

## آزمایش شماره ۱

نام و نام خانوادگی : شماره دانشجویی :

استاد : همکار :

گروه : تاریخ آزمایش :

**عنوان آزمایش : تیتراسیون اسید و باز**

**هدف آزمایش : تعیین نرمالیتته ی اسید مجهول**

**وسایل مورد نیاز :** بورت با پایه و گیره ، پی پت حبابدار 10cc ، بالن ژوژه 250cc ، شیشه ساعت ، قیف ، ارلن مایر

250cc

**مواد مورد نیاز :** سود جامد ، فنل فتالین ، اسید با نرمالیتته معلوم ، اسید با نرمالیتته مجهول

## تعاریف و مفاهیم

تجزیه ای که بر سنجش حجم یک محلول استوار است ، تجزیه حجم سنجی می نامند. در این نوع تجزیه روشی موسوم به تیتراسیون مورد استفاده قرار می گیرد.

تعیین دقیق غلظت یک اسید یا باز را تیتراسیون می گویند .

نقطه خنثی : نقطه ای که ماده مورد نظر نه بازی و نه اسیدی می باشد .

در یکی از انواع تیتراسیون ، محلولی با غلظت معین که محلول استاندارد خوانده می شود به حجم معینی از محلول که غلظت آن

معین نیست ، اضافه می کنند. محلول استاندارد را در بورت قرار می دهند . در انتهای بورت ، شیری تعبیه شده است که ریختن

مقادیر کنترل شده ای از محلول استاندارد را به دورن ظرف حاوی محلول با غلظت نامعلوم ، امکانپذیر می کند . حجم معینی از

محلول با غلظت نامعلوم یا وزن معینی از ماده جامدی که خلوص آن معلوم نیست و در آب حل شده است را در یک ارزن مایه می ریزیم و چند قطره از ماده ای که به شناساگر موسوم است به آن می افزاییم . محلول استاندارد را از بورت قطره قطره به ارزن اضافه می کنیم تا شناساگر تغییر رنگ دهد . طی عمل افزایش ، ارزن را با چرخاندن به هم می زنیم تا محلول کاملاً یکدست شود. در نقطه هم ارزی که با تغییر رنگ شناساگر مشخص می شود از دو واکنشگر ( یعنی محلول استاندارد و ماده درون ارزن ) مقادیر هم ارز وارد واکنش می شود . حجم محلول استاندارد مصرف شده از بورت خوانده می شود . تمام مسائل تجزیه حجم سنجی را با استفاده از مول و مولاریته برای بیان غلظت محلول ، حل کرد . روش دیگر بر پایه وزنه‌های هم ارز قرار دارد و در آن نرمالیه برای بیان غلظت محلول استفاده می شود . مقدار یک هم ارز از یک ماده که مقدار معینی از آن ماده است به نوع واکنش بستگی دارد و یک هم ارز . اکنش دهنده دقیقاً با یک هم ارز از واکنش دهنده دیگر واکنش می دهد . بطور کلی:

وزن هم ارز برابر است با وزن مولکولی تقسیم بر ظرفیت

$$E_{Al} = \frac{27}{3} = 9 \qquad E_{mg} = \frac{24}{2} = 12 \qquad \text{برای مثال:}$$

در این آزمایش با انجام تیتراسیون اولاً غلظت دقیق یک محلول سود را بدست آورده و سپس به وسیله محلول استاندارد غلظت یک اسد مجهول را بدست می آوریم .

نرمالیه یک محلول ، تعداد وزن هم ارز ماده حل شده در یک محل.ل است رابطه نرمالیه و مولاریته به صورت زیر است

$$N = am$$

$a$  = تغییر عدد اکسایش در واکنش. همپنین این پارامتر در اسیدها از رو تعداد هیدروژن اسیدی و در بازها از روی تعداد هیدروکسید مشخص می شود

تعداد هم ارز ماده  $A$  در محلولی از آن ، که با  $e_A$  نشان داده می شود ، برابر حاصلضرب حجم نمونه محلول  $V_A$  ( بر حسب لیتر )

، در نرمالیه محلول  $N_A$  ( که در واقع تعداد هم ارز  $A$  در یک لیتر است ) خواهد بود .

$$e_A = V_A \cdot N_A$$

وقتی دو ماده با هم ترکیب می شوند، برای کامل شدن واکنش باید تعداد هم ارزشان با هم مساوی باشد یعنی:

$$e_A = e_B \rightarrow N_A \cdot V_A = N_B \cdot V_B$$

## روش کار

الف) تهیه سود 0.1 N : 250cc سود 0.1 N تهیه شود. ۱ گرم سود با ترازوی کفه ای وزن کرده و به بالن ژوژه 250cc منتقل کرده تا سود تقریباً 0.1 نرمال داشته باشیم.

ب) استاندارد کردن سود تهیه شده تقریباً ۰,۱ نرمال (تعیین دقیق نرمالیت)

10cc از اسید معلوم HCl با غلظت ۰,۱ نرمال را با پی پت جابدار در ارلن مایر تمیز بریزید. یک تا دو قطره معرف فنل فتالین به آن اضافه کنید. (هر 10cc محلول یک قطره فنل فتالین)

بورت را از سود 0.1 N تهیه شده پر کرده، عمل تیتراسیون را تا رنگ ارغوانی کم رنگ محلول ادامه داده و حجم مصرفی سود را از بورت یادداشت کنید. برای اطمینان از تیتراسیون، مجدد یک بار دیگر تکرار کنید.

بهرتر است در ضمن آزمایش و همچنین پس از انجام آن جداره ارلن مایر را با آب مقطر بشوئید تا هر گاه سود به اطراف ارلن چسبیده باشد با فنل فتالین وارد واکنش شود. سود را قطره قطره از بورت در ارلن مایر بریزید و ارلن مایر را بطور پیوسته تکان دهید.

