. در نتیجه این اکسیدهای نافلزی، اسید آرنیوس به شمار نمی آیند.



۷) در نظریه ی آرنیوس، باز ماده ای است که به هنگام حل شدن در آب، یون هیدروکسید ($\text{OH}^- (\text{aq})$) پدید می آورد.

از دید آرنیوس NaOH یک باز است. زیرا بر اثر حل شدن این ترکیب یونی در آب، یون های سازنده ی آن از هم جدا می شود و یون های هیدروکسید را در آب آزاد می کند.



شکل ۲- نمونه ای از باز آرنیوس

۸) مطابق نظریه ی آرنیوس، اکسیدهای فلزی محلول در آب، مانند پتاسیم اکسید (K_2O) خاصیت بازی دارند، زیرا با آب واکنش می دهند و یون هیدروکسید تولید می کنند.

۹) اکسیدهای فلزی محلول در آب به هنگام حل شدن در آب، واکنش می دهند و یون هیدروکسید تولید می کنند. بنابراین باز آرنیوس به شمار می آیند و از این رو به آن ها اکسید بازی می گویند. اکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جز Be و Mg) اکسیدهای فلزی محلول در آب هستند، مانند: BaO ، Li_2O ، Na_2O و ...

درباره ی آرنیوس ...

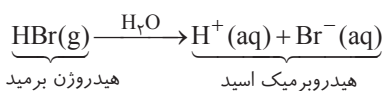
آرنیوس معتقد بود که اسیدها و بازها هنگام حل شدن در آب، به طور جزئی یا کامل تفکیک می شوند و ذره های باردار به نام یون ها را پدید می آورند. این ایده ی آرنیوس، در زمان خود یک ایده ی انقلابی بود. به طوری که اغلب شیمی دان ها بر این باور بودند که مولکول ها نمی توانند به یون های مثبت و منفی تفکیک شوند. به همین دلیل با دادن کرسی استادی به وی مخالفت کردند. اما شیمی دان های جوان در پژوهش های خود به نتایجی دست یافتند که با نظریه ی آرنیوس همخوانی داشت. این روند ادامه یافت تا این که در سال ۱۹۰۳ جایزه ی نوبل شیمی به وی اهدا شد.

معروف ترین اسیدهای آرنیوس

مهم ترین موادی که از دید آرنیوس، اسید محسوب می شوند، در زیر آورده شده است:

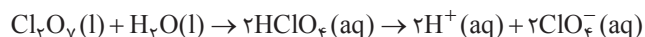
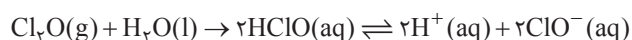
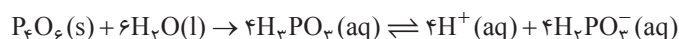
۱) هیدروژن هالیدها: HF ، HCl و HI .

هیدروژن هالیدها (HX) با حل شدن در آب یون $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید می آورند و محلول آبی آن ها، هیدروهالیک اسید نامیده می شود، مانند:



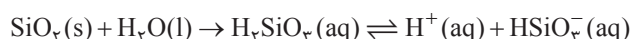
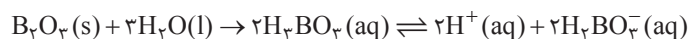
۲) اکسیدهای نافلزی محلول در آب که به اکسیدهای اسیدی معروف هستند، مانند: CO_2 ، SO_2 ، SO_3 ، N_2O_3 ، P_2O_3 ، P_2O_5 ، Cl_2O ، Cl_2O_3 و Cl_2O_7 .

به معادله ی واکنش تعدادی از آن ها به هنگام حل شدن در آب توجه کنید:



تذکر: معادله ی یونش HClO_4 به صورت یک طرفه (\rightarrow) و معادله ی یونش دو اسید دیگر به صورت دوطرفه (\rightleftharpoons) نمایش داده شده است. این موضوع به قدرت اسید حاصل بستگی دارد که در ادامه با آن آشنا می شوید.

نکته: اکسیدهای شبه فلزی مانند B_2O_3 و SiO_2 نیز به اکسیدهای اسیدی معروف هستند و اسید آرنیوس محسوب می شوند.



۳) گازهای هیدروژن سولفید ($\text{H}_2\text{S}(\text{g})$) و هیدروژن سیانید ($\text{HCN}(\text{g})$).

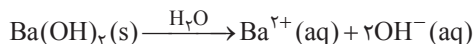
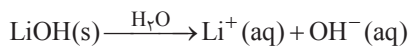
۴) اسیدهای آلی: این اسیدها ترکیباتی هستند که در ساختار آن ها یک یا چند گروه عاملی کربوکسیل ($-\text{COOH}$) وجود دارد. در این ترکیب ها فقط هیدروژن متصل به اکسیژن امکان پدید آوردن $\text{H}^+(\text{aq})$ را دارد. معروف ترین مثال های اسیدهای آلی، فرمیک اسید (HCOOH) و استیک اسید (CH_3COOH) هستند.^۱

۱- با اسیدهای آلی در جلسه ی چهارم همین بخش از کتاب به طور مفصل آشنا می شوید.

معروف‌ترین بازهای آرنیوس

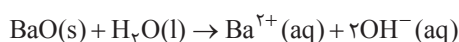
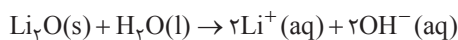
مهم‌ترین موادی که از دید آرنیوس، باز محسوب می‌شوند در زیر آورده شده است:

۱) هیدروکسیدهای فلزی محلول در آب که بدون انجام واکنش شیمیایی و فقط طی یک فرایند فیزیکی در آب حل شده و کاتیون فلزی و یون هیدروکسید (OH^-) را در آب آزاد می‌کنند.



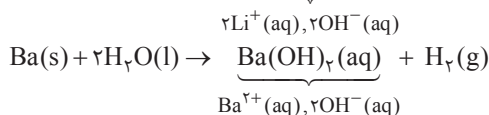
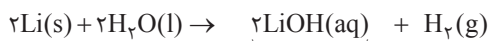
نکته: منظور از هیدروکسیدهای فلزی محلول در آب، هیدروکسید فلزهای قلیایی و قلیایی‌خاکی (به جز Be و Mg) است.

۲) اکسیدهای فلزی محلول در آب که به اکسیدهای بازی معروف هستند. این اکسیدها طی یک واکنش شیمیایی با آب، کاتیون فلزی و یون هیدروکسید (OH^-) پدید می‌آورند.



نکته: منظور از اکسیدهای فلزی محلول در آب، اکسید فلزهای قلیایی و قلیایی‌خاکی (به جز Be و Mg) است.

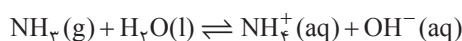
۳) فلزهای فعال که طی یک واکنش جابه‌جایی یگانه با آب، محلول بازی و گاز هیدروژن تولید می‌کنند.



نکته: در این‌جا منظور از فلزهای فعال، فلزهای قلیایی و قلیایی‌خاکی (به جز Be و Mg) است. در شیمی سال سوم خواندید که برلییم تنها فلز قلیایی‌خاکی است که با آب یا بخار آب داغ نیز واکنش می‌دهد. از طرفی Mg به کندی با آب واکنش می‌دهد، اما Mg(OH)_2 در آب نامحلول است.

۴) گاز آمونیاک که به هنگام حل شدن در آب، یون هیدروکسید (OH^-) پدید می‌آورد.

یادآوری: در شیمی سال سوم خواندید که انحلال‌پذیری گاز آمونیاک در 10°C و فشار ۱ atm در دمای 25°C برابر ۴۷g است. در صورتی که انحلال‌پذیری اغلب گازها در آب کم‌تر از ۱g است. دلیل انحلال‌پذیری بسیار خوب آمونیاک در آب، برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های NH_3 و H_2O است. با این حال الکترولیتی مانند NH_3 هنگام انحلال در آب به‌طور عمده به‌صورت مولکولی حل شده و تعداد کمی از مولکول‌های آن یونیده می‌شوند:



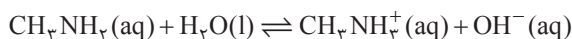
نحوه‌ی حل شدن آمونیاک در آب که بیش‌تر به‌صورت مولکولی است، باعث می‌شود:

آ) یونش NH_3 در آب را به‌صورت دوطرفه (\rightleftharpoons) نمایش دهیم.

ب) NH_3 را یک الکترولیت ضعیف بنامیم.

پ) محلول NH_3 در آب را به‌جای آمونیوم هیدروکسید، محلول آمونیاک بنامیم و به‌جای این که آن را با $\text{NH}_4\text{OH(aq)}$ نمایش دهیم، بهتر است از نماد $\text{NH}_3(\text{aq})$ استفاده کنیم.

۵) آمین‌ها: این مواد دسته‌ای از ترکیبات آلی هستند که شباهت بسیاری به آمونیاک دارند. آمین‌ها را از آمونیاک و با جایگزین کردن یک، دو یا سه اتم هیدروژن آن با گروه آلکیل به‌دست می‌آورند. CH_3NH_2 ساده‌ترین نوع آمین است که معادله‌ی یونش آن در آب، شباهت بسیاری به آمونیاک دارد:

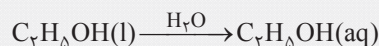


مثال ۱: کدام یک از جمله‌های زیر را درست می‌دانید؟ علت نادرستی جمله‌ی نادرست را بنویسید.

آ) در الکل‌ها (R-OH) مانند اغلب اسیدهای اکسیژن‌دار، هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد. بنابراین این ترکیبات جزو اسیدهای آرنیوس طبقه‌بندی می‌شوند.

ب) در الکل‌ها (R-OH) گروه OH^- وجود دارد. بنابراین این ترکیبات جزو بازهای آرنیوس طبقه‌بندی می‌شوند.

۲) **پاسخ:** هر دو عبارت نادرست هستند. الکل‌ها نه جزو اسیدهای آرنیوس و نه جزو بازهای آرنیوس طبقه‌بندی می‌شوند. در واقع الکل‌ها به‌صورت کاملاً مولکولی در آب حل شده و به هنگام حل شدن در آب، هیچ‌کدام از یون‌های H^+ و OH^- را تولید نمی‌کنند. برای نمونه، انحلال اتانول در آب به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:



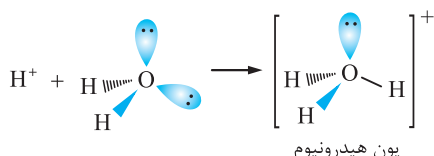
یون هیدرونیوم

دانستیم که به یون $H^+(aq)$ ، یون هیدروژن یا پروتون گفته می‌شود. در زیر خواهیم دید که این یون در محلول آبی وجود خارجی ندارد و شکل درست آن، یون $H_3O^+(aq)$ است که هیدرونیوم نام دارد.

(۱) یون H^+ یا همان پروتون فقط دارای هسته‌ای اتم است، در صورتی که سایر یونها (چه مثبت و چه منفی) علاوه بر هسته دارای یک یا چند لایه‌ی الکترونی نیز هستند. همین تفاوت باعث می‌شود که شعاع یون H^+ از تمام یونهای دیگر بسیار کوچک‌تر باشد.

(۲) کوچک بودن شعاع یون H^+ باعث می‌شود که چگالی بار الکتریکی این یون بسیار زیاد باشد. در نتیجه این یون که دارای اوربیتال خالی است به راحتی با ذره‌هایی که جفت الکترون ناپیوندی دارند، پیوند داتیو برقرار می‌کند.

(۳) اتم اکسیژن در مولکول آب دارای دو جفت الکترون ناپیوندی است. بنابراین کاتیون هیدروژن از طریق تشکیل پیوند داتیو به اتم اکسیژن مولکول آب متصل می‌شود و یون هیدرونیوم (H_3O^+) را به وجود می‌آورد.



اتم اکسیژن در مولکول آب دارای دو جفت الکترون ناپیوندی است. بنابراین کاتیون هیدروژن از طریق تشکیل پیوند داتیو به اتم اکسیژن مولکول آب متصل می‌شود و یون هیدرونیوم (H_3O^+) را به وجود می‌آورد.

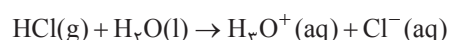


آقا اجازه! شما گفتید که اتم اکسیژن در مولکول آب دو جفت الکترون ناپیوندی دارد، همیشه اون یکی رو هم در اختیار یک H^+ دیگه قرار بده و

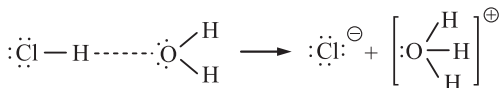
یون H_3O^{2+} تشکیل بشه؟

جواب: با جذب اولین H^+ ، اتم اکسیژن در H_3O^+ دارای بار مثبت می‌شود. نزدیک شدن دومین H^+ موجب ایجاد دافعه بین آنها می‌شود و در نتیجه یون H_3O^{2+} تشکیل نمی‌شود.

