

# جزوه شیمی تجزیه 1

---

رشته شیمی

استاد: دکتر عربپور

دانشگاه: تهران

کیفیت جزوه : خوب

تعداد صفحات: 171

1jzve.ir

Subject:

Year:

Month:

Date:

( )

فصل اول: مقدمه

شش چیزیه شامل جاساز، شناسایی دقیق مقدار نسبی اجزا و مجرد در یک نمونه

تجزیه کیفی: شناسایی ماهیت یا نوع گونه را بر عهده دارد

تجزیه کمی: شامل تعیین مقدار نسبی یک یا چند جزء در یک نمونه است

آنالیت: گونه ای که می خواهیم مقدارش را مشخص کنیم

نتایج تجزیه کمی هر دو اندازه گیری دست آمده باید:

۱- اندازه گیری وزن یا حجم نمونه تجزیه شده ۲- اندازه گیری کمی که با مقدار آنالیت

نمونه متناسب است.

روشهای اندازه گیری کمی: الف) وزن سنجی: جرم آنالیت یا بعضی از ترکیبات آن

ب) حجم سنجی: حجم محلول و آنالیز مورد نیاز برابر و آنالیز کامل با آنالیت

ج) تجزیه القوی (د) اسپکترومتری از دو برهم کنش تابش با آنالیت

مثل جاساز بر رنگ و کم رنگ

Subject \_\_\_\_\_  
Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ ( )

1 انتخاب روش 2 تعیین نمونه فرایند 3 نمونه برداری Sampling

4 تعیین نمونه آزمایشگاهی 5 تجزیه نمونه ها تکرار 6 حل نمونه ها در حلال مناسب

7 جداسازی مواد مزاحم 8 اندازه گیری خصوصیات آنالیت

9 محاسبه نتایج 10 برآورد اعتبار

عوامل موثر در انتخاب روش: 1 وقت 2 تعداد نمونه ها 3 هزینه و وقت

4 مقدار نمونه 5 تعداد اجزایی که باید در یک نمونه تعیین شوند

(حساسیت) 2 Sensitivity (بامخ بسند) 4 S: 1 selectivity

3 speed 4 \$

نمونه های باید نماینده ترکیب در حد یک گونه باشند در کل ترکیب نمونه باشد

\* حلال باید تمام نمونه (نه فقط آنالیت) را در خود حل کند در هر شرایط

روش هایی که فقط یک گونه بامخ می دهند روش های ویژه می گویند

آبی → چپ نشانه + <sup>نشانه در</sup> چپ نشانه فقط باید بزرگ آبی می آید

دسولفیزر  $Ni^{2+}$  DMG  $Ni^{2+}$  در مینل کمر السیم

Subject:

Year. Month. Date. ( )

روش های بارش های که به نوبت چند جز یا نسخی دهند روش های انتخابی گویند  
 مواد که به جز آنالیت به روش مورد نظر پاسخ دهند مواد مزاحم گویند (در اندازه گیری تاثیر می گذارند)  
 مرحله کالیبراسیون (درجه بندی) : جز ۱ روش «وزن سنتزی» در کالیبراسیون روش ها

این مرحله را دارند. کفیت نیز به  $\alpha$  غلظت آنالیت  $C_A$

رابطه بین  $C_A$  و  $\alpha$  را کالیبراسیون است  $C_A = k\alpha$   $k$  را در این مرحله مشخص

می کنیم این کار را با استفاده از استانداردهای شیمیایی انجام می دهیم

تجزیه کنی : 1. روش تجزیه کلاسیک 2. روش های دستگاهی

در روش های تجزیه کلاسیک جز تر از حد هیچ وسیله الکتریکی به کار نمی رود

فصل دوم : خطاها در تجزیه شیمیایی

میانگین : مجموع تمام داده تقسیم تعداد کل اندازه گیری ها  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$