ج) تعیین نرمالیت اسید مجهول: بورت را از محلول سود تهیه شده در قسمت الف پر کرده، 10cc از اسید مجهول را بوسیله پی پت جابدار در ارلن مایر تمیز بریزید. ۱ تا ۲ قطره فنل فتالین هم به آن اضافه کنید و عمل تیتراسیون را تا بدست آوردن رنگ ارغوانی پریده ثابت ادامه داده حجم مصرفی را از بورت بخوانید. این قسمت را هم میتوان دوبار تکرار کرد.

نتایج

ب)

$$V_{HCl} = 10cc \quad N_{HCl} = 0.1$$

$$V_{NaOH} = 10cc \quad N_{NaOH} = ?$$

$$N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = N_{HCl} \cdot V_{HCl} \rightarrow ? \times 10 = 0.1 \times 10 \rightarrow N_{NaOH} = 0.1$$

ج)

$$V_x = 10cc$$

$$N_x = ?$$

$$V_{NaOH} = 10.25cc$$

$$N_{NaOH} = 0.1$$

$$N_x \cdot V_x = N_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \rightarrow ? \times 10 = 0.1 \times 10.25 \rightarrow N_x = 0.095$$

$$PH_{NaOH} = 14 \quad [H^+] = 10^{-14}$$

$$PH_{HCl} = 1 \quad [H^+] = 10^{-1}$$

شماره دانشجویی :

نام و نام خانوادگی :

همکار :

استاد :

تاریخ آزمایش :

گروه :

### عنوان آزمایش : تیتراسیون اکسیداسیون - احیا

**هدف آزمایش:** به دست آوردن نرمالیتة محلول مجهول در واکنش هایی که درجه اکسیداسیون تغییر می کند.

**وسایل و مواد مورد نیاز:** ارلن مایر، شیشه ساعت، بشر ۵۰۰ سی سی، کاغذ صافی، پیپت حبابدار، دماسنج، بالن ژوژه،

پرمنگنات پتاسیم جامد، اگزالات سدیم جامد، اسید سولفوریک ۳ نرمال، اسید سولفوریک ۱ نرمال، محلول مجهول آهن ۲،

اسید فسفریک رقیق

### تئوری آزمایش

واکنشهایی که طی آنها الکترونها از یک ماده به یک ماده دیگر انتقال می یابند را می توان در تجزیه حجم سنجی به کار برد.

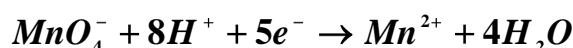
در نقطه پایانی تیتراسیون عده اکیوالانهای کاهش یافته باید با عده اکیوالانهای اکسید شده برابر باشد. به عبارت دیگر:

تعداد الکترونهاي به کار رفته در کاهش = تعداد الکترونهاي به کار رفته در اکسیداسیون

اکی والان گرم ماده بکار رفته در فرایندها اکسایش کاهش برابر مقدار ماده ای است که به ازای ۱ مول انتقال الکترون در

واکنش شرکت کرده است و می توان آن را از طریق تقسیم جرم مولکولی بر الکترون انتقال یافته هر مول به دست آورد.

عامل اکسنده در اینجا پرمنگنات پتاسیم ( $KMnO_4$ ) است که در محلول اسیدی طبق معادله زیر واکنش می دهند:



این واکنش پنج الکترون به ازای هر مول از  $KMnO_4$  انتقال الکترون دارد و یا یکی والان گرم آن یک پنجم جرم مولی اش می باشد. پرمنگنات پتاسیم رنگ بنفش پررنگی داشته و می توان به عنوان اندیکاتور ( شناساگر ) در هنگام واکنش با سایر مواد بی رنگ به کار رود.

یون  $MnO_4^-$  بنفش رنگ و یون  $Mn^{2+}$  بی رنگ است. بنابراین چنانچه پرمنگنات پتاسیم تیترا شده باشد نقطه پایانی زمانی است که رنگ صورتی پایداری برای اولین بار در ترکیب ظاهر شود.

$KMnO_4$  را نمی توان با درجه خلوص بالا به دست آورد در نتیجه محلول استاندارد را نمی توان مستقیماً از آن تهیه کرد. به علاوه  $KMnO_4$  تمایل به واکنش با اجزای آلی در آب دارد بنابراین باید در ابتدا محلول با غلظت تقریبی مطلوب تهیه نموده و آن را با عامل دیگری که غلظت آن معین است استاندارد نمود. اگزالات سدیم  $Na_2C_2O_4$  ماده کاهنده مناسبی است که می توان با درجه خلوص بالا تهیه نموده و در استاندارد سازی محلول پرمنگنات از آن بهره برد.

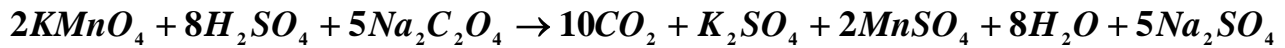
## شرح آزمایش

در حدود 1.5gr پرمنگنات پتاسیم را با ترازوی معمولی وزن می کنیم. و با ۲۵۰ سی سی آب مقطر در یک بشر حرارت می دهیم تا بجوشد. (روی بشر یک شیشه ساعت قرار می دهیم.) محلول را پس از رسیدن به دمای آزمایشگاه به بالن ژوژه منتقل کرده و به حجم ۵۰۰ سی سی می رسانیم.