(۴) از آنجا که یون $H^+(aq)$ بسیار ناپایدار است و نمی‌تواند در محلول‌های آبی به صورت آزاد وجود داشته باشد و به حالت محلول در آب به شدت آب پوشیده می‌شود، از این به بعد، معادله‌ی یونش اسیدها مانند HCl را در آب به صورت زیر نمایش می‌دهیم:



برای درک بیشتر، به شیوه‌ی انتقال پروتون از HCl به H_2O که در زیر آمده است، توجه کنید:



(۵) اتم مرکزی در یون هیدرونیوم (اتم اکسیژن) دارای سه قلمرو الکترونی پیوندی و یک قلمرو الکترونی ناپیوندی است. بنابراین شکل هندسی یون هیدرونیوم، هرم با قاعده‌ی سه ضلعی است.

(۶) وجود چهار قلمرو الکترونی در اطراف اتم مرکزی یون هیدرونیوم باعث می‌شود که زاویه‌ی پیوند در این یون در حدود $109/5^\circ$ باشد. اما چون جفت الکترون ناپیوندی در مقایسه با جفت الکترون پیوندی فضای بیش‌تری را اشغال می‌کند، زاویه‌ی پیوند در هیدرونیوم اندکی کم‌تر از $109/5^\circ$ است.

(۷) در یون هیدرونیوم مانند مولکول آب، اتم اکسیژن دارای چهار قلمرو الکترونی است. با این تفاوت که اکسیژن در H_3O^+ دارای یک جفت الکترون ناپیوندی، ولی در H_2O دارای دو جفت الکترون ناپیوندی است. از طرفی جفت الکترون ناپیوندی در مقایسه با جفت الکترون پیوندی، فضای بیش‌تری را اشغال می‌کند، زیرا جفت الکترون ناپیوندی تنها تحت تأثیر یک هسته است، حال آن‌که جفت الکترون پیوندی تحت تأثیر دو هسته قرار دارد. به این ترتیب زاویه‌ی پیوند در مولکول آب در مقایسه با یون هیدرونیوم، کوچک‌تر است.

نتیجه: با توجه به این‌که زاویه‌ی پیوند در H_2O در حدود $104/5^\circ$ است، زاویه‌ی پیوند در H_3O^+ اندکی بیش‌تر از $104/5^\circ$ خواهد بود.

(۸) بار مثبت در کاتیون هیدرونیوم نه به اتم خاصی، بلکه به کل مجموعه تعلق دارد.

(۹) با وجود آن‌که برای تشکیل پیوند داتیو میان یون H^+ و مولکول H_2O ، هر دو الکترون مشترک به اکسیژن تعلق دارد، وقتی این پیوند تشکیل شد، از پیوندهای کووالانسی دیگر در کاتیون هیدرونیوم قابل تشخیص نیست. به عبارت دیگر، طول و انرژی پیوند داتیو هیدروژن-اکسیژن هیچ تفاوتی با دو پیوند کووالانسی دیگر $O-H$ ندارد.

مثال ۲: کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

- (۱) یون هیدروژن دارای شعاع بسیار کوچک و چگالی بار الکتریکی بسیار کم است.
- (۲) در یون هیدرونیوم، پیوند داتیو ضعیف‌تر از دو پیوند کووالانسی دیگر است.
- (۳) زاویه پیوند در یون هیدرونیوم، در مقایسه با مولکول آب، بزرگ‌تر است.
- (۴) یون H^+ یا پروتیم به حالت محلول در آب به شدت آب‌پوشی می‌شود.

پاسخ: بررسی چهار گزینه:

- (۱) یون هیدروژن دارای چگالی بار الکتریکی بسیار زیاد است.
- (۲) در یون هیدرونیوم، پیوند داتیو هیچ تفاوتی با دو پیوند کووالانسی دیگر ندارد.
- (۳) مولکول H_2O دارای دو جفت الکترون ناپیوندی و یون H_3O^+ دارای یک جفت الکترون ناپیوندی است. هرچه تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی کم‌تر باشد، زاویه پیوند بزرگ‌تر است. بنابراین گزینه‌ی (۳) صحیح است.
- (۴) نام دیگر یون H^+ ، پروتون است، نه پروتیم!!

نارسی نظریه‌ی آرنیوس

تعریفی که آرنیوس در سال ۱۸۸۷ برای اسید و باز ارائه کرد، پیشرفت بسیار بزرگی نسبت به دیدگاه‌های قبلی دانشمندان در مورد اسید و باز محسوب می‌شد. اما تعریف این دانشمند سوئدی تنها در حالت محلول، آن هم فقط در حالتی که از آب به‌عنوان حلال استفاده می‌شد، کارایی داشت. در واقع، تعریف آرنیوس برای اسیدها و بازها به موادی محدود می‌شود که در اثر حل شدن در آب به‌ترتیب یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید پدید می‌آورند.

این‌که آرنیوس اسید و باز را به محیط آبی محدود کرده بود، یک ایراد بزرگ محسوب می‌شد، به‌ویژه وقتی شیمی‌دان‌ها حلال‌هایی غیر از آب را به‌کار بردند و باز هم رفتار اسیدی یا بازی را از برخی مواد نتیجه گرفتند.

به‌عنوان نمونه، هنگامی که استیک اسید خالص به آمونیاک مایع اضافه می‌شود، یک واکنش اسید و باز رخ می‌دهد، اما اسید و باز شرکت‌کننده در واکنش، با تعریف آرنیوس هم‌خوانی ندارند، زیرا اصلاً خبری از H_2O نیست.

واکنش اسید و باز حتی می‌تواند در فاز گازی انجام شود. مثلاً واکنش گاز اسیدی هیدروژن کلرید با گاز بازی آمونیاک را که منجر به تولید نمک آمونیوم کلرید می‌شود، نمی‌توان با نظریه‌ی آرنیوس توضیح داد.

با توجه به ایراد مهم نظریه‌ی آرنیوس، ۳۶ سال بعد یک نظریه‌ی جدید و جامع‌تر در مورد اسید و باز متولد شد.

نظریه‌های لوری-برونستد

در سال ۱۹۲۳ توماس مارتین لوری^۱ شیمی‌دان انگلیسی و یوهانس نیکولاس برونستد^۲ شیمی‌دان دانمارکی به‌طور مستقل، تعریف تازه و فراگیرتری از اسید و باز ارائه کردند.

(۱) بر طبق نظریه‌ی لوری-برونستد، اسید ماده‌ای است که بتواند یک یون هیدروژن یا پروتون به ماده‌ی دیگری بدهد.

(۲) باز لوری-برونستد، ماده‌ای است که می‌تواند یون هیدروژن یا پروتون را از ماده‌ی دیگری بپذیرد.



توماس لوری



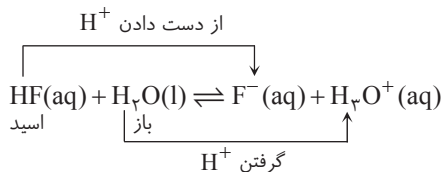
یوهانس برونستد

«اسید لوری-برونستد، دهنده‌ی پروتون و باز لوری-برونستد، پذیرنده‌ی پروتون است.»

۱- Thomas Martin Lowry
۲- Johannes Nicolaus Bronsted

۳) مطابق این تعریف هر واکنشی که شامل انتقال پروتون (H^+) از یک ماده به ماده‌ی دیگری باشد، یک واکنش اسید-باز خواهد بود. در این تعریف، فاز واکنش دهنده‌ها هیچ اهمیتی ندارد.

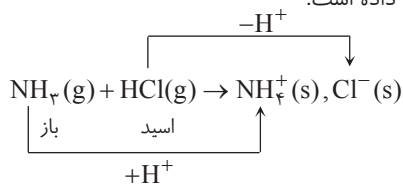
➔ به واکنش مقابل توجه کنید:



در این واکنش، HF، اسید لوری-برونستد است، زیرا یک پروتون به مولکول آب داده است. در عین حال، مولکول آب که یک پروتون از HF پذیرفته است، باز لوری-برونستد است.

➔ به واکنش میان گازهای آمونیاک و هیدروژن کلرید توجه کنید:

در این واکنش، گاز آمونیاک به عنوان یک باز لوری-برونستد عمل کرده است. زیرا یک پروتون از گاز هیدروژن کلرید پذیرفته و به یون آمونیوم تبدیل شده است. هیدروژن کلرید نیز نقش اسید لوری-برونستد را دارد، زیرا یک پروتون به آمونیاک داده است.



۴) با توجه به این که نظریه‌ی لوری-برونستد برخلاف نظریه‌ی آرنیوس، در هر فازی به کار می‌رود، خاصیت اسیدی و بازی تعداد بیش‌تری از مواد شیمیایی با این نظریه توجیه می‌شود.

۵) اسید لوری-برونستد هنگامی به عنوان دهنده‌ی پروتون عمل می‌کند که یک باز لوری-برونستد برای پذیرش آن پروتون در محیط حضور داشته باشد. به عبارت دیگر، در واکنش‌هایی که با نظریه‌ی لوری-برونستد توجیه می‌شوند، همواره کنار هر اسید یک باز وجود دارد. این در حالی است که در نظریه‌ی آرنیوس خاصیت اسیدی یک ماده، بدون حضور باز و خاصیت بازی یک ماده، بدون حضور اسید توجیه می‌شود.

➔ به عنوان نمونه، واکنش $NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ را اگر با نظریه‌ی لوری-برونستد توجیه کنیم، NH_3 که H^+ پذیرفته و به NH_4^+ تبدیل شده است، نقش باز لوری-برونستد را دارد. همچنین H_2O که H^+ از دست داده و به OH^- تبدیل شده است، نقش اسید لوری-برونستد را دارد. در صورتی که اگر این واکنش را با نظریه‌ی آرنیوس توجیه کنیم، NH_3 که با حل شدن در آب، یون OH^- تولید کرده، باز آرنیوس خواهد بود. اما H_2O طبق نظریه‌ی آرنیوس، هیچ نقشی نخواهد داشت.

اسید و باز مزدوج

مفهوم اسید و باز مزدوج به کمک نظریه‌ی لوری-برونستد قابل توجیه است.

۱) طی یک واکنش اسید-باز، یک اسید با از دست دادن پروتون به یک باز تبدیل می‌شود. باز حاصل که در سمت راست معادله‌ی این واکنش نوشته می‌شود، باز مزدوج نامیده می‌شود و به آن‌ها، جفت اسید-باز مزدوج می‌گویند.

➔ برای نمونه، اگر HCl نقش اسید برونستد^۱ را داشته باشد، Cl^- باز مزدوج آن خواهد بود و به HCl و Cl^- ، جفت اسید-باز مزدوج می‌گویند.

۲) طی یک واکنش اسید-باز، یک باز با گرفتن پروتون به یک اسید تبدیل می‌شود. اسید حاصل که در سمت راست معادله‌ی این واکنش نوشته می‌شود، اسید مزدوج نامیده می‌شود و به آن‌ها، جفت اسید-باز مزدوج می‌گویند.

➔ برای نمونه، اگر NH_3 نقش باز برونستد را داشته باشد، NH_4^+ اسید مزدوج آن خواهد بود و به NH_3 و NH_4^+ ، جفت اسید-باز مزدوج می‌گویند.

۳) جفت اسید-باز مزدوج، تنها در یک پروتون (H^+) با هم اختلاف دارند.

۴) اسید مزدوج نسبت به باز برونستد، یک پروتون (H^+) بیش‌تر و باز مزدوج نسبت به اسید برونستد، یک پروتون (H^+) کم‌تر دارد.

۵) برای پیدا کردن اسید مزدوج یک گونه‌ی شیمیایی، یک H^+ به آن اضافه کنید و برای پیدا کردن باز مزدوج یک گونه‌ی شیمیایی، یک H^+ از آن کم کنید.

۱- در اغلب اوقات به جای به کار بردن اسید یا باز لوری-برونستد، از واژه‌ی اسید یا باز برونستد استفاده می‌شود.

مثال ۳: به تفاوت دو سؤال زیر، دقت کنید و به آن‌ها پاسخ دهید:

(آ) H_2O ، اسید مزدوج کدام گونه‌ی شیمیایی است؟

(ب) اسید مزدوج H_2O ، کدام گونه‌ی شیمیایی است؟

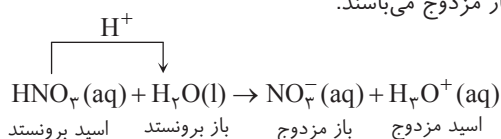
پاسخ: (آ) در این‌جا مولکول آب (H_2O) اسید مزدوج است و باید به دنبال باز برونستد آن باشیم. بنابراین یک H^+ از H_2O کم می‌کنیم، یعنی H_2O ، اسید مزدوج OH^- است.

(ب) در این‌جا باید اسید مزدوج H_2O را پیدا کنیم. یعنی H_2O خود باز برونستد است. برای پیدا کردن اسید مزدوج H_2O ، کافی است یک H^+ به آن اضافه کنیم، یعنی H_3O^+ ، اسید مزدوج H_2O است.