میانگین : مقدار وسطی مجموعی از داده ها که در ترتیب صعودی یا نزولی مرتب شده باشند

اگر زوج باشد بین دو عدد وسطی را میانگین می گیریم

مدت نتیجه گیری بیشتر تکرار شود

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مقدار و نیز یک مجموعه از اندازه گیری ها با استفاده از میانگین و میان در حد بدست می آید

دقت : (precision) : نزدیک بودن ۲ یا چند اندازه گیری را که در شرایط یکسان اندازه گیری شده اند نشان می دهد یا میزان توافق بین ۷ اندازه گیری شده را نشان می دهد

\* معیارها را بیان دقت: ۱. انحراف استاندارد (S) واریانس (V) انحراف استاندارد نسبی (RDS)

دامنه یا گام (w) انحراف میانگین ( $\bar{x}$ )

انحراف استاندارد: واحد انحراف استاندارد با واحد نتیجه گزارش شده یک است

\* حسن واریانس: جمع پذیر است در انحراف استاندارد نیست

\* شن انحراف استاندارد نسبی جزئی تر و دقت بالاتر است. دامنه سریع بدست می آید

انحراف استاندارد نمونه (S). زمانی که تعداد داده ها کم باشد استفاده می کنیم

$$* S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}}$$

$x_i - \bar{x}$  = انحراف نتیجه نام از میانگین

\* واریانس مجذور انحراف استاندارد است

C.V. =  $\frac{S}{\bar{x}} \times 100$  درصد \* یا صورت ppt بیان می شود

**PAPCO**

$$\frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

Subject.

Year. Month. Date. ( )

دامنه و تفاوت بین بزرگترین و کوچکترین نتیجه

$$* \bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N}$$

انزاف میانگین ←

صحت و میزان توافق بین نتیجه تجربی و مقدار واقعی را نشان می دهد

$\bar{x} - x_t$ مقدار واقعی خطا مطلق	$1, n, l, H, C, m$	با سود از تیری کنیم	A	$\vdots$	دقت و صحت بالا
			B	$\vdots$	صحت بالا دقت کم چون بزرگتر اند
			C	$\vdots$	دقت بالا صحت پایین
			D	$\vdots$	دقت و صحت پایین
				$\vdots$	$V = 1, n, l$ معیار واقعی

خطاها یا منفی یا مثبت هستند - صحت با خطا سنجیده می شود

$$\frac{x_i - x_t}{x_t} \times 100 \rightarrow \text{درصد خطا نسبی} \quad \frac{x_i - x_t}{x_t} \rightarrow \text{مقدار گزارش شده}$$

دقت را با تکرار بدست می آوریم در صحت را نمی توانیم - مقدار صحت با آنالیز نمونه ها را استاندارد شخص می شود

\* انواع خطاها در تجزیه شیمیایی: ۱ خطا بزرگ ۲ خطاها معین یا سیستماتیک

۳ خطا نامعین یا تصادفی \* خطاها معین منبع مشخص دارند این خطاها

یک سوبه هستند یعنی یا مثبت اند و یا منفی در صحت نتایج تأثیری ندارند

Subject:

Year. Month. Date. ( )

منابع این عبارتند از: خطاهای دستگاهی ← فرای دستگاه 2 خطاهای روش

← ناشی از فعل و انفعالات شیمیایی یا فیزیکی غیر ایده آل 3 خطاهای شخصی

← مربوط به بی دقتی در توجیه و پیش داوری و تعبیر بی هو مورد و محدودیت‌های فزنی شخص

شاهد کلیه اجزای نمونه زیر انالیت

خطاهای اتفاقی: منبع مشخص ندارند، در این خطاها تعداد زیاد متغیر که قابل کنترل

نیست وجود دارد.