برای استاندارد سازی محلول حدود 0.3gr اگزالات سدیم را در شیشه ساعت کوچک با ترازوی برقی وزن می کنیم و به ارلن مایر منتقل می کنیم. به وسیله استوانه مدرج ۲۵ سی سی اسید سولفوریک 3N را به ارلن انتقال می دهیم. ۲۴۰ سی سی آب مقطر را با استوانه مدرج بزرگ به ارلن اضافه می کنیم و 0.5 سی سی پرمنگنات به ارلن اضافه می کنیم. آن را حرارت می دهیم تا بی رنگ شود. در این هنگام به دمای ۶۰ درجه رسیده است. محتوی بالن را به بورت انتقال می دهیم و قطره قطره به ارلن می ریزیم تا رنگ ثابتی به دست آید. حجم مصرفی را یادداشت می کنیم:

حجم پرمنگنات مصرفی = ۵۰ سی سی

## معادله واکنش



$$Na_2C_2O_4 = 2(23) + 2(12) + 4(16) = 134$$

$$\frac{5 * 134}{0.3040g} = \frac{2 * 5 * 1000}{50 * N} \Rightarrow N = 0.091N$$

\* نرمالیه واقعی پرمنگنات پتاسیم: ۰/۰۹۱ نرمال

۲۵ سی سی از مجهول را با پیپت جابجاء داخل ارلن می ریزیم. ۲۵ سی سی  $H_2SO_4$  (۱ نرمال) با استوانه مدرج، ۴ قطره اسید فسفریک را به ارلن اضافه می کنیم. قطره قطره پرمنگنات را به آن اضافه می کنیم تا رنگ صورتی پایداری به دست آید:

حجم پرمنگنات مصرفی = ۷ سی سی

$$\begin{array}{l} 0.091 \quad X \\ 25 \text{ cc} \quad 7 \text{ cc} \quad \Rightarrow X = 0.02 N \end{array}$$

## آزمایش شماره ۳

شماره دانشجویی :

نام و نام خانوادگی :

همکار :

استاد :

تاریخ آزمایش :

گروه :

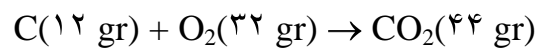
### عنوان آزمایش : قانون بقای جرم

**هدف آزمایش:** تحقیق این قانون که در یک آزمایش شیمیایی جرم کلی مواد وارد در واکنش با جرم کلی مواد حاصل برابر است.

**وسایل و مواد مورد نیاز:** بشر، ارلن مایر، پیپت مدرج، سیم مسی، اسید نیتریک ۶ نرمال، اسید سولفوریک ۶ نرمال، سود ۶ نرمال، اسید نیتریک رقیق، سود رقیق، پودر روی

### تئوری آزمایش

بنابر قانون لاوازیه قانون بقای جرم، ماده در واکنشهای شیمیایی از بین نمی رود بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل می شود. بنابراین جرم خاصیت زوال ناپذیر ماده است. این بدان معناست که در تغییرات شیمیایی مجموع جرم مواد اولیه شرکت کننده در واکنش برابر با مجموع جرم مواد حاصل از واکنش می باشد. مثلاً:



### شرح آزمایش

یک قطعه مس برمی داریم و آن را وزن می کنیم. (حدود ۰/۳ گرم) ۵ سی سی اسید نیتریک 6N را در زیر هود حرارت می دهیم تا مس حل شود. این محلول دارای مقداری اسید نیتریک اضافی است. سود 2N را قطره قطره به محلول اضافه کنید



تا رسوب تشکیل شده رنگ محلول کدر شود. انکاه اسید نیتریک رقیق را قطره قطره به آن بیفزایید تا شفاف گردد. به این ترتیب نیترات مس دو ظرفیتی حاصل می گردد.

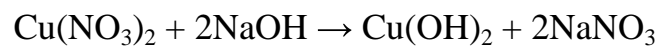
معادله واکنش به شکل زیر است:



جرم مس اولیه: 0/29 gr

جرم کاغذ صافی: 0/64 gr

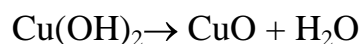
در مرحله بعدی باید مقداری سود به  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  اضافه کرد . هنگامی که سود را اضافه می کنیم رسوبی تشکیل و حل میشود . این کار را تا جایی که رسوب تشکیل شده حل نشود ادامه می دهیم . سپس بعد از حل نشدن 5 cc دیگر به محلول اضافه می کنیم . طی این مرحله  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  به  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  تبدیل می شود .



آبی

آبی

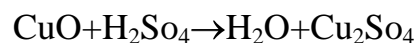
در مرحله بعدی  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  را روی حرارت می جوشانیم تا  $\text{CuO}$  سیاه رنگ به دست بیاید. سپس محلول را صاف می کنیم و رسوب را ننگه می داریم (دکانته می کنیم):



آبی

سیاه

برای به دست آوردن سولفات مس، کافی است که روی اکسید مس، ۴ تا ۵ سی سی اسید سولفوریک ۶ نرمال بریزیم. نباید رسوبی در ته ظرف باشد:

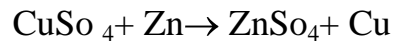


سیاه

آبی

در مرحله آخر به سولفات مس به دست آمده، حدود ۱ گرم پودر روی اضافه می کنیم تا سولفات روی تشکیل شود و مس

آزاد شود. برای اینکه مطمئن شویم تمام روی واکنش می دهد، آنقدر اسید سولفوریک اضافه می کنیم که دیگر واکنشی صورت نگیرد. فقط باید توجه شود که وقتی محلول روی شعله قرار دارد این کار را انجام دهیم. زیرا روی با اسید سولفوریک گرم و غلیظ واکنش می دهد:



مس به دست آمده را وزن می کنیم:

**جرم مس نهایی =**

**نتیجه گیری**

همانطور که مشاهده می شود جرم مس اولیه و نهایی تقریباً برابر هستند. اختلاف موجود بین جرم اولیه و نهایی به خاطر وجود روی در مس نهایی است. برای از بین بردن آن باید کمی اسید سولفوریک اضافه کنیم تا کاملاً با روی واکنش دهد.