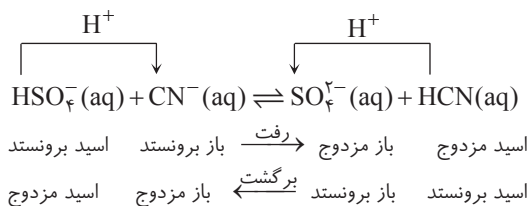
۶) مفهوم اسید مزدوج و باز مزدوج در هر دو نوع واکنش‌های اسید-باز برگشت‌ناپذیر و برگشت‌پذیر به کار می‌رود.

۷) در واکنش‌های اسید-باز برگشت‌ناپذیر (یک‌طرفه)، مواد سمت چپ معادله که پروتون با هم مبادله می‌کنند، اسید برونستد و باز برونستد هستند. اما مواد سمت راست معادله که پروتونی بین آن‌ها مبادله نمی‌شود، اسید مزدوج و باز مزدوج می‌باشند.

➡ به معادله‌ی یک‌طرفه‌ی یونش نیتریک اسید در آب توجه کنید:



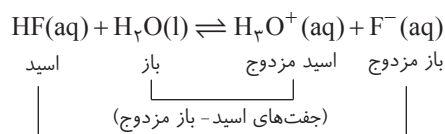
۸) در واکنش‌های اسید-باز برگشت‌پذیر (دوطرفه)، اگر واکنش رفت موردنظر باشد، وضعیت مانند واکنش‌های برگشت‌ناپذیر (یک‌طرفه) است. اما اگر واکنش برگشت موردنظر باشد، مواد سمت راست معادله، اسید برونستد و باز برونستد نام‌گذاری می‌شوند و مواد سمت چپ معادله، اسید مزدوج و باز مزدوج خوانده می‌شوند.



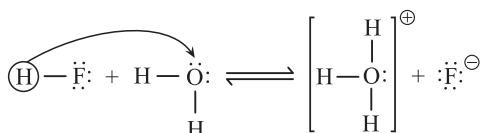
۹) همان‌طور که در واکنش فوق می‌بینید، در واکنش‌های دوطرفه، اسید برونستد در جهت برعکس به‌عنوان اسید مزدوج و باز برونستد نیز در جهت برعکس به‌عنوان باز مزدوج ظاهر می‌شود. یعنی نقش اسیدی یا بازی مواد تغییر نمی‌کند و تنها پسوند «برونستد» یا «مزدوج» با هم جابه‌جا می‌شوند. (البته می‌توان پسوند «برونستد» را حذف کرد و تنها از واژه‌های اسید و باز استفاده کرد).

یک نکته‌ی ساده ولی مهم

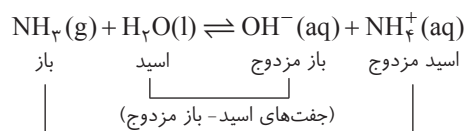
می‌خواهیم از یک بُعد دیگر به واکنش اسید-باز در نظریه‌ی لوری-برونستد نگاه کنیم. به جابه‌جایی پروتون در واکنش‌های زیر دقت کنید.



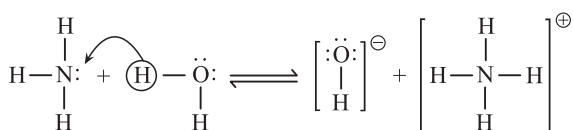
۱) معادله‌ی یونش جزئی اسید HF در آب به‌صورت مقابل است:



مدل الکترون-نقطه‌ای گونه‌ها در این واکنش به‌صورت روبه‌رو است:



۲) معادله‌ی یونش جزئی باز NH_3 در آب به‌صورت مقابل است:



مدل الکترون-نقطه‌ای گونه‌ها در این واکنش به‌صورت روبه‌رو است:

۳) همان‌طور که می‌بینید، برای آن که یک مولکول یا یون بتواند پروتون بپذیرد، باید دست کم یک جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد تا از آن برای پیوند با یون هیدروژن (H^+) استفاده کند. به عبارت دیگر، در نظریه ی برونستد، بازها (چه برونستد و چه مزدوج) حداقل دارای یک جفت الکترون ناپیوندی هستند.

مثال ۴: کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

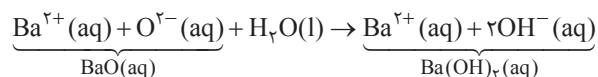
- (۱) اسید مزدوج یون هیدروکسید، کاتیون هیدرونیوم است.
 - (۲) باز مزدوج آمونیاک، آنیون NH_4^- است.
 - (۳) در واکنش‌های اسید-باز دو طرفه، نقش اسیدی یا بازی مواد به جهت پیشرفت واکنش بستگی دارد.
 - (۴) یون HS^- ، باز مزدوج یون سولفید است.
- پاسخ: بررسی چهار گزینه:

- (۱) اسید مزدوج یون OH^- ، مولکول H_2O است. برای این منظور کافی است یک H^+ به OH^- اضافه کنیم.
- (۲) باز مزدوج NH_4^- ، آنیون NH_3 است. برای این منظور کافی است یک H^+ از NH_3 کم کنیم.
- (۳) نقش اسیدی یا بازی مواد به جهت پیشرفت واکنش بستگی ندارد.
- (۴) یون HS^- ، اسید مزدوج یون S^{2-} است. بنابراین گزینه ی (۲) صحیح است.

یک پرسش و چند نکته

مطابق نظریه ی آرنیوس، اکسیدهای فلزی محلول در آب، مانند باریم اکسید (BaO) باز محسوب می‌شوند. زیرا بر اثر حل شدن این ترکیب یونی در آب و واکنش با مولکول‌های آب، یون‌های هیدروکسید (OH^-) تولید می‌شوند.

اکنون پرسش مهمی مطرح می‌شود و آن این است که آیا این واکنش را می‌توان با نظریه ی لوری-برونستد نیز توضیح داد؟
 (۱) این واکنش از نوع ترکیب (سنتز) است و شکل کلی آن را می‌توان به صورت مقابل نشان داد:
 (۲) محلول آبی باریم اکسید شامل یون‌های $Ba^{2+}(aq)$ و $O^{2-}(aq)$ و محلول باریم هیدروکسید نیز، همان‌طور که در بالا نوشته شد، شامل یون‌های $Ba^{2+}(aq)$ و $2OH^-(aq)$ است. اگر این واکنش را برحسب یون‌های شرکت‌کننده در آن بنویسیم، خواهیم داشت:



(۳) یون $Ba^{2+}(aq)$ بدون تغییر در دو سمت واکنش حضور دارد، گویی در واکنش شرکت نکرده است. این یون را که به یون ناظر یا تماشاگر معروف است، می‌توان از دو طرف معادله حذف کرد.

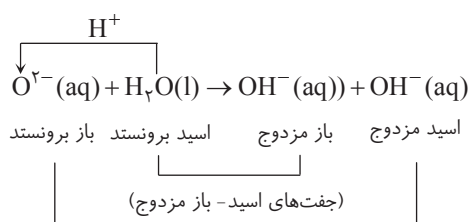
(۴) همان‌طوری که دیده می‌شود، واکنش اصلی میان یون $O^{2-}(aq)$ و مولکول $H_2O(l)$ بوده است که منجر به تولید یون $OH^-(aq)$ شده است.

آقا اجازه! چرا $H_2O(l)$ رو در سمت چپ واکنش به صورت $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ نمی‌نویسیم؟

جواب: $H_2O(l)$ یک ترکیب مولکولی است و میزان یونش آن به یون‌های $H^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ بسیار ناچیز است. به همین دلیل باید حساب $H_2O(l)$ را از $BaO(aq)$ و $Ba(OH)_2(aq)$ که به صورت کاملاً یونی در آب وجود دارند، جدا کرد.

(۵) با حذف یون $Ba^{2+}(aq)$ از دو طرف معادله، خواهیم داشت:

(۶) مطابق نظریه ی لوری-برونستد، مولکول آب که دهنده ی پروتون است، اسید و یون اکسید که پذیرنده ی پروتون است، باز محسوب می‌شود.



(۷) یون هیدروکسید-یون اکسید، مانند مولکول آب-یون هیدروکسید، جفت اسید-باز مزدوج محسوب می‌شود.

(۸) یون اکسید در آب به سرعت به یون‌های هیدروکسید تبدیل می‌شود.

مثال ۵: چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

- (آ) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، محلول آبی لیتیم اکسید، خاصیت بازی دارد.
 (ب) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، آب در واکنش با لیتیم اکسید، نقش اسیدی دارد.
 (پ) مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد، یون اکسید در واکنش با آب، نقش بازی دارد.
 (ت) مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد، آب در واکنش با اکسیدهای فلزی محلول، نقش اسیدی دارد.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

پاسخ: بررسی چهار عبارت:

- (آ) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، لیتیم اکسید (Li_2O) یک باز است. زیرا با حل شدن Li_2O در آب، یون‌های هیدروکسید تولید می‌شوند.
 $\text{Li}_2\text{O}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{LiOH}(\text{aq})$
 (ب) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، نمی‌توان برای H_2O نقش اسیدی قائل شد. به عبارت دیگر در نظریه‌ی آرنیوس، آب نه اسید و نه باز است. توجه داشته باشید که در نظریه‌ی آرنیوس از آب، تنها به عنوان حلال استفاده می‌شود.
 (پ و ت) با توجه به مطالب گفته شده در مورد واکنش باریم اکسید با آب، درستی این دو عبارت، واضح است.
 به جز عبارت «ب»، بقیه عبارت‌ها درست هستند و گزینه‌ی (۲) پاسخ این تست است.

آمونیم کلرید یا نشادر

با ساختار آمونیم کلرید در شیمی سال دوم و با واکنش تولید آن در شیمی سال سوم آشنا شدید. همچنین دانستید که واکنش تولید آن از گازهای آمونیاک و هیدروژن کلرید یک واکنش اسید-باز است. نکات زیر تمام آن چیزی است که باید در مورد این ترکیب و واکنش تولید آن بدانید.

(۱) واکنش گازهای بی‌رنگ آمونیاک (NH_3) و هیدروژن کلرید (HCl) به تولید جامد یونی سفیدرنگی می‌انجامد که نشادر^۱ یا آمونیم کلرید (NH_4Cl) نامیده می‌شود.

(۲) واکنش انجام شده نمونه‌ای از واکنش‌های سنتز یا ترکیب است.

(۳) از آن‌جا که این واکنش با انتقال پروتون (H^+) از هیدروژن کلرید به آمونیاک انجام می‌شود، مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد یک واکنش اسید-باز است.

(۴) اگر جامد یونی NH_4Cl را به یون‌های سازنده‌ی آن تفکیک کنیم، خواهیم داشت:

$$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}^+} \text{NH}_4^+(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{s})$$

باز مزدوج اسید مزدوج اسید برونستد باز برونستد

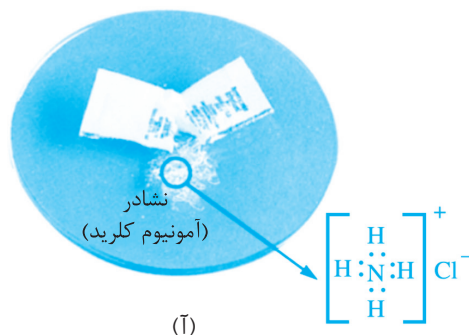
(۵) از آن‌جا که این واکنش در فاز گازی انجام می‌شود، با نظریه‌ی آرنیوس قابل توجیه نیست.

(۶) به دلیل گرماده بودن واکنش، ذره‌های ریز آمونیم کلرید جامد در هوا پخش شده و مدتی پس از واکنش، ته‌نشین می‌شوند.

(۷) در ترکیب یونی NH_4Cl ، هر سه نوع پیوند یونی، کووالانسی و داتیو (کووالانسی کوئوردینانسی) وجود دارد. البته پیوند داتیو در کاتیون آمونیم از پیوندهای کووالانسی دیگر در این یون قابل تشخیص نیست.



(ب)



(آ)

شکل ۳- آ) شکل ظاهری نشادر و ساختار آن. ب) واکنش بین گازهای آمونیاک و هیدروژن کلرید که به تولید نشادر می‌انجامد.

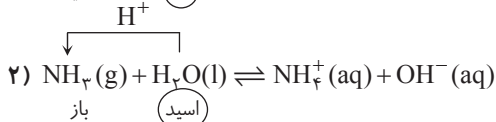
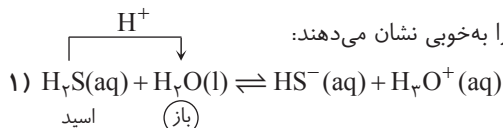
آمفوتر

برخی از مواد هر دو خاصیت اسیدی و بازی را از خود نشان می‌دهند، به چنین موادی آمفوتر^۱ می‌گویند.

(۱) آمفوترها، موادی هستند که در برابر اسیدها، خاصیت بازی و در برابر بازها، خاصیت اسیدی از خود نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، آمفوتر در برخی از واکنش‌ها نقش اسیدی و در برخی دیگر نقش بازی دارد.