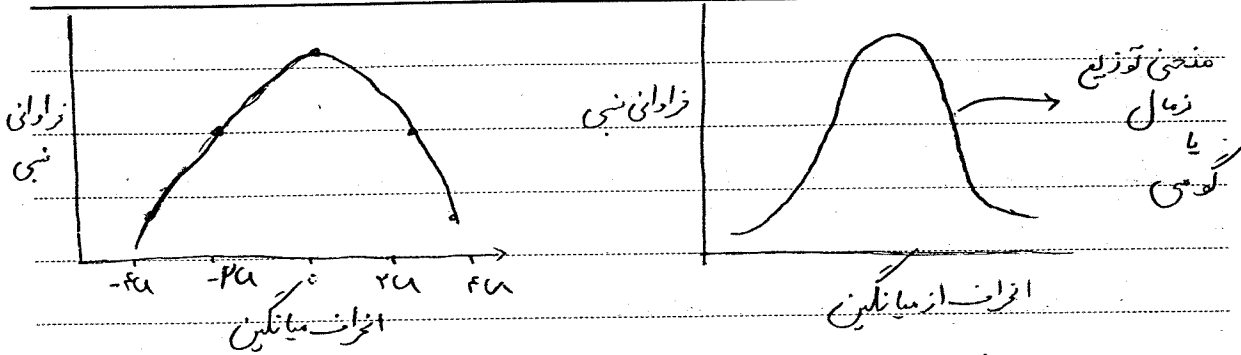
اگر 4 تا خطا را بکار داشته باشیم، 4 تا خطا را ترکیب کنیم تا نتیجه را ببینیم

ترکیب عمده اطمینان	مقدار خطا نامعین	تعداد حالات	زاوایی نسبی
$+u_1 + u_2 + u_3 + u_4$	$+4u$	1	$\frac{1}{16} = 1/16$
$-u_1 + u_2 + u_3 + u_4$	$+2u$	4	$\frac{4}{16} = 1/4$
$-u_1 - u_2 + u_3 + u_4$	0	6	$\frac{6}{16} = 3/8$
$-u_4$			
$-u_1 + u_2 - u_3 + u_4$	$-2u$	4	$\frac{4}{16} = 1/4$
$-u_1 - u_2 - u_3 + u_4$	$-4u$	1	$\frac{1}{16} = 1/16$

۴

Subject:

Year. Month. Date. ( )



\*  $y = a + b - C$  انحراف استاندارد نتایج گزارش شده: 1 جمع و تفریق

$\swarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   
 $S_y$ ?  $S_a$   $S_b$   $S_c$

\*  $(S_y)^2 = (S_a)^2 + (S_b)^2 + (S_c)^2$

$S_y^2 = (1/2)^2 + (1/5)^2 + (1/5)^2 \Rightarrow S_y = \pm 1/6 \Leftrightarrow 2/6 \pm S_y = y = 1/8 (\pm 1/2) + 4/1 (\pm 1/2) - 1/17 (\pm 1/5)$

\*  $(\frac{S_y}{y})^2 = (\frac{S_a}{a})^2 + (\frac{S_b}{b})^2 + (\frac{S_c}{c})^2$  \*  $y = \frac{a \times b}{c}$  2 ضرب و تقسیم

مثال  $y = \frac{4/1 (\pm 1/2) \times 1/5 (\pm 1/5)}{1/17 (\pm 1/5)} = 1/10 \times 1/5 (\pm S_y) \Rightarrow (\frac{S_y}{y})^2 = (\frac{1/2}{4})^2 + (\frac{1/5}{1/5})^2 + (\frac{1/5}{1/17})^2$

$\frac{S_y}{y} = \pm 1/289 \Rightarrow S_y = 1/289 \times 1/10 \times 1/5 \Rightarrow S_y = \pm 1/1445$

3 چهار عمل با هم باشند  $y = (a-b) \times C$   $\Rightarrow (S_y)^2 = (S_a)^2 + (S_b)^2$   
 $y = \frac{(a-b) \times C}{(d+e) \times f}$   $\Rightarrow y_1 = (a-b)$   $\Rightarrow y_1 (\pm S_{y_1})$   
 $y = \frac{y_1 (\pm S_{y_1}) \times C (\pm S_c)}{y_r (\pm S_{y_r}) \times f (\pm S_f)}$