شماره دانشجویی :

نام و نام خانوادگی :

همکار :

استاد :

تاریخ آزمایش :

گروه :

### عنوان آزمایش : تعیین سختی آب

هدف آزمایش: تعیین سختی آب (کل، موقت، دائم)

وسایل مورد نیاز: ارلن مایر - بشر - بالن ژوژه - پیپت جابدار - پیپت مدرج - چراغ بنزن - کاغذ صافی - بورت

مواد مورد نیاز: اسید کلریدریک ۰,۱ نرمال - معرف فنول فتالین - بافر  $\text{pH} = 10$  - محلول اریو کروم بلک تی ۰,۰۱ مولار

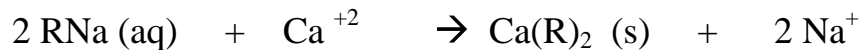
آب مقطر

### تئوری آزمایش

آب خالص برای شستشو با صابون مناسب است، زیرا صابون به مقدار زیادی در آن حل می شود، ولی آب سخت با داشتن

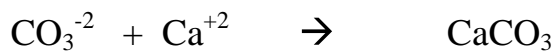
یون هایی مانند ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) مانع از حلالیت خوب صابون در خود می شوند. زیرا با یون های فلز تشکیل

رسوب می دهند. مانند :



قسمتی از سختی آب با حرارت دادن از بین می رود که به آن سختی موقت می گویند..





## شرح آزمایش

مرحله ی اول :

بدست آوردن سختی کل : در این مرحله، ابتدا به وسیله ی پی پی ت، ۲۵ میلی لیتر از نمونه ی مجهول که آب با سختی مجهول می باشد را، درون ارلن می ریزیم؛ سپس به وسیله ی پی پی ۱ میلی لیتر بافر به محلول درون استوانه مدرج اضافه می کنیم سپس ۱ قطره از معرف اریوکروم بلک تی به آن اضافه می کنیم ، اگر رنگ محلول حاصل ، قرمز اناری شد ، سختی آب نسبتاً زیاد است، ولی اگر رنگ آن قرمز خونی شد، سختی آب نسبتاً کم است.

سپس EDTA ۰,۰۱ مولار را در بورت می ریزیم، سپس با تنظیم صفر بورت عمل تیتراسیون را آغاز می کنیم. عمل تیتراسیون را تا زمانی رنگ محلول آبی شود، ادامه می دهیم. سپس با استفاده از حجم EDTA اندازه گیری شده در عمل تیتراسیون، در قسمت محاسبات سختی کل آب را حساب می کنیم.

مرحله ی دوم :

تعیین سختی دائم آب : چون با گرم کردن آب، سختی موقت آن از بین می رود و فقط سختی دائم آب باقی می ماند، بنابراین با گرم کردن آب ، سختی دائم را اندازه می گیریم . ۱۰۰ میلی لیتر آب را در درون بشر می ریزیم و روی چراغ قرار می دهیم، تا آب به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه بجوشد و بعد از سپری شدن این مدت، با قرار دادن کاغذ صافی روی بالن ژوژه آب جوشیده شده را، به بالن ژوژه منتقل می کنیم . هم چنین ، برای جبران آب تبخیر شده ، مقداری آب مقطر به بالن اضافه می کنیم ، تا حجم آب درون بالن، به ۱۰۰ میلی لیتر برسد. سپس برای یکنواخت شدن محلول ، بالن را تکان می دهیم. سپس به وسیله ی پی پی ت، ۲۵ میلی لیتر از آب را در ارلن می ریزیم و سپس ۱ قطره بافر (pH = ۱۰) اضافه می کنیم. سپس ۱ قطره از معرف اریوکروم بلک تی به آن اضافه می کنیم. سپس EDTA ۰,۰۱ مولار را در بورت می ریزیم، و مانند مرحله ی قبل تیتراسیون را انجام می دهیم.

## محاسبات :

تعیین سختی کل:

$$V_{EDTA} = 11 \text{ cc} \quad \leftarrow \quad 11 \text{ mg CaCO}_3 \text{ در آب وجود دارد.}$$

پس در ۱ لیتر آب  $11 * 40 = 440 \text{ mg/lit CaCO}_3$  وجود دارد .

$$\text{ppm} = \frac{440}{1 * 10^6 - 440} * 10^6 = 440 \text{ ppm CaCO}_3$$

$$\frac{440}{50} = 8.8 \text{ meq/lit}$$

تعیین سختی دائم :

$$V_{EDTA} = 8 \text{ cc} \quad \leftarrow \quad 8 \text{ mg CaCO}_3 \text{ در آب وجود دارد.}$$

پس در ۱ لیتر آب  $8 * 40 = 320 \text{ mg/lit CaCO}_3$  وجود دارد .

$$\text{ppm} = \frac{320}{1 * 10^6 - 320} * 10^6 = 320 \text{ ppm CaCO}_3$$

$$\frac{320}{50} = 6.4 \text{ meq/lit}$$

$$\text{سختی کل} = \text{سختی دائم} + \text{سختی موقت} \quad \leftarrow \quad 440 - 320 = 120 \text{ mg/lit CaCO}_3 = \text{سختی موقت}$$

$$440 - 320 = 120 \text{ ppm CaCO}_3$$

$$8.8 - 6.4 = 2.4 \text{ meq/lit}$$

## آزمایش شماره ۵

نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:

استاد: همکار:

گروه: تاریخ آزمایش:

### عنوان آزمایش: تعیین اکی والان فلز

هدف آزمایش: بدست آوردن اکی والان فلز و نام فلز

وسایل مورد نیاز: قطره چکان شیشه ای - ارلن مایر 250cc - استوانه مدرج 250cc - طشتک شیشه ای - لوله