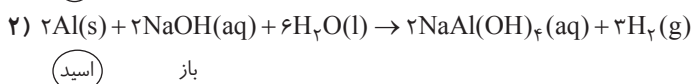
(۲) تمام آمفوترهایی که در کتاب درسی آمده است، در زیر خلاصه شده‌اند:

(آ) آب (H_2O) معروف‌ترین آمفوتر شناخته شده است. واکنش‌های زیر، آمفوتر بودن آب را به خوبی نشان می‌دهند:



(ب) آلومینیم (Al)، آلومینیم اکسید (Al_2O_3) و آلومینیم هیدروکسید ($Al(OH)_3$) دسته‌ی دیگری از آمفوترها به‌شمار می‌آیند.^۲ به واکنش‌های

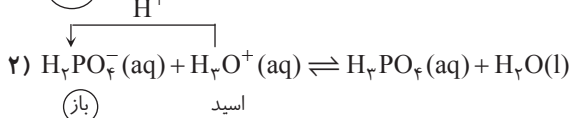
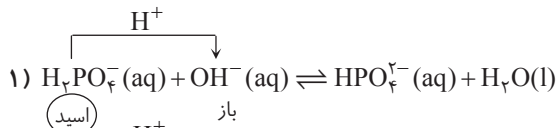
مقابل دقت کنید.



همان‌طور که مشخص است فلز آلومینیم هم با اسید (HCl) و هم با باز ($NaOH$) واکنش می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که Al یک آمفوتر است.

(پ) آنیون‌هایی که هیدروژن اسیدی دارند، آمفوتر هستند. منظور از هیدروژن اسیدی، یون هیدروژن یا پروتونی است که در محلول آبی، قابل انتقال به مولکول H_2O باشد. زیرا این آنیون‌ها در واکنش با بازهای قوی‌تر از خود، H^+ از دست می‌دهند و به‌عنوان اسید رفتار می‌کنند. هم‌چنین در واکنش با اسیدهای قوی‌تر از خود، H^+ می‌پذیرند و به‌عنوان باز رفتار می‌کنند. مانند آنیون‌های HSO_3^- ، HCO_3^- ، $H_2PO_4^-$ ، HPO_4^{2-} ، HS^- و ...^۳.

به واکنش‌های زیر توجه کنید تا به آمفوتر بودن $H_2PO_4^-$ پی ببرید.



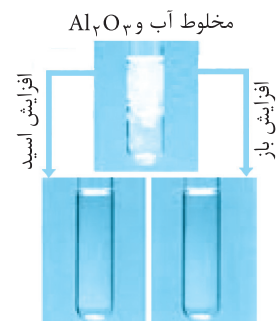
(ت) آمینواسیدها دسته‌ای از ترکیبات آلی هستند که آمفوتر به‌شمار می‌روند. این ترکیبات آلی هم دارای عامل اسیدی ($-COOH$) و هم دارای عامل بازی ($-NH_2$) می‌باشند. به‌همین دلیل، هم با بازها و هم با اسیدها واکنش می‌دهند. با این ترکیبات در درسنامه‌ی ۴ همین بخش آشنا می‌شوید.

آلومینا (Al_2O_3)

(۱) آلومینیم اکسید (Al_2O_3) به آلومینا معروف است. سنگ معدن بوکسیت، شامل آلومینای ناخالص است.

(۲) این ترکیب یونی در آب انحلال‌پذیر نیست، به‌طوری که اگر پودر آن را در آب بریزیم، یک سوسپانسیون دوفازی به رنگ شیری تشکیل می‌شود.

(۳) با توجه به آمفوتر بودن Al_2O_3 ، اگر یک اسید مانند HCl یا یک باز مانند $NaOH$ به مخلوط ناهمگن آب و Al_2O_3 اضافه شود، آلومینیم اکسید طی یک واکنش شیمیایی در اسید یا باز اضافه‌شده، حل می‌شود و در نتیجه یک محلول شفاف و بی‌رنگ به‌وجود می‌آید.



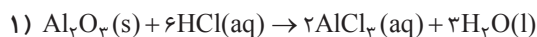
شکل ۴- خاصیت آمفوتری Al_2O_3

^۱ amphoteric

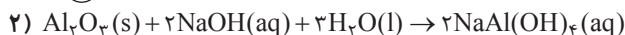
^۲ فلزهای سرب، روی، قلع، کروم و بریلیم، به همراه اکسید و هیدروکسید آن‌ها خاصیت آمفوتری دارند، اما در کتاب درسی به آن‌ها اشاره‌ای نشده است.

^۳ - دو آنیون $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{2-} با این‌که هیدروژن دارند، اما آمفوتر نیستند. زیرا هیدروژن آن‌ها اسیدی نیست.

۴) محلول شفاف و بی‌رنگی که در نتیجه‌ی اضافه کردن اسید یا باز به مخلوط Al_2O_3 و آب تشکیل می‌شود، نشان می‌دهد که فراورده‌ی هر کدام از این واکنش‌ها یک نمک محلول در آب است.^۱



(باز) اسید



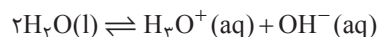
(اسید) باز

خود-یونش آب

در آب خالص، مولکول‌های H_2O در یک واکنش که خود-یونش^۲ نامیده می‌شود، شرکت می‌کنند.

۱) همواره در آب خالص، مقادیر ناچیزی یون‌های $H_3O^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ وجود دارد.

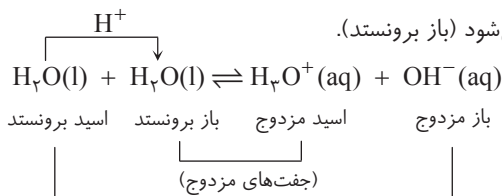
۲) یون‌های هیدرونیوم ($H_3O^+(aq)$) و هیدروکسید ($OH^-(aq)$) از یونش جزیی مولکول‌های آب طی واکنش تعادلی زیر ایجاد می‌شوند. این واکنش همان خود-یونش آب است.



۳) رسانایی اندک آب خالص را به یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید ناشی از خود-یونش آب نسبت می‌دهند.

۴) با توجه به این که یونش مولکول‌های آب بسیار جزیی و ناچیز است، واکنش رفت پیشرفت خوبی ندارد و تعادل در سمت چپ قرار دارد.

۵) واکنش خود-یونش آب نمونه‌ای از یک واکنش اسید-باز است. زیرا یک مولکول آب با از دست دادن پروتون به یون هیدروکسید تبدیل می‌شود (اسید برونستد) و مولکول دیگر آب با پذیرفتن پروتون به یون هیدرونیوم تبدیل می‌شود (باز برونستد).



۶) واکنش خود-یونش آب، نشان می‌دهد که آب، ماده‌ای آمفوتر است. زیرا در این واکنش، آب هم در نقش اسید و هم در نقش باز ظاهر شده است.

۷) با توجه به آن که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید حاصل از خود-یونش آب با هم برابر است، آب خالص یک ماده‌ی خنثی به‌شمار می‌رود.

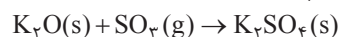
۸) با حل شدن یک اسید در آب، غلظت $H_3O^+(aq)$ افزایش می‌یابد. در نتیجه طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت برگشت (به‌سمت چپ) جابه‌جا شده و غلظت $OH^-(aq)$ کاهش می‌یابد.

۹) با حل شدن یک باز در آب، غلظت $OH^-(aq)$ افزایش می‌یابد. در نتیجه طبق اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت برگشت (به‌سمت چپ) جابه‌جا شده و غلظت $H_3O^+(aq)$ کاهش می‌یابد.

۱۰) همه‌ی محلول‌های آبی (اسیدی، بازی و خنثی) هر دو یون $H_3O^+(aq)$ و $OH^-(aq)$ را دارند. با این تفاوت که در محلول‌های اسیدی؛ $[H_3O^+] > [OH^-]$ ولی در محلول‌های بازی؛ $[H_3O^+] < [OH^-]$ و در محلول‌های خنثی؛ $[OH^-] = [H_3O^+]$ است.

نارسیای نظریه‌ی لوری-برونستد

نظریه‌ی آرنیوس تعداد محدودی از اسیدها و بازها را شامل می‌شود که در اثر حل شدن در آب بتوانند غلظت یون هیدروژن یا هیدروکسید را افزایش دهند. اما نظریه‌ی لوری-برونستد فراگیرتر از نظریه‌ی آرنیوس است و واکنش‌های غیرآبی و حتی فازهای دیگر را نیز دربر می‌گیرد. با این حال تعریفی که لوری و برونستد از اسید و باز ارائه کردند، تمام واکنش‌های اسید و باز را شامل نمی‌شود. لوری و برونستد، اسیدها و بازها را به موادی که قادر به از دست دادن و پذیرفتن پروتون هستند، محدود کردند. در نتیجه واکنشی مانند واکنش پتاسیم اکسید که یک اکسید بازی است با گوگرد تری‌اکسید که یک اکسید اسیدی است، با نظریه‌ی لوری-برونستد توجیه نمی‌شود.



به‌همین دلیل در همان سالی که لوری و برونستد نظریه‌ی خود را ارائه کردند، شیمی‌دان مشهور آمریکایی به نام گیلبرت نیوتن لوویس^۳ نظریه‌ی دیگری برای اسید و باز ارائه کرد که جامع‌تر از نظریه‌ی لوری-برونستد است. اما چون نظریه‌ی لوویس جزو «بیش‌تر بدانید»های کتاب درسی است، از پرداختن به آن صرف‌نظر می‌کنیم.

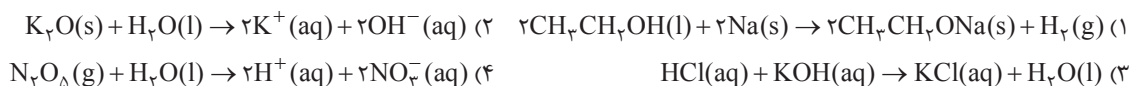
۱- معادله‌ی واکنش آلومینیم اکسید و سدیم هیدروکسید در کتاب درسی مطرح نشده است و نیازی به یادگیری آن ندارد.

۲- autoionization

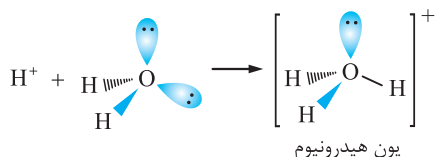
۳- Gilbert Newton Lewis

تست‌های جلسه اول

۱. کدام واکنش، خاصیت اسیدی یک ماده را بر اساس نظریه آرنیوس توجیه می‌کند؟



۲. کدام عبارت توصیف درستی برای شکل روبه‌رو است؟



- (۱) آبپوشی یون هیدرونیوم (۲) یونش اسیدها در آب
 (۳) حل شدن اسیدها در آب (۴) آبپوشی پروتون

۳. کدام عبارت نادرست است؟

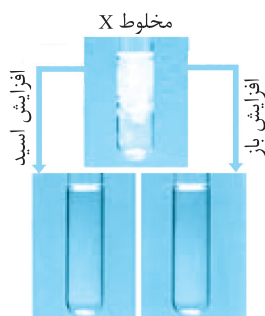
- (۱) به واکنش یونش جزئی آب، اصطلاحاً خود-یونش آب نیز گفته می‌شود. (۲) غلظت یون‌های H_3O^+ و OH^- در آب خالص برابر است.
 (۳) حل شدن یک اسید در آب، غلظت OH^- آب را کاهش می‌دهد. (۴) محلول‌های قلیایی فاقد یون H_3O^+ هستند.

۴. اسید مزدوج یون $[\text{M(OH)}_2]^+$ کدام است؟



۵. خاصیت بازی مولکول آمونیاک توسط کدام یک از نظریه‌های آرنیوس یا لوری-برونستد قابل توجیه است؟

- (۱) فقط آرنیوس (۲) فقط لوری-برونستد (۳) هر دو نظریه (۴) هیچ کدام



۶. کدام عبارت در مورد شکل روبه‌رو نادرست است؟

- (۱) برای نمایش خاصیت آمفوتری آلومینیم اکسید رسم شده است.
 (۲) مخلوط X، مخلوط آب و آلومینیم اکسید است.
 (۳) آلومینیم اکسید در آب انحلال‌پذیر نیست.
 (۴) آلومینیم اکسید طی یک فرایند فیزیکی در اسیدها و بازها حل می‌شود.

۷. کدام مطلب در مقایسه‌ی H_3PO_4 با H_2SO_4 و آنیون‌های آن‌ها نادرست است؟

- (۱) یون هیدروژن فسفات، مانند یون دی‌هیدروژن فسفات، خصلت آمفوتری دارد.
 (۲) شمار پیوندهای داتیو در مولکول H_2SO_4 در مقایسه با H_3PO_4 کم‌تر است.
 (۳) یون SO_4^{2-} ، باز مزدوج یون HSO_4^- است و مانند یون PO_4^{3-} ، چهاروجهی است.
 (۴) این اسیدها را می‌توان از افزودن فسفر (V) اکسید و گوگرد (VI) اکسید به آب تهیه کرد.

۸. اکسید عنصر X، جزو کدام یک از اکسیدهای زیر است؟

- (۱) اکسید اسیدی (۲) اکسید آمفوتر (۳) اکسید بازی (۴) اکسید خنثی

۹. کدام گزینه جزء پژوهش‌های آرنیوس به حساب نمی‌آید؟

- (۱) بررسی اثر اسیدها و بازها بر روی شناساگرها (۲) بررسی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی
 (۳) ارائه‌ی نظریه‌ای برای اسیدها و بازها (۴) بررسی برقکافت ترکیب‌های محلول در آب

۱۰. کدام عبارت درست است؟

- (۱) از واکنش گاز آمونیاک با HCl(g) ، جامد مولکولی سفیدرنگ NH_4Cl تولید می‌شود.
 (۲) Al_2O_3 ، یک اکسید آمفوتر محلول در آب است.
 (۳) در محیط‌های آبی یون H_3O^+ ناپایدارتر از یون H^+ است.
 (۴) با حل شدن یک باز در آب، غلظت یون OH^- در آب افزایش و غلظت یون H_3O^+ کاهش می‌یابد.

(الف)	(ب)
OH^- (a)	NH_4^+ (۱)
NH_3 (b)	OH^- (۲)
HS^- (c)	S^{2-} (۳)
H_2O (d)	NH_3 (۴)

۱۱. گونه‌ی در ستون (الف)، باز مزدوج گونه‌ی در ستون (ب) است.

- (۱) $\text{c} - ۳$
 (۲) $\text{b} - ۱$
 (۳) $\text{b} - ۴$
 (۴) $\text{d} - ۲$

۱۲. اکسید عنصر A با آب واکنش می‌دهد و در آب یون‌های H^+ تولید می‌کند. کدام آرایش الکترونی زیر می‌تواند متعلق به عنصر A باشد؟

- (۱) $3s^2 3p^6$ (۲) $3s^2 3p^5$ (۳) $4s^2 4p^1$ (۴) $3d^2 4s^2$

۱۳. همواره در آب خالص، مقادیری یون‌های $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ و $\text{OH}^-(\text{aq})$ وجود دارند که رسانایی آب خالص را به وجود آن‌ها نسبت می‌دهند. این یون‌ها از یونش مولکول‌های آب ایجاد می‌شوند.

- (۱) اندک - کامل (۲) زیاد - کامل (۳) اندک - جزئی (۴) زیاد - جزئی

۱۴. یک لوری - برونستد هنگامی به عنوان پروتون عمل می‌کند که یک لوری - برونستد برای آن پروتون در محیط حضور داشته باشد.

- (آ) اسید - دهنده‌ی - باز - پذیرش (ب) باز - دهنده‌ی - اسید - پذیرش
 (پ) باز - پذیرنده‌ی - اسید - از دست دادن (ت) اسید - پذیرنده‌ی - باز - از دست دادن
 (۱) آ و ب (۲) آ و پ (۳) ب و پ (۴) پ و ت

۱۵. تشکیل یون با فرمول H_3PO^+ از طریق ایجاد پیوند بین یون هیدروژن با مولکول آب است و نمایش درست‌تر یون هیدروژن به صورت و نام آن است.

- (۱) داتیو - H^+ - پروتیم (۲) هیدروژنی - H_3O^+ - پروتیم (۳) داتیو - H_3O^+ - هیدرونیوم (۴) هیدروژنی - H^+ - هیدرونیوم

۱۶. مطابق نظریه‌ی آرنیوس کدام ماده اسید است؟

- (۱) کربن مونوکسید (۲) نیتروژن مونوکسید (۳) دی‌نیتروژن پنتوکسید (۴) دی‌نیتروژن مونوکسید

۱۷. با حل شدن کدام دو ماده در آب، یون $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید می‌آید؟

- (آ) اتانول مایع (ب) گاز هیدروژن برمید (پ) جوهر سرکه (ت) کلسیم اکسید جامد
 (۱) آ و ت (۲) آ و ب (۳) ب و پ (۴) پ و ت

۱۸. در مورد واکنش $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) تعداد الکترون‌های OH^- بیش‌تر از H_3O^+ است، از این‌رو از H_3O^+ پروتون می‌پذیرد.
 (۲) آب، باز مزدوج یون هیدرونیوم و اسید مزدوج یون هیدروکسید است.
 (۳) در واکنش رفت، یون هیدرونیوم اسید برونستد و یون هیدروکسید باز برونستد است.
 (۴) در واکنش برگشت، آب نقش آمفوتر دارد.

۱۹. آرنیوس، اسید را ماده‌ای تعریف کرد که مانند و باز را ماده‌ای تعریف کرد که مانند
 (۱) در ساختار خود H داشته باشد - $\text{HCl}(\text{g})$ - در ساختار خود OH داشته باشد - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$
 (۲) در ساختار خود H داشته باشد - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ - در ساختار خود OH داشته باشد - $\text{NaOH}(\text{s})$
 (۳) با حل شدن در آب، $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید آورد - $\text{HCl}(\text{g})$ - با حل شدن در آب $\text{OH}^-(\text{aq})$ پدید آورد - $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$
 (۴) با حل شدن در آب، $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید آورد - $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ - با حل شدن در آب $\text{OH}^-(\text{aq})$ پدید آورد - $\text{K}_2\text{O}(\text{s})$

۲۰. هر کدام از گونه‌های زیر، آمفوتر به حساب می‌آیند، به جز

- (۱) Al_2O_3 (۲) HCOO^- (۳) H_2O (۴) HS^-

۲۱. در واکنش $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KOH} + \text{H}_2$ ، گونه‌های و به ترتیب اسید برونستد و باز برونستد هستند.

- (۱) $\text{H}_2\text{O} - \text{H}^-$ (۲) $\text{H}^- - \text{H}_2\text{O}$ (۳) $\text{H}_2 - \text{KOH}$ (۴) $\text{KOH} - \text{H}_2$

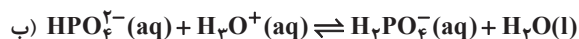
۲۲. کدام یک از اکسیدهای زیر، اسید آرنیوس به‌شمار می‌آید و هر مول از آن در واکنش با آب، چهار مول یون تولید می‌کند؟

- (۱) $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$ (۲) $\text{K}_2\text{O}(\text{s})$ (۳) $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ (۴) $\text{BaO}(\text{s})$

۲۳. تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها به موادی محدود می‌شود که

- (۱) در ساختار خود به ترتیب H یا OH داشته باشند.
- (۲) در ساختار خود به ترتیب هیدروژن یا جفت الکترون ناپیوندی داشته باشند.
- (۳) در اثر حل شدن در آب به ترتیب یون هیدرونیوم یا یون هیدروکسید تولید کنند.
- (۴) در اثر حل شدن در آب به ترتیب پروتون بدهند یا پروتون بپذیرند.

۲۴. مولکول $H_2O(l)$ در واکنش‌های «آ» و «ب» به ترتیب چه نقشی دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)



- (۱) اسید برونستد- اسید مزدوج (۲) اسید برونستد- باز مزدوج (۳) باز برونستد- اسید مزدوج (۴) باز برونستد- باز مزدوج

۲۵. کدام یک از مطالب زیر، در مورد واکنش خود- یونش آب نادرست است؟

- (۱) نمونه‌ای از واکنش‌های اسید- باز است.
- (۲) نشان می‌دهد که آب ماده‌ای آمفوتر است.
- (۳) رسانایی اندک آب خالص با این واکنش توجیه می‌شود.
- (۴) حل شدن اسید یا باز در آب، این واکنش را در جهت رفت جابه‌جا می‌کند.

۲۶. شمار هیدروژن‌های اسیدی در و با هم برابر

- (۱) نیتریک اسید- هیدروکلریک اسید- نیست
- (۲) اتانول- کربنیک اسید- است
- (۳) فسفریک اسید- نیترو اسید- است
- (۴) سولفوریک اسید- هیپوکلرو اسید- نیست

۲۷. مطابق نظریه‌ی لوری- برونستد، واکنش اسید- باز، واکنشی است که

- (۱) در آن یک ماده‌ی خنثی تولید شود.
- (۲) واکنش‌دهنده‌های آن دارای H^+ و OH^- باشند.
- (۳) شامل انتقال پروتون از یک ماده به ماده‌ی دیگری باشد.
- (۴) در آن آب و یک نمک تولید شود.

۲۸. کدام یک از مطالب زیر، در مورد آلومینیم اکسید درست است؟

- (۱) اگر پودر آن را در آب بریزیم، یک سوسپانسیون تشکیل می‌شود.
- (۲) اگر یک اسید به مخلوط Al_2O_3 و آب اضافه کنیم، یک رسوب سفیدرنگ تشکیل می‌شود.
- (۳) اگر یک باز به مخلوط Al_2O_3 و آب اضافه کنیم، یک گاز تشکیل می‌شود.
- (۴) چون این اکسید هر دو خاصیت اسیدی و بازی را از خود نشان می‌دهد، یک اکسید خنثی نامیده می‌شود.

۲۹. کدام یک از گونه‌های زیر، باز مزدوج آمونیاک است؟

- (۱) NH_4^+ (۲) NH_3^+ (۳) NH_2^- (۴) NH_4OH

۳۰. بر اثر واکنش یا انحلال یک مول از کدام یک از مواد زیر در آب، یک مول یون هیدروکسید تولید می‌شود؟

- (۱) سدیم اکسید (۲) پتاسیم (۳) باریم اکسید (۴) استرانسیم

۳۱. کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

- (۱) آمفوتر ماده‌ای است که نه خاصیت اسیدی و نه خاصیت بازی دارد.
- (۲) هر دو نظریه‌ی آرنیوس و لوری- برونستد برای فاز محلول قابل استفاده هستند.
- (۳) مولکول آب، اسید مزدوج یون هیدرونیوم است.
- (۴) در واکنش میان گازهای آمونیاک و هیدروژن کلرید، $NH_3(g)$ به عنوان باز آرنیوس عمل می‌کند.

۳۲. ترکیب‌های موجود در کدام گزینه همگی خاصیت بازی دارند؟

- (۱) آمونیاک، شیرمنیزی، سود سوزآور
- (۲) شیرمنیزی، ویتامین C، آمونیاک
- (۳) جوهر ترشک، ویتامین C، جوهر سرکه
- (۴) آمونیاک، سود سوزآور، جوهر ترشک

۳۳. نام دیگر کدام ترکیب، به درستی نوشته نشده است؟

- (۱) ویتامین C (آسکوربیک اسید)
- (۲) جوهر لیمو (اگزالیک اسید)
- (۳) شیرمنیزی (منیزیم هیدروکسید)
- (۴) سود سوزآور (سدیم هیدروکسید)

۳۴. در واکنش $\text{HF(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$ مولکول و آن به‌شمار می‌رود.

- (آ) H_2O باز - H_3O^+ اسید مزدوج
(پ) HF اسید - F^- باز مزدوج
(۱) آ و پ
(۲) آ و ب
(۳) ب و ت
(۴) پ و ت

۳۵. کدام مطلب، در مورد هیدروژن کلرید نادرست است؟

- (۱) این گاز از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، تولید می‌شود.
(۲) با حل شدن این گاز در آب، مولکول‌های آن به یون تبدیل می‌شوند.
(۳) طی حل شدن این گاز در آب، هر مولکول آن یک پروتون خود را به یک مولکول آب می‌دهد.
(۴) منگنز (IV) اکسید در محلول آبی آن حل شده و به منگنز (IV) کلرید تبدیل می‌شود.

۳۶. چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- (آ) مولکول آب می‌تواند هم نقش اسید آرنیوس و هم نقش باز آرنیوس را داشته باشد.
(ب) اسید لوری - برونستد، دهنده‌ی هیدرونیوم و باز لوری - برونستد، پذیرنده‌ی هیدرونیوم است.
(پ) شیرمنیزی همان منیزیم اکسید و اسید باتری همان هیدروسولفوریک اسید است.
(ت) با حل کردن یک مول HF در آب، یک مول یون $\text{H}^+(\text{aq})$ به‌وجود می‌آید.
(۱) صفر
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۳

۳۷. چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

- (آ) هر مول N_2O_5 بر اثر واکنش با آب، دو مول یون $\text{H}^+(\text{aq})$ تولید می‌کند.
(ب) هر مولکول سالیسیلیک اسید، دارای دو هیدروژن اسیدی است.
(پ) وجود یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی یون هیدرونیوم باعث می‌شود که این یون با H^+ پیوند داتیو تشکیل دهد.
(ت) بسیاری از بازهای آرنیوس در ساختار خود فاقد یون هیدروکسید هستند.
(۱) ۴
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۱

۳۸. کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

- (آ) فلزهای قلیایی، اکسید و هیدروکسید آن‌ها، جزو بازهای آرنیوس به‌شمار می‌آیند.
(ب) تعداد قلمروهای الکترونی اتم مرکزی در یون هیدرونیوم بیش‌تر از مولکول آب است.
(پ) در واکنش خود-یونش آب، تعادل در سمت راست یعنی سمت فراورده‌ها قرار دارد.
(ت) واکنش میان اتن و هیدروژن، مطابق با نظریه‌ی لوری - برونستد، یک واکنش اسید-باز است.
(۱) آ، ب، ت
(۲) آ، پ
(۳) ب، پ، ت
(۴) ب، پ

۳۹. کدام عبارت‌ها درست هستند؟

- (آ) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، الکل چوب اسید به‌شمار می‌آید.
(ب) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، الکل میوه باز به‌شمار می‌آید.
(پ) مخلوط Al_2O_3 و آب از نظر نوع مخلوط و تعداد فازها مشابه مخلوط منیزیم هیدروکسید و آب است.
(ت) جوهر نمک، همان هیدروکلریک اسید و جوهر مورچه، همان فورمیک اسید است.
(۱) آ و پ
(۲) پ و ت
(۳) ب و پ و ت
(۴) آ و ت

۴۰. اگر یک مول از هر کدام از ویتامین‌های A و C با مقدار کافی فلز سدیم واکنش دهند، به‌ترتیب و مول گاز هیدروژن تولید می‌شود.