شیشه ای - شلنگ پلاستیکی

مواد مورد نیاز: فلز مجهول - اسید کلردریک 6N

### تئوری آزمایش

وزن اکی والان ( هم ارز ) نشانگر مقدار معینی از جسم است که با مقدار معینی از جسم دیگر جابجا یا وارد واکنش می شود یا به عبارتی دیگر یک هم ارز از یک واکنش دهنده دقیقاً با یک هم ارز از یک واکنش دهنده دیگر واکنش می دهد. مقدار اکی والان یک عنصر از روی واکنش آن عنصر با ( ۸ گرم ) اکسیژن تعیین می شود از این رو اکی والان هیدروژن برابر ۱/۰۰۸ گرم ، روی ۳۲/۷ گرم و کلسیم ۲۰ گرم است . هر کدام از وزنهای فلزات بالا را می توان با آزمایش عملاً تعیین کرد انجام آزمایش بر اساس اکسیژن کمی دشوار است ولی می توان هیدروژن ( ۱/۰۰۸ ) را به عنوان مبنا قرار داد و وزن اکی والان یک فلز را محاسبه کرد .

برای این کار کافی است که فلز مورد نظر را در اسید کلریدریک حل کرده و گاز هیدروژن را جمع آوری کرد ضمن اینکه

می دانیم یک مول گاز در شرایط استاندارد ۲۲/۴ لیتر حجم دارد . وزن اکی والان یم فلز را می توان از روی فرمول یکی ترکیب های دوتایی آن بدست آورد . در این صورت اگر وزن اتمی عنصر به عدد اکسیداسیون آن عنصر تقسیم شود وزن اکی والان گرم عنصر بدست می آید . برای نمونه در  $Al_2O_3$  وزن اکی والان آلومینیوم از تقسیم ۲۷ بر ۳ بدست می آید .

وزن اکی والان = وزن اتمی / عدد اکسیداسیون

$$E_{Al} = \frac{27}{3} = 9$$

## شرح آزمایش

یک قطعه لوله شیشه ای توخالی برداشته و وسط آن را روی شعله می جرخانیم تا گرم شود . سپس از دو طرف کشیده تا از هم جدا شوند و یکی از دوتیکه را انتخاب کرده و با سوهان کوتاه می کنیم . حتما باید انتهای لوله بسته باشد.

حالا این قطعه لوله را با دقت 0/1mg وزن می کنیم . سپس حدود 0/1 mg از فلز را در لوله می ریزیم و با هم وزن می کنیم .

در حدود 25cc اسید کلریدریک 6N را در ارلن می ریزیم . استوانه مدرج را پر آب کرده و آن را در طشتکی که تا نیمه از آب پر شده کی گذاریم و باید سع شود که هنگام وارونه کردن استوانه در آن حبابی قرار نگیرد . استوانه را با گیره به پایه بورت محکم می کنیم .

حالا ظرف شیشه ای را در ارلن می اندازیم و درب آن را طوری که با یک شیلنگ که یک سر آن به در ارلن و سر دیگر آن در استوانه مدرج در آب قرار می گیرد می بندیم . و تا زمانی که واکنش ادامه دارد ارلن را تکان می دهیم . حجم گاز هیدروژن در استوانه مدرج را اندازه گرفته و برای بدست اکی والان فلز از آن استفاده می کنیم . فقط باید دقت کرد که فشار بخار آب و ارتفاع آب را در محاسبات لحاظ کنیم .

محاسبات

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}$$

$$P_0 = 760 \text{ mmHg}$$

$$T_0 = 273$$

$$V_0 = ?$$

$$T = 273 + t_{\text{lab}}$$

فشار بخار آب - فشار ستون آب - P = 666 mmHg

$$V = 124$$

$$120 \text{ mmH}_2\text{O} / 13.6 = 8.9 \text{ mmHg}$$

←

ارتفاع آب = 120 میلیمتر

$$\frac{760 \times V_0}{273} = \frac{637.3 \times 124}{295} \Rightarrow V_0 = 96.22 \text{ cc}$$

$$? \quad 11200 \text{ cc H}_2$$

$$\rightarrow ? = 11.63 \text{ g} = 11.63 \text{ e}$$

$$\cdot / \text{g} \quad 96.22 \text{ cc H}_2$$

۰/۹۹	وزن شیشه
۱/۰۹	وزن شیشه با نمونه
۰/۱	وزن جسم
۲۲	درجه حرارت آزمایشگاه
۱۹/۸	فشار بخار آب
۱۲۴	حجم هیدروژن زیر استوانه
۱۱۵/۴۷	حجم هیدروژن در شرایط متعارفی



نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:

استاد: همکار:

گروه: تاریخ آزمایش:

**عنوان آزمایش:** تعیین جرم مولکولی مایعات فرار و گازها

**هدف آزمایش:** به دست آوردن جرم مولکولی مایعات فرار و گازها ( به کمک قانون آووگادرو).

**وسایل مورد نیاز:** بشر ۱ لیتری ، ارلن مایر، دماسنج ، استوانه ی مدرج ، شیشه ی ساعت ، سنگ جوش ، کش ، ورقه

ی آلومینیم ، ترازوی دقیق ، انبر.

**مواد مورد نیاز:** ماده ی مجهول ، اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال.

## تئوری آزمایش

طبق قانون آووگادرو، هر حجم خاص از گاز در شرایط مشخص یک مقدار ثابتی (مول)، از آن گاز را داراست. به عبارت دیگر در شرایط STP، (فشار 760 mmHg و دمای صفر سیلیسیوس)، هر مول گاز ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. طبق این قانون اگر حجم گاز را در شرایط دیگر داشته باشیم، با کمک معادله حالت گازها می توان حجم در شرایط STP را یافته وبا داشتن جرم کل ماده، جرم در شرایط STP را خواهیم یافت، و این جرم همان جرم مولکولی است. در طی این آزمایش به کمک این قوانین و روابط جرم مولکولی یک مایع فرار را بدست می آوریم.