- (۱) ۱ و ۴
(۲) ۱ و ۵
(۳) ۵ و ۲
(۴) ۵ و ۲/۵

۴۱. چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

- (آ) شیمی‌دان‌ها مدت‌ها پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شوند، با ویژگی‌های هر کدام و واکنش میان آن‌ها آشنا بودند.
(ب) تعریف آرنیوس برای اسیدها و بازها به موادی محدود می‌شود که در اثر حل شدن در یک حلال قطبی، به‌ترتیب یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید پدید می‌آورند.
(پ) از واکنش یک مول پتاسیم اکسید و یا یک مول باریم اکسید با مقدار کافی آب، دو مول یون هیدروکسید تولید می‌شود.
(ت) جفت اسید-باز مزدوج، دو گونه‌ی شیمیایی باردار هستند که در یک H^+ با هم اختلاف دارند.
(۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴

۴۲. یون هیدروژن یا همان دارای چگالی بار الکتریکی است و به حالت محلول در آب به شدت آب پوشیده می شود و یون هیدرونیوم را به وجود می آورد.

(۱) پروتیم - بسیار کم (۲) پروتون - بسیار زیاد (۳) پروتیم - بسیار زیاد (۴) پروتون - بسیار کم

۴۳. چه تعداد از اسیدهای زیر، خوراکی هستند؟

(آ) استیک اسید (ب) آسکوربیک اسید (پ) اگزالیک اسید (ت) بنزویک اسید
(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۴۴. کدام مطالب زیر، درست هستند؟

(آ) اسیدها و بازها هنگامی رفتار اسیدی و یا بازی از خود نشان می دهند که در آب حل شده باشند.
(ب) اسیدهای با غلظت کم را می توان در ظرفی از جنس فلز روی نگه داری کرد.
(پ) انحلال پذیری گاز هیدروژن کلرید در آب به مراتب بیش تر از انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب است.
(ت) محلول آبی اسیدها برخلاف بازها، رسانای جریان الکتریسیته هستند.

(۱) آ و ب (۲) آ و ت (۳) فقط پ (۴) ب و پ

۴۵. چه تعداد از مطالب زیر، در مورد شیرمنیزی درست است؟

(آ) نوعی دارو است که برخلاف آسپرین، خاصیت بازی دارد.
(ب) یکی از کاربردهای آن، جلوگیری از خونریزی معده است.
(پ) نمونه ای از کلویدی است که در آن فاز پخش شونده، جامد و فاز پخش کننده، مایع است.
(ت) هر مول از ماده ای اصلی سازنده ی آن با دو مول جوهر نمک به طور کامل واکنش می دهد.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۴۶. کدام یک از مطالب زیر، درست است؟

(۱) برای از بین بردن بوی ناخوشایند ماهی فاسد شده می توان از مقداری اسید خوراکی استفاده کرد.
(۲) مطابق نظریه ی لوری - برونستد، ممکن است در یک واکنش شیمیایی، فقط اسید یا فقط باز وجود داشته باشد.
(۳) جفت اسید - باز مزدوج دو گونه ی شیمیایی هستند که در چند H^+ با هم اختلاف دارند.
(۴) جفت اسید - باز مزدوج دو گونه ی شیمیایی هستند که در یک H_3O^+ با هم اختلاف دارند.

۴۷. چه تعداد از مطالب زیر، درست است؟

(آ) هر کود شیمیایی، یک نوع نمک اسیدی یا نمک بازی است.
(ب) تمام داروها، ترکیب های شیمیایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.
(پ) اغلب میوه ها دارای اسیدند و pH آن ها کم تر از ۷ است.
(ت) برای کاهش میزان pH خاک به آن آهک می افزایند.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۴۸. فاضلاب های صنعتی به طور عمده شامل یون های فلزهای هستند و با ورود به محیط زیست، pH محیط را می دهند.

(۱) واسطه - کاهش (۲) واسطه - افزایش (۳) واسطه و اصلی - کاهش (۴) واسطه و اصلی - افزایش

۴۹. چه تعداد از مطالب زیر در مورد یون اکسید درست است؟

(آ) در آب به سرعت به یون هیدروکسید تبدیل می شود.
(ب) مطابق نظریه ی لوری - برونستد، در واکنش با آب، نقش بازی دارد.
(پ) مطابق نظریه ی آرنیوس، یک باز به شمار می آید.
(ت) هر مول از آن در واکنش با آب، یک مول یون هیدروکسید تولید می کند.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۵۰. کدام عبارت ها درست هستند؟

(آ) یون هیدروکسید، باز مزدوج مولکول آب است.
(ب) یون هیدروکسید، اسید مزدوج یون اکسید است.
(پ) یون هیدروکسید، اسید مزدوج یون هیدرونیوم است.
(ت) یون هیدروکسید، باز مزدوج یون پروتون است.

(۱) آ و ب (۲) آ و پ (۳) ب و ت (۴) پ و ت

تست‌های کنکور

۵۱. کدام مقایسه درباره‌ی شمار اتم‌های هیدروژن اسیدی در مولکول‌های ۱- پروپانول (A)، فسفریک اسید (B) و سالیسیلیک اسید (C) درست است؟

(ریاضی داخل- ۹۴)

(۱) $B > C > A$ (۲) $C > B > A$ (۳) $A > C > B$ (۴) $B > A > C$

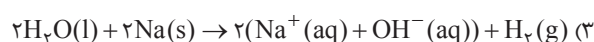
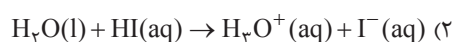
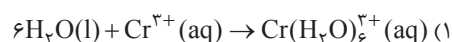
۵۲. شمار اتم‌های هیدروژن اسیدی در مولکول کدام ترکیب، بیش‌تر است؟

(ریاضی خارج- ۹۴)

(۱) تری کلرو اتانویک اسید (۲) سدیم هیدروژن سولفات (۳) اگزالیک اسید (۴) ۲- پروپانول

۵۳. در کدام واکنش، آب نقش اسید برونستد را دارد؟

(ریاضی داخل- ۸۹)



۵۴. اسید و باز مزدوج یون HPO_4^{2-} ، به‌ترتیب (از راست به چپ)، کدام‌اند؟

(ریاضی داخل- ۸۸)

(۱) H_2PO_4^- و PO_4^{3-} (۲) H_3PO_4 و PO_4^{3-} (۳) H_2PO_4^- و PO_4^{3-} (۴) H_3PO_4 و H_2PO_4^-

۵۵. کدام‌یک از گونه‌های شیمیایی پیشنهادشده در ستون‌های I و II جدول روبه‌رو، از نظر اسید- بازی، مزدوج یک‌دیگرند؟

(تجربی داخل- ۸۵)

I		II	
۱	NH_4^+	a	OH^-
۲	NO_3^-	b	H_2O
۳	H_3O^+	c	NH_3
۴	H^+	d	NO_3^-

(۱) ۱ و d

(۲) ۲ و c

(۳) ۳ و b

(۴) ۴ و a

۵۶. کدام دو گونه‌ی شیمیایی، خاصیت آمفوتری دارند؟

(ریاضی خارج- ۸۵)

(۱) HCO_3^- و NH_4^+ (۲) CO_3^{2-} و NH_3 (۳) H_2O و HPO_4^{2-} (۴) NO_3^- و H_3O^+

۵۷. کدام‌یک از گونه‌های زیر، می‌تواند هم نقش اسید و هم نقش باز لوری- برونستد را داشته باشد؟ اسید و باز مزدوج آن، به‌ترتیب کدام‌اند؟ (گزین‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

(تجربی خارج- ۹۰)

(۱) HPO_4^{2-} ، H_2PO_4^- ، PO_4^{3-} (۲) HPO_4^{2-} ، H_3PO_4 ، PO_4^{3-}

(۳) HPO_4^{2-} ، H_3PO_4 ، PO_4^{3-} (۴) H_2PO_4^- ، HPO_4^{2-} ، PO_4^{3-}

پاسخ تست‌های جلسه اول



۸ ۱ ۲ ۳ ۴

آرایش الکترونی عنصر X به صورت مقابل است: $\text{X} : [\text{Ar}] 4s^2$
بنابراین عنصر X، یک فلز قلیایی خاکی است. در صورتی که با گروه فلزهای قلیایی خاکی آشنایی کامل داشته باشید، می‌توانید تشخیص دهید که X همان کلسیم (Ca) است.

اکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جز Be و Mg) به هنگام حل شدن در آب، یون هیدروکسید تولید می‌کنند و اکسید بازی به شمار می‌آیند.

۹ ۱ ۲ ۳ ۴

آرنیوس طی پژوهش‌هایی که روی رسانایی الکتریکی و برقافت ترکیب‌های محلول در آب انجام می‌داد، به نظریه‌ای برای اسیدها و بازها دست یافت.

۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) NH_4Cl یک جامد یونی است و از یون‌های NH_4^+ و Cl^- تشکیل شده است.

(۲) اکسید آمفوتری Al_2O_3 در آب انحلال پذیر نیست.

(۳) به واسطه‌ی کوچک بودن شعاع یون هیدروژن (H^+)، چگالی بار الکتریکی آن بسیار زیاد و ناپایدار است. به همین دلیل به حالت محلول در آب به شدت آب پوشیده می‌شود و با تبدیل به یون H_3O^+ پایدار می‌شود.

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴

اسید و باز مزدوج فقط در یک H^+ با هم اختلاف دارند. اسید برونستد یک H^+ بیش‌تر از باز مزدوج خود و باز برونستد نیز یک H^+ کم‌تر از اسید مزدوج خود دارد. با توجه به گزینه‌ها، NH_3 ، باز مزدوج اسید NH_4^+ است.

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق اطلاعات سؤال، اکسید عنصر A یک اکسید اسیدی است. اکسیدهای نافلزی این ویژگی را دارند.

بررسی گزینه‌ها:

(۱) آرایش هشتایی پایدار مربوط به گاز نجیب Ar است. تاکنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری مانند اکسید از این گاز شناخته نشده است.

(۲) آرایش داده‌شده مربوط به یک نافلز (هالوژن) است.

(۳ و ۴) آرایش‌های این دو گزینه مربوط به فلز اصلی گروه سیزدهم ($4p^1 4s^2$) و فلز واسطه‌ی گروه چهارم ($3d^2 4s^2$) است.

۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴

بدون شرح!

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴

یک اسید لوری- برونستد هنگامی به عنوان دهنده‌ی پروتون عمل می‌کند که یک باز لوری- برونستد برای پذیرش آن پروتون در محیط حضور داشته باشد و برعکس.

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق نظریه‌ی آرنیوس، ماده‌ای خاصیت اسیدی دارد که با حل شدن در آب یون $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید آورد. در واکنش گزینه‌ی (۴)، N_2O_5 طی حل شدن در آب، با مولکول‌های آب واکنش داده و یون $\text{H}^+(\text{aq})$ تولید کرده است.

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق شکل، کاتیون هیدروژن (یون پروتون) از طریق تشکیل پیوند داتیو به اتم اکسیژن مولکول آب متصل شده است. به عبارت ساده‌تر، این شکل، آبیوشی پروتون ($\text{H}^+(\text{aq})$) را نشان می‌دهد.

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

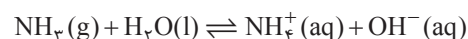
تمام محلول‌های آبی، اعم از اسیدی و بازی دارای هر دو نوع یون هیدرونیوم (H_3O^+) و هیدروکسید (OH^-) می‌باشند. در محلول‌های اسیدی، غلظت یون H_3O^+ بیش‌تر از یون OH^- و در محلول‌های بازی، غلظت یون OH^- بیش‌تر از یون H_3O^+ می‌باشد.