## شرح آزمایش

ابتدا ۱/۴ حجم بشر را پر از آب کرده ، سپس آنرا در معرض حرارت قرار می دهیم، تا آب داخل آن به جوش آید ( دما = ۹۵). سپس ارلن ، کش و فویل را با هم وزن می کنیم (۳۱،۸۸ گرم). مایع مجهول را در ارلن می ریزیم و کش و فویل را

روی آن قرار می دهیم. سوراخ کوچکی در ورقه ی آلومینیم ایجاد کرده و آن را روی بشر قرار می دهیم. در مایع جوش آب تمام مایع فرار بخار شود. بعد ارلن را با انبر برداشته ، آن را وزن می کنیم (۳۲,۲۴ گرم).  
 از تفاضل این دو توزین وزن بخار مایع فرار به دست آمده وبا استفاده از قانون آووگادرو و انجام محاسبات جرم مولکولی مایع فرار بدست می آید .

## محاسبات

$$T_{H_2O} = 96\text{ C}$$

$$m_1 = 31,88\text{ gr} \text{ ( وزن ارلن + ورقه ی آلومینیمی + کش )}$$

$$m_2 = 32,24\text{ gr} \text{ ( وزن ارلن + فویل + کش + بخار ماده ی فرار )}$$

$$m = m_2 - m_1 = 0,33\text{ gr} \text{ ( جرم بخار ماده ی فرار )}$$

$$P_0 = 760\text{ mmHg} \quad T_0 = 273\text{ k} \text{ ( شرایط STP )}$$

(حجم بخار مایع مجهول که با استفاده از اندازه گیری حجم آبی که در ارلن قرار می گیرد به دست آمد .)  $V = 65,5\text{ cc}$

$$P = 666\text{ mmHg} \text{ ( فشار آز مایشگاه )}$$

$$\frac{P_0 \times V_0}{T_0} = \frac{P_1 \times V_1}{T_1} \quad \frac{760 \times V_0}{273} = \frac{666 \times 65.5}{273+96} \quad V_0 = 42.46\text{ cc} = \text{(حجم بخار STP)}$$

$$n = \frac{V_0}{22400\text{cc}} = \frac{42.46\text{ cc}}{22400\text{cc}} = 0.001895\text{ mol} \text{ ( طبق قانون آواگادرو )}$$

$$M = m/n = \frac{0.33\text{gr}}{0.001895} = 174.14\text{ gr}$$

$$M = 174.14\text{ gr} \text{ ( جرم مولکولی ماده ی فرار )}$$

نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:

استاد: همکار:

گروه: تاریخ آزمایش:

### عنوان آزمایش: تعادل های شیمیایی

**هدف آزمایش:** به دست آوردن ثابت واکنش محلول آهن ۳ با تیوسیانات سدیم

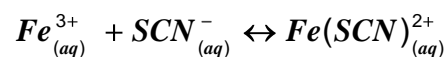
**وسایل و مواد مورد نیاز:** لوله آزمایش کوچک (۶ عدد)، استوانه مدرج ۲۵ سی سی، بشر کوچک، پیپت، خط کش،

محلول ۰/۰۰۲ مولار NaSCN، محلول ۰/۲ مولار  $Fe(NO_3)_3$

### تئوری آزمایش

رنگ قرمزی که از مخلوط کردن محلول آبی نمک های آهن  $Fe^{3+}$  و یون تیوسیانات به دست می آید، زائیده کمپلکسی

به فرمول کلی  $[Fe(SCN)_n]^{(3-n)+}$  می باشد که در آن n می تواند اعداد صحیح ۱ تا ۶ را داشته باشد.



عبارت ثابت تعادل برای عبارت فوق به صورت زیر می باشد:

$$K = \frac{[Fe(SCN)^{2+}]}{[Fe^{3+}][SCN^{-}]}$$

برای به دست آوردن غلظت محلول مجهول از محلولی که غلظتش مشخص است استفاده می کنیم که "شاهد" نام دارد

و از فرمول زیر استفاده می کنیم:

**ارتفاع شاهد \* غلظت شاهد = ارتفاع مجهول \* غلظت مجهول**

## شرح آزمایش

ابتدا با پیت ۵ سی در هر ۶ لوله آزمایش موجود، ۵ سی سی تیوسیانات سدیم می ریزیم. سپس ۵ سی سی محلول آهن در لوله شماره ۱ می ریزیم. (این لوله شاهد ما خواهد بود) با پیت ۱۰ سی سی محلول آهن در داخل یکی از استوانه های مدرج می ریزیم و حجم آن را به ۲۵ سی سی می رسانیم و محلول را یکنواخت می کنیم. از این محلول، ۵ سی سی در لوله شماره ۲ می ریزیم و ۱۰ سی سی در استوانه مدرج دیگر می ریزیم و باقیمانده را دور می ریزیم. مجدداً حجم محلول را به ۲۵ سی سی می رسانیم و همانند مرحله اول ۵ سی سی در لوله بعدی و ۱۰ سی سی در استوانه مدرج دیگر می ریزیم و این کار را تا لوله آزمایش ششم ادامه می دهیم. داریم:

	لوله ۲	لوله ۳	لوله ۴	لوله ۵	لوله ۶
ارتفاع مایع	۷,۶	۷,۸	۷,۶	۷,۳	۷,۱
لوله ۱ (شاهد)	۶,۹	۶,۳	۵,۳	۲,۸	۱

مماسه غلظت  $Fe^{3+}$ :