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

اسید مزدوج یون $[\text{M}(\text{OH})_2]^+$ ، باید یک پروتون (H^+) بیش‌تر از آن داشته باشد. پروتون اضافی، یک یون OH^- آن را خنثی و به H_2O تبدیل می‌کند. بنابراین اسید مزدوج یون موردنظر به صورت $[\text{M}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})]^{2+}$ است.

۵ ۱ ۲ ۳ ۴

خاصیت بازی مولکول آمونیاک در واکنش با آب، توسط هر یک از نظریه‌های آرنیوس و لوری- برونستد قابل توجیه است.
(۱) نظریه‌ی آرنیوس: مولکول آمونیاک در آب حل می‌شود و یون هیدروکسید (OH^-) تولید می‌کند.



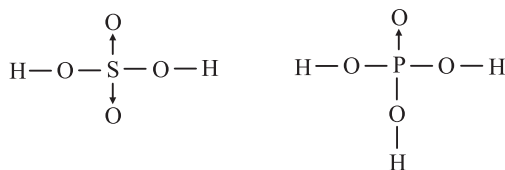
(۲) نظریه‌ی لوری- برونستد: مولکول آمونیاک در واکنش با آب با پذیرفتن پروتون (H^+) به آمونیوم تبدیل می‌شود (یک‌بار دیگر معادله‌ی بالا را ببینید).

۶ ۱ ۲ ۳ ۴

آلومینیم اکسید طی یک واکنش شیمیایی هم در اسیدها و هم در بازها حل می‌شود.

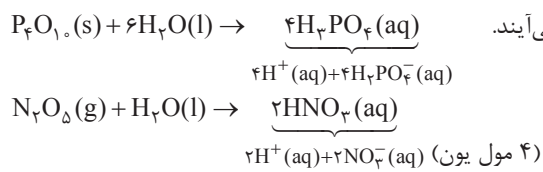
۷ ۱ ۲ ۳ ۴

در ساختار مولکول H_2SO_4 ، دو پیوند داتیو و در ساختار مولکول H_2PO_4 یک پیوند داتیو وجود دارد.



۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴

اکسید نافلزها مانند N_2O_5 و P_2O_5 به هنگام حل شدن در آب، واکنش می‌دهند و یون هیدروژن تولید می‌کنند. به‌همین علت اسید آرنیوس به‌شمار می‌آیند.



۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴

نظریه‌ی آرنیوس تنها در حالت محلول، آن هم هنگامی قابل کاربرد است که از آب به‌عنوان حلال استفاده شود. در واقع تعریف آرنیوس برای اسیدها یا بازها به موادی محدود می‌شود که در اثر حل شدن در آب به‌ترتیب یون هیدرونیوم یا یون هیدروکسید تولید کنند.

۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴

واکنش «آ»: در این واکنش مولکول H_2O با پذیرفتن یک H^+ به یون H_3O^+ تبدیل شده است. بنابراین باز برونستد است. واکنش «ب»: در این واکنش H_3O^+ با از دست دادن H^+ به مولکول H_2O تبدیل شده است. بنابراین اسید برونستد و H_2O باز مزدوج آن است.

۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴

معادله‌ی یونش جزئی آب یا همان واکنش خود-یونش آب به‌صورت زیر است:

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

حل شدن اسید و باز در آب به‌ترتیب با افزایش غلظت یون‌های H_3O^+ و OH^- همراه است و بر طبق اصل لوشاتلیه موجب جابه‌جایی این واکنش در جهت برگشت می‌شود.

۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی چهار گزینه:

- (۱) نیتریک اسید (HNO_3) و هیدروکلریک اسید (HCl) هر کدام دارای یک هیدروژن اسیدی هستند.
- (۲) مولکول اتانول (C_2H_5OH) دارای یک هیدروژن اسیدی اما کربنیک اسید (H_2CO_3) دارای دو هیدروژن اسیدی است.
- (۳) فسفریک اسید (H_3PO_4) دارای سه هیدروژن اسیدی اما نیترواسید (HNO_3) دارای یک هیدروژن اسیدی است.
- (۴) سولفوریک اسید (H_2SO_4) دارای دو هیدروژن اسیدی اما هیپوکلرواسید ($HClO$) دارای یک هیدروژن اسیدی است.

۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد هر واکنشی که شامل انتقال پروتون (H^+) از یک ماده به ماده‌ی دیگری باشد، یک واکنش اسید-باز خواهد بود.

۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی چهار گزینه:

- (۱) Al_2O_3 در آب انحلال‌پذیر نیست و اگر پودر آن را در آب بریزیم یک سوسپانسیون دوفازی به رنگ شیری تشکیل می‌شود.
- (۲) اگر یک اسید یا باز به مخلوط Al_2O_3 و آب اضافه شود، آلومینیم اکسید طی یک واکنش شیمیایی در اسید یا باز اضافه‌شده حل می‌شود و در نتیجه، یک محلول شفاف به‌وجود می‌آید.
- (۳) چون این اکسید هر دو خاصیت اسیدی و بازی را از خود نشان می‌دهد، یک اکسید آمفوتر نامیده می‌شود.

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

برای نمایش یون هیدروژن آب پوشیده، به‌طور معمول آن را با فرمول ساده‌تر H_3O^+ نشان می‌دهند. H_3O^+ را یون هیدرونیوم می‌گویند. در این یون، کاتیون هیدروژن از طریق تشکیل پیوند داتیو به اتم اکسیژن مولکول آب متصل شده است.

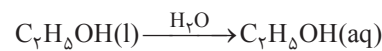
۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴

اکسیدهای نافلزی کربن مونواکسید (CO)، نیتروژن مونواکسید (NO) و دی‌نیتروژن مونواکسید (N_2O) برخلاف N_2O_5 به مقدار بسیار ناچیز و به‌طور فیزیکی و مولکولی در آب حل می‌شوند و $H^+(aq)$ تولید نمی‌کنند، در نتیجه اسید آرنیوس به‌شمار نمی‌آیند.

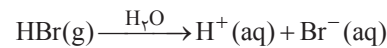
۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی چهار ماده:

(آ) اتانول به‌صورت مولکولی در آب حل می‌شود و از حل شدن آن، هیچ کدام از یون‌های $H^+(aq)$ یا $OH^-(aq)$ به‌دست نمی‌آید.



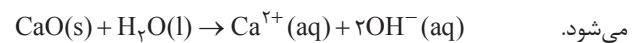
(ب) گاز هیدروژن برمید خاصیت اسیدی دارد و با حل شدن آن در آب، یون $H^+(aq)$ تولید می‌شود.



(پ) با حل شدن جوهر سرکه (استیک اسید) در آب، یون $H^+(aq)$ تولید می‌شود.



(ت) با حل شدن کلسیم اکسید جامد در آب، یون $OH^-(aq)$ تولید می‌شود.



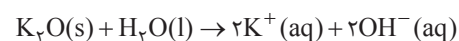
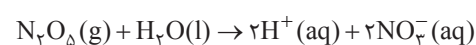
۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴

در ساختار هر کدام از یون‌های OH^- و H_3O^+ هشت الکترون وجود دارد.



۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴

آرنیوس اسید را ماده‌ای تعریف کرد که با حل شدن در آب، $H^+(aq)$ پدید می‌آورد و باز را ماده‌ای تعریف کرد که با حل شدن در آب، $OH^-(aq)$ پدید می‌آورد.



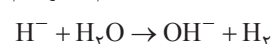
در مورد $Al_2O_3(s)$ باید گفت که این ترکیب یونی در آب انحلال‌ناپذیر است.

۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

H موجود در $HCOO^-$ ، هیدروژن اسیدی نیست. بنابراین $HCOO^-$ تنها خاصیت بازی دارد و آمفوتر محسوب نمی‌شود.

۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴

اگر یون K^+ (یون تماشاگر) را از دو طرف معادله حذف کنیم، خواهیم داشت:



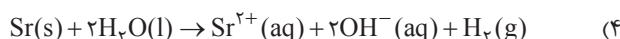
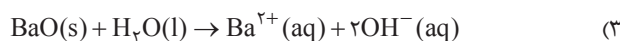
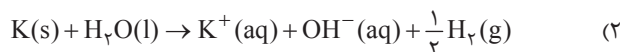
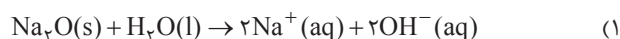
مشخص است که H_2O ، یک پروتون به H^- داده و خود به OH^- تبدیل شده است. یعنی H_2O ، اسید برونستد و H^- باز برونستد است.

۲۹ (۴ ۳ ۲ ۱)

برای پیدا کردن باز مزدوج آمونیاک (NH_3)، کافی است یک H^+ از NH_3 کم کنیم. بنابراین یون NH_4^+ (آمید) باز مزدوج آمونیاک است.

۳۰ (۴ ۳ ۲ ۱)

بررسی چهار گزینه:



۳۱ (۴ ۳ ۲ ۱)

بررسی گزینه‌های نادرست:

(۱) آفوتر ماده‌ای است که هم خاصیت اسیدی و هم خاصیت بازی دارد.

(۳) مولکول H_2O باز مزدوج یون هیدرونیوم (H_3O^+) است.

(۴) در واکنش میان گازهای NH_3 و HCl ، گاز آمونیاک (NH_3) که پذیرنده پروتون است به‌عنوان باز لوری - برونستد عمل می‌کند.

۳۲ (۴ ۳ ۲ ۱)

ویتامین C (آسکوربیک اسید)، جوهر ترشک (اگزالیک اسید) و جوهر سرکه (استیک اسید) خاصیت اسیدی دارند.

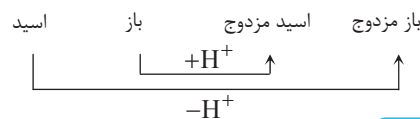
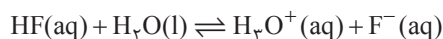
۳۳ (۴ ۳ ۲ ۱)

نام دیگر اگزالیک اسید، جوهر ترشک است.

۳۴ (۴ ۳ ۲ ۱)

در این واکنش HF به‌عنوان اسید عمل کرده است. زیرا یک پروتون به مولکول آب (H_2O) داده و به یون F^- تبدیل شده است. بنابراین HF ، اسید و یون F^- باز مزدوج آن به‌شمار می‌آید.

در عین حال H_2O به‌عنوان باز عمل کرده است. زیرا یک پروتون از HF پذیرفته و به یون H_3O^+ تبدیل شده است. بنابراین H_2O ، باز و یون H_3O^+ اسید مزدوج آن به‌شمار می‌آید.

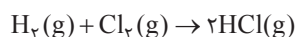


۳۵ (۴ ۳ ۲ ۱)

در شیمی (۳) خواندید، یکی از روش‌های تهیه گاز کلر در آزمایشگاه، واکنش دادن منگنز (IV) اکسید با هیدروکلریک اسید (محلول آبی هیدروژن کلرید) است. در این واکنش منگنز (II) کلرید نیز به‌دست می‌آید:

$$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

در مورد درستی گزینه‌ی (۱) باید گفت؛ در شیمی (۳) آمده است که از واکنش گاز هیدروژن با گاز کلر، گاز هیدروژن کلرید تولید می‌شود:



۳۶ (۴ ۳ ۲ ۱)

هر چهار مورد، عبارت‌های نادرستی هستند.

بررسی چهار عبارت:

(آ) مولکول آب می‌تواند هم نقش اسید لوری - برونستد و هم نقش باز لوری - برونستد را داشته باشد.

(ب) اسید لوری - برونستد، دهنده‌ی پروتون و باز لوری - برونستد، پذیرنده‌ی پروتون است.

(پ) ماده‌ی اصلی سازنده‌ی شیرمنیزی، منیزیم هیدروکسید است. اسید باتری نیز همان سولفوریک اسید است.

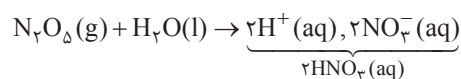
(ت) با حل کردن یک مول HF در آب، خیلی کم‌تر از یک مول $\text{H}^+(\text{aq})$ پدید می‌آید، زیرا HF یک الکترولیت ضعیف است.

۳۷ (۴ ۳ ۲ ۱)

فقط عبارت (پ) نادرست است.

بررسی چهار عبارت:

(آ) هر مول N_2O_5 بر اثر واکنش با آب، دو مول $\text{H}^+(\text{aq})$ و دو مول $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ تولید می‌کند:



(ب) شکل مقابل ساختار سالیسیلیک اسید را نشان می‌دهد. اتم‌های هیدروژن متصل به اکسیژن، هیدروژن اسیدی به‌شمار می‌آیند. یعنی هر مولکول سالیسیلیک اسید دارای دو هیدروژن اسیدی است.

(پ) هر چند یون هیدرونیوم (H_3O^+) یک جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی خود دارد، اما این گونه‌ی شیمیایی، کاتیون است و به علت دافعه‌ی موجود، نمی‌تواند با کاتیون H^+ پیوند تشکیل دهد.

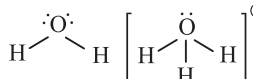
(ت) بسیاری از بازهای آرنیوس مانند اکسید فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی در ساختار خود، یون هیدروکسید ندارند.