لوله آزمایش اول : 0.2 M

لوله آزمایش دوم : 0.2 M      1 lit

x      0.01 lit

$$\Rightarrow x = 0.002 \text{ M} \Rightarrow M = 0.002/0.025 = 0.08$$

لوله آزمایش سوم : 0.08 M      1 lit

x      0.01 lit

$$\Rightarrow x = 0.08 * 10^{-2} \Rightarrow M = x/0.025 = 0.032$$

لوله آزمایش چهارم : 0.032 M      1 lit

x      0.01 lit

$$\Rightarrow x = 0.032 * 10^{-2} \Rightarrow M = x/0.025 = 0.0128$$

لوله آزمایش پنجم : 0.0128 M 1 lit

x 0.01 lit

$$*10^{-4} \Rightarrow x = 1.28 \quad *10^{-3} \Rightarrow M = x/0.025 = 5.12$$

لوله آزمایش ششم : 0.00512 M 1 lit

x 0.01 lit

$$*10^{-3} \Rightarrow M = x/0.025 = 2.048 * 10^{-5} \Rightarrow x = 5.12$$

$$C_{m1} \times h_1 = C_{mx} \times h_2$$

$C_{m2}$	$C_{m3}$	$C_{m4}$	$C_{m5}$	$C_{m6}$
$(0.001 \times 6.9) / 7.6 =$ $9 \times 10^{-4} M$	$(0.001 \times 6.3) / 7.8 =$ $8 \times 10^{-4} M$	$(0.001 \times 5.3) / 7.6 =$ $7 \times 10^{-4} M$	$(0.001 \times 2.8) / 7.3 =$ $4 \times 10^{-4} M$	$(0.001 \times 1) / 7.1 =$ $1 \times 10^{-4} M$

K	$C_{mx}$ [Fe(SCN)] <sup>+2</sup> (M)	ثانویه [SCN] <sup>-</sup> (M)	ثانویه [Fe <sup>+3</sup> ] (M)	اولیه [SCN] <sup>-</sup> (M)	اولیه [Fe <sup>+3</sup> ] (M)	شماره لوله
بینهایت	0.001	0	0.999	0.001	0.1	۱
۲۳۰,۱	$9 \times 10^{-4}$	0.0001	0.0391	0.001	0.04	۲
۲۶۳,۱۵	$8 \times 10^{-4}$	0.0002	0.0152	0.001	0.016	۳
۲۵۸,۶۲	$7 \times 10^{-4}$	0.0003	0.0057	0.001	0.0064	۴
۳۰۸,۶۴	$4 \times 10^{-4}$	0.0006	0.0021	0.001	0.0025	۵
۳۰۳,۳۹	$2 \times 10^{-4}$	0.0008	0.0008	0.001	0.0010	۶

$$K_{avr} = 272.78$$

## نتیجه آزمایش:

همانطور که مشاهده می شود ثابت های محاسبه شده سرای لوله های ۳ و ۴ خیلی به هم نزدیک هستند. و به نظر

می رسد که از بقیه اعداد به دست آمده قابل اعتمادترند و ثابت های لوله های اول و آخر، با بقیه اعداد اختلاف فاحش

دارند.

## آزمایش شماره ۸

نام و نام خانوادگی: شماره دانشجویی:

استاد: همکار:

گروه: تاریخ آزمایش:

نام آزمایش: سرعت واکنش های شیمیایی

هدف آزمایش: اندازه گیری سرعت انجام یک واکنش شیمیایی

وسایل مورد نیاز: کرومومتر، یک پیپت ۵ میلی لیتر، یک پیپت ۱۰ میلی لیتر، یک پیپت ۲۰ میلی لیتر، یک بشر ۲۵۰ میلی لیتر، ارلن مایر ۱۵۰ میلی لیتر، در پوش مناسب، بورت ۵۰ میلی لیتر، قیف جدا کننده، دو قطعه شیلنگ مناسب.

مواد مورد نیاز: محلول  $H_2O_2$  ۱M، محلول KI ۰.۱M، آب مقطر.

## تئوری آزمایش

سرعت یک واکنش عبارت است از تعداد مول های مصرف [تولید] شده ی واکنش دهنده ها یا تولید شده ی [فراورده ها] در واحد زمان در واحد حجم.

سرعت واکنش به غلظت واکنش دهنده ها و دما بستگی دارد و یک مدل رایج برای بیان آن رابطه توانی ذیل میباشد.

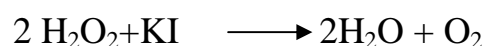
$$r = -d[A]/d[t] = K[A]^m[B]^n$$

که در آن A و B مواد واکنش دهنده هستند و K ثابت سرعت که در بر گیرنده ی عامل دما نیز هست.

برای بدست آوردن سرعت واکنش در هر غلظت باید ثابتهای k و n و m محاسبه شوند.

این کار در آزمایشگاه برای غلظت های مختلف r را می یابیم، که r شیب منحنی غلظت با دما است.

در این آزمایش واکنش مقابل



انجام I نقش کاتالیزور را دارد. این آزمایش در فاز مایع شروع شده و با تولید اکسیژن گاز در سیستم ایجاد می شود. ولذا با تغییر حجم همراه است. از آنجا که حجم ایجاد شده، متناسب با اکسیژن تولیدی است، پس با اندازه گیری تغییر حجم، می توان پیشرفت واکنش را کنترل نمود.

### شرح آزمایش

شماره ی آزمایش	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1M	KI 0.1M	H <sub>2</sub> O	دمای آزمایش
۱	۵	۱۰	۱۵	۲۳ °C
۲	۵	۱۰	۱۵	۴۵ °C
۳	۱۰	۱۰	۱۰	۲۳ °C
۴	۵	۲۰	۵	۲۳ °C

فرق آزمایش ۱ و ۲ در دمای انجام واکنش است. واکنش ۲ در دمای ۴۵ °C انجام می شود. و بقیه آزمایش ها در دمای آزمایشگاه انجام می شود.

برای مخلوط شماره ی ۱، ابتدا ۱۰CC محلول ۰,۱M KI را درون استوانه ی مدرج ۲۵CC می ریزیم سپس ۵ میلی لیتر H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> را درون استوانه مدرج ۱۰CC می ریزیم و بعد آن را زیر بورت می گیریم و آب مقطر ۱۵CC می ریزیم و سپس مخلوط H<sub>2</sub>O و H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> را درون ارلن کوچک می ریزیم و سپس محلول ۰,۱M KI را هم وارد ارلن می کنیم و به سرعت در پوشی را که از یک سو به ارلن و از طرف دیگر به لوله ی بورت وصل شده است را، روی بورت می گذاریم. سپس، شروع به تکان دادن ارلن می کنیم و گاز اکسیژن آزاد شده از طریق لوله وارد لوله ای که پر از آب شده است می شود و آب را از آن خارج می کند ۱CC به ۱CC که گاز اکسیژن وارد می شود زمان را اندازه می گیریم و در جدولی این زمانها را یادداشت می کنیم این کارها را به طور مشابه برای مخلوطهای ۴ و ۳ هم انجام می دهیم ولی واکنش ۲ باید در دمای 45<sup>0C</sup> انجام شود باید این واکنش را در حمام آب گرم انجام دهیم برای این کار بشر را تا  $\frac{3}{4}$  از آب پر می کنیم و می گذاریم



روی شعله و دماسنج را هم در داخل این بشر قرار می دهیم و تا زمانی که دما به حدود  $45^{\circ}\text{C}$  رسید شعله را بیرون می کشیم و بعد از آنکه مخلوطها را به داخل ارلن منتقل کردیم ارلن را درون حمام آب کرم برده و شروع به تکان دادن آن می کنیم و باز هم  $1\text{CC}$  به  $1\text{CC}$  زمان را یادداشت می کنیم.

VO <sub>2</sub>	محلول T ۱	VO <sub>2</sub>	محلول T ۲
۲	۱۶	۱	۵
۳	۲۷	۲	۸
۴	۴۰	۴	۱۵
۵	۵۳	۵	۲۰
۶	۶۲	۶	۲۴
۷	۷۵	۸	۳۰
۸	۸۵		
۹	۹۵		
۱۰	۱۰۵		

VO <sub>2</sub>	محلول T ۳	VO <sub>2</sub>	محلول T ۴
1	۵	۲	۸
۲	۱۰	۳	۱۴
۳	۲۰	۴	۱۹
۴	۲۵	۵	۲۲
۵	۳۳	۶	۲۵
۶	۳۷	۷	۳۰
۷	۴۲	۸	۳۳
۸	۴۷	۹	۳۵
۹	۵۲	۱۰	۳۹
۱۰	۵۷	۱۲	۴۳
۱۱	۶۲	۱۴	۴۷
۱۲	۶۷	۱۶	۵۲
۱۳	۷۰	۱۸	۵۷
		۲۰	۶۰
		۲۲	۶۵
		۲۴	۷۰
		۲۶	۷۵

سرعت واکنش اول (  $\text{Cm}^3/\text{s}$  ) 0.095 است.

سرعت واکنش دوم (  $\text{Cm}^3/\text{s}$  ) 0.276 است.

سرعت واکنش سوم (  $\text{Cm}^3/\text{s}$  ) 0.201 است.

سرعت واکنش چهارم (  $\text{Cm}^3/\text{s}$  ) 0.366 است.

سرعت ۴ واکنش با هم فرق دارد؛ ولی، از آنجایی که مقدار  $K$ ، فقط به دما بستگی دارد، پس می بایست که  $K$  متساوی باشد. واکنش تقریباً با هم برابر، ولی در واکنش دوم با بقیه برابر نیست.

اگر  $H_2O_2 = a$  و  $KI = b$  باشد معادله ی سرعت واکنشها به صورت زیر خواهد بود.

$$[a] = \frac{5 \times 1}{15 + 5 + 10} = \frac{1}{6} M$$

$$[b] = \frac{0.1 \times 10}{15 + 5 + 10} = \frac{1}{30} M$$

$$R_1 = K_1 [a]^m [b]^n$$

$$R_2 = K_2 [a]^m [b]^n$$

$$R_3 = K_3 [2a]^m [b]^n$$

$$R_4 = K_4 [a]^m [2b]^n$$

از تقسیم  $\frac{R_1}{R_3}$ ، می توان مقدار  $m$  را بدست آورد و از تقسیم  $\frac{R_1}{R_4}$  می توان مقدار  $n$  را بدست آورد.

$$m = 1.083 \quad n = 1.948$$

حال اگر مقادیر  $m$  و  $n$  و  $a$  و  $b$  را در روابط سرعت قرار دهیم، می توانیم مقدار  $K$  ها را بدست آوریم.

$K_1 = 659.7$  با جایگذاری مقادیر  $a, b, n, m$  در  $R_1$ ، داریم:

$K_2 = 1916.6$  با جایگذاری مقادیر  $a, b, n, m$  در  $R_2$ ، داریم:

$K_3 = 661.1$  با جایگذاری مقادیر  $a, b, n, m$  در  $R_3$ ، داریم:

$K_4 = 508.3$  با جایگذاری مقادیر  $a, b, n, m$  در  $R_4$ ، داریم:

که این مقادیر نشان می دهد، با توجه به خطاهای آزمایش، مقدار ثابت تعادل یک واکنش، شیمیایی فقط به دمای انجام آن

واکنش بستگی دارد و در سه واکنش با دمای آزمایشگاه یکسان است.

(نمودارهای زیر حجم اکسیژن آزاد شده بر حسب زمان را نشان می دهد.)