۳۸ (۴ ۳ ۲ ۱)

فقط عبارت (آ) درست است.

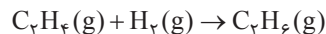
بررسی سایر عبارت‌ها:

(ب) در یون هیدرونیوم (H_3O^+) مانند مولکول آب (H_2O)، اتم مرکزی یعنی اکسیژن دارای چهار قلمرو الکترونی است.



(پ) مولکول‌های آب به‌طور جزیی یونش می‌یابند و واکنش تعادلی خود-یونش آب، پیشرفت بسیار کمی دارد. به این ترتیب تعادل موردنظر در سمت چپ یعنی سمت واکنش دهنده‌ها قرار دارد.

(ت) در این واکنش، مولکول اتن، مولکول هیدروژن را جذب می‌کنند، نه یون هیدروژن را!! بنابراین واکنش از نوع اسید-باز نیست.



۳۹ (۴ ۳ ۲ ۱)

(آ و ب) مطابق نظریه‌ی آرنیوس، الکل‌ها نه اسید و نه باز به‌شمار می‌آیند. زیرا به‌صورت مولکولی در آب حل می‌شوند و نمی‌توانند یون $\text{H}^+(\text{aq})$ یا $\text{OH}^-(\text{aq})$ پدید آورند.

(پ) Al_2O_3 مانند $\text{Mg}(\text{OH})_2$ در آب حل نمی‌شود. بنابراین مخلوط Al_2O_3 و آب، مانند مخلوط $\text{Mg}(\text{OH})_2$ و آب، یک مخلوط ناهمگن دوفازی است که سوسپانسیون نامیده می‌شود.

(ت) جوهر نمک، همان هیدروکلریک اسید ($\text{HCl}(\text{aq})$) و جوهر مورچه، همان فورمیک اسید ($\text{HCOOH}(\text{aq})$) است.

۴۴ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی چهار عبارت:

(آ) مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد، اسیدی مانند HCl و بازی مانند NH₃ در فاز گازی نیز رفتار اسیدی و یا بازی از خود نشان می‌دهند.
(ب) اسیدها با هر غلظتی، حتی با غلظت‌های کم با فلز روی واکنش می‌دهند. بنابراین اسیدها را نمی‌توان در ظرفی از جنس فلز روی نگهداری کرد.

(پ) مطابق آن‌چه که در شیمی (۳) آمده است، انحلال‌پذیری گاز هیدروژن کلرید و اکسیژن در دمای ۲۵°C و فشار ۱atm به‌ترتیب برابر ۶۹/۵g و ۰/۰۰۳۹g در ۱۰۰g آب است. گاز هیدروژن کلرید برخلاف اغلب گازها، انحلال‌پذیری بالایی در آب دارد و جزو گازهای محلول به‌شمار می‌رود.

(ت) هم محلول اسیدها و هم محلول بازها، رسانای جریان الکتریسیته هستند. زیرا محلول آبی این مواد دارای یون هستند. یون‌ها نیز عامل انتقال جریان الکتریسیته می‌باشند.

۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴

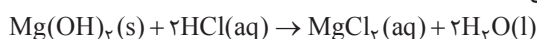
عبارت‌های (آ) و (ت) در مورد شیرمیزی درست است.

بررسی چهار عبارت:

(آ) شیرمیزی که ماده‌ی اصلی سازنده‌ی آن، منیزیم هیدروکسید است، نوعی دارو است که خاصیت بازی دارد. در حالی‌که مسکن آسپرین خاصیت اسیدی دارد.

(ب) یکی از کاربردهای آن، کاهش غلظت اسید معده است. در واقع شیرمیزی برای خنثی کردن اسید معده به‌کار می‌رود.

(پ) شیرمیزی یک سوسپانسیون است.
(ت) ماده‌ی اصلی سازنده‌ی شیرمیزی، منیزیم هیدروکسید است که هر مول از آن با دو مول جوهر نمک (هیدروکلریک اسید) به‌طور کامل واکنش می‌دهد.



۴۶ ۱ ۲ ۳ ۴

بررسی چهار گزینه:

(۱) در شیمی (۲) خواندید، بوی بد ماهی فاسدشده به‌دلیل آزاد شدن مولکول تری‌متیل آمین است. با توجه به این‌که آمین‌ها خاصیت بازی دارند، اگر مقداری اسید خوراکی مانند جوهر لیمو به ماهی افزوده شود، آمین با اسید واکنش می‌دهد و بوی ناخوشایند ماهی فاسدشده از بین می‌رود.

(۲) مطابق نظریه‌ی لوری-برونستد، ممکن نیست که در یک واکنش شیمیایی، فقط اسید یا فقط باز وجود داشته باشد. زیرا گونه‌ای که به عنوان دهنده یا پذیرنده پروتون عمل می‌کند، به پذیرنده یا دهنده پروتون نیازمند است.

(۳ و ۴) جفت اسید-باز مزدوج، دو گونه‌ی شیمیایی هستند که در تنها یک H⁺ با هم اختلاف دارند.

۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴

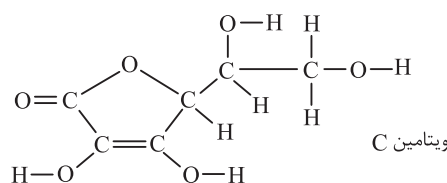
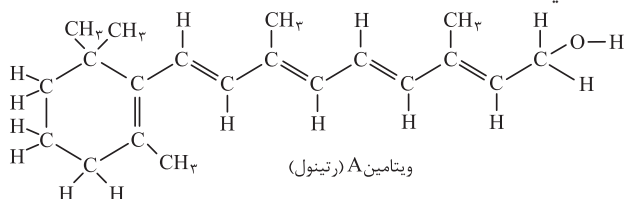
فقط عبارت (پ) درست است.

بررسی عبارت‌های نادرست:

(آ) کودهای شیمیایی، نمک‌های اسیدی، خنثی یا بازی هستند.
(ب) اغلب داروها، ترکیب‌های شیمیایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.
(ت) برای کاهش میزان اسیدی بودن و افزایش pH خاک به آن آهک می‌افزایند.

۴۰ ۱ ۲ ۳ ۴

به ساختار ویتامین‌های A و C که در شیمی (۳) با آن‌ها آشنا شدید، دقت کنید:



همان‌طور که مشاهده می‌کنید در ویتامین‌های A و C به‌ترتیب ۱ و ۴ اتم هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد که هیدروژن اسیدی به‌شمار می‌آیند. با توجه به این‌که هر اتم هیدروژن (H)، توانایی تشکیل نیم مول گاز هیدروژن (H₂) را دارد، اگر یک مول از هر کدام از ویتامین‌های A و C با مقدار کافی فلز سدیم واکنش دهند، به‌ترتیب ۵/۰ و ۲ مول گاز هیدروژن تولید می‌شود.

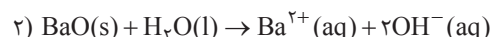
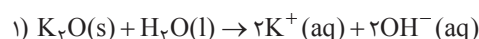
۴۱ ۱ ۲ ۳ ۴

عبارت‌های (آ) و (پ) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

(آ) بدون شرح!

(ب) تعریف آرنیوس برای اسیدها و بازها به موادی محدود می‌شود که در اثر حل شدن در آب (نه هر حلال قطبی!!)، به‌ترتیب یون هیدرونیوم و یون هیدروکسید پدید می‌آورند.
(پ) به واکنش‌های زیر توجه کنید:



(ت) جفت اسید-باز مزدوج، لزوماً دو گونه‌ی شیمیایی باردار نیستند، بلکه یکی از آن‌ها می‌تواند خنثی باشد، مانند HF و F⁻. بنابراین شکل درست عبارت (ت) به این صورت است: «جفت اسید-باز مزدوج، دو گونه‌ی شیمیایی هستند که در یک H⁺ با هم اختلاف دارند.»

۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴

نام دیگر یون هیدروژن (H⁺)، پروتون است. دقت کنید که پروتیم نام دیگر اتم هیدروژن می‌باشد.

یون هیدروژن به‌دلیل شعاع یونی بسیار کوچک، دارای چگالی بار الکتریکی بسیار زیاد است. همین مطلب باعث می‌شود که این یون به حالت محلول در آب به شدت آب‌پوشیده شود و یون هیدرونیوم (H₃O⁺) را به‌وجود آورد.

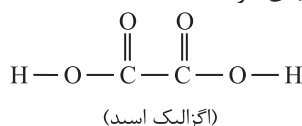
۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴

هر چهار اسید اشاره‌شده خوراکی هستند.

استیک اسید (جوهر سرکه) ماده‌ی اصلی سازنده‌ی سرکه است. آسکوربیک اسید (ویتامین C) در مرکبات یافت می‌شود. اگزالیک اسید (جوهر ترشک) در ریواس و اسفناج وجود دارد و بنزوییک اسید نیز در تمشک یافت می‌شود.

۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴

تری کلرو اتانوییک اسید (CCl_3COOH)، سدیم هیدروژن سولفات (NaHSO_4) و ۲- پروپانول ($\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$)، هر کدام دارای یک هیدروژن متصل به اکسیژن یا یک هیدروژن اسیدی هستند، در حالی که اگزالیک اسید دو هیدروژن اسیدی دارد.



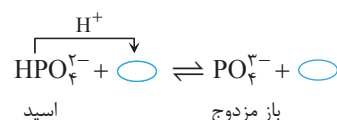
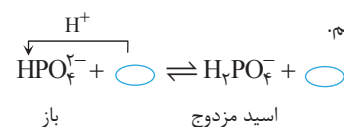
۳۵

۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴

در معادله‌ی گزینه‌ی ۴، یک پروتون (H^+) از H_2O به NH_3 منتقل شده است. پس H_2O اسید برونستد و NH_3 باز برونستد می‌باشد.

۵۴ ۱ ۲ ۳ ۴

برای پیدا کردن اسید مزدوج یک گونه‌ی شیمیایی، کافی است یک پروتون (H^+) به آن بیفزاییم و برای پیدا کردن باز مزدوج، کافی است یک پروتون (H^+) از آن جدا کنیم.



۵۵ ۱ ۲ ۳ ۴

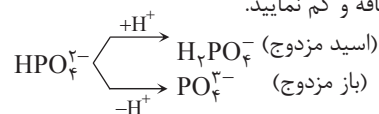
H_2O و H_3O^+ ، اسید و باز مزدوج یکدیگرند.

۵۶ ۱ ۲ ۳ ۴

H_2O و HPO_4^{2-} هم می‌توانند دهنده‌ی پروتون (H^+) باشند و هم می‌توانند یک پروتون (H^+) بپذیرند.

۵۷ ۱ ۲ ۳ ۴

HPO_4^{2-} جزو آنیون‌های دارای هیدروژن اسیدی است و از گونه‌های آفوتر به‌شمار می‌رود. برای پیدا کردن اسید و باز مزدوج آن، کافی است یک پروتون (H^+) به آن اضافه و کم نماییم.



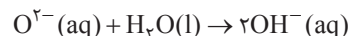
۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴

فاضلاب‌های صنعتی شامل یون فلزهای واسطه‌اند. از این‌رو با ورود به محیط زیست، pH محیط را کاهش می‌دهند.

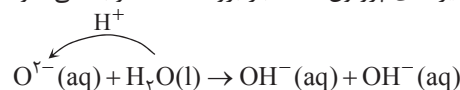
۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴

فقط عبارت (ت) نادرست است.

یون اکسید در آب به سرعت به یون هیدروکسید تبدیل می‌شود.



به این ترتیب درستی عبارت (آ) و نادرستی عبارت (ت) بدیهی است. از آن‌جا که یون اکسید با حل شدن در آب، یون هیدروکسید تولید کرده، باز آرنیوس به‌شمار می‌آید (درستی عبارت پ). از طرفی چون یون اکسید در واکنش با آب، پذیرنده‌ی پروتون است، باز برونستد محسوب می‌شود (درستی عبارت ب).

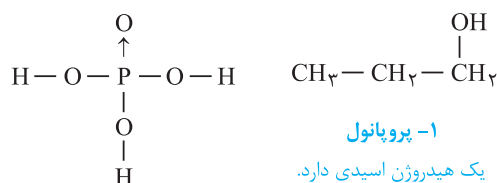


۵۰ ۱ ۲ ۳ ۴

یون هیدروکسید (OH^-)، باز مزدوج مولکول آب (H_2O) است. کافی است یک H^+ از آب کم کنید. همچنین یون هیدروکسید (OH^-)، اسید مزدوج یون اکسید (O^{2-}) است. کافی است یک H^+ به یون اکسید اضافه کنید.

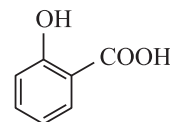
۵۱ ۱ ۲ ۳ ۴

به ساختار مولکولی هر سه ترکیب توجه کنید.



فسفریک اسید

سه هیدروژن اسیدی دارد.



سالیسیلیک اسید

دو هیدروژن اسیدی دارد.