4 توابع نمایی. فرض می‌کنیم در  $x$  عدم قطعیت وجود ندارد  
~~\*  $y = a^x$~~   
 \*  $\frac{S_y}{y} = x (\frac{S_a}{a})$



Subject:

Year.      Month.      Date.      ( )

$$\text{مثال) } S_V = ? \quad d \pm S_d = 2.10 \pm (0.2) \text{ cm} \quad V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow V = 0.12 \text{ cm}^3$$

$$\frac{S_V}{V} = \frac{3}{4} \pi \frac{S_d}{d} = 3 \times \frac{0.2}{2.10} = 0.286 \Rightarrow S_V = 0.286 \times 0.12 = 0.0343$$

$$V = 0.12 (\pm 0.1) \text{ cm}^3$$

حالت  $AgCl$        $K_{sp} = 4 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^- \quad K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] \Rightarrow K_{sp} = S^2 \Rightarrow S = (K_{sp})^{\frac{1}{2}}$$

$$y = a^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{S_S}{S} = \frac{1}{r} \quad \frac{S_{K_{sp}}}{K_{sp}} = \frac{1}{r} \times \frac{K_{sp} \cdot 10^{-n}}{K_{sp} \cdot 10^{-n}} = 0.5 \quad S_S = 0.5 \times 10^{-5}$$

$$S_y = 0.434 \frac{S_a}{a} \quad y = \log a \text{ (گاریتم داتی) گاریتم (توان)}$$

$$y = a \log a \Rightarrow \frac{S_y}{y} = 0.434 S_a$$

$$y = \log [2.10 \times 10^{-2}] = -0.678$$

$$\Rightarrow y = -0.678 + 0.04$$

$$S_y = 0.434 \times 0.2 \times 10^{-2} = 0.001736$$

تعیین کتبه توان

$$y = a \log [2.10 \times 10^{-2}] = 0.678 \times 10^{-2} \pm ?$$

$$\frac{S_y}{y} = 0.434 \times 0.2 = 0.0868 \Rightarrow S_y = 0.0868 \times 0.678 = 0.0588 \Rightarrow y = 0.678 (\pm 0.0588) \times 10^{-2}$$

\* تعیین کتبه توان عدم قطعیت ندارد و عدد بعد از ممیز است که عدم قطعیت را مشخص می کند



Subject:

Year. Month. Date. ( )

ضرب و تقسیم: در ضرب و تقسیم تعداد ارقام با معنی نتیجه باید برابر داده‌ها بر که کمترین تعداد

ارقام با معنی را دارد باشد. البته این دستور در بعضی مواقع مغرب خطای شود

$$\frac{25 \times 41.5}{100} = 10.375 \approx 10.4 \quad \text{خطا} \quad \frac{25 \times 41.5}{100} = 10.375 \approx 10.4 \quad \checkmark$$

در این مورد از عدم قطعیت نسبی هر عدد استفاده می‌کنیم  
 عدم قطعیت مطلق = عدم قطعیت نسبی × مقدار کمیت

$$\frac{1}{24} \text{ و } \frac{1}{4.2} \text{ و } \frac{1}{100} \text{ و } \frac{1}{41.5} \quad \left( \frac{1}{25} \right) \text{ بزرگترین} \quad \frac{1}{4.2} \text{ و } \frac{1}{100} \text{ و } \frac{1}{41.5}$$

$$10.4 \times \frac{1}{24} = 0.433 \approx 0.43 \quad \text{دقیق با معنی} \quad 10.4 \times \frac{1}{24} = 0.433 \approx 0.43 \quad \text{دقیق با معنی}$$

راه دوم: باید عدم قطعیت نسبی نتیجه بین ۲ تا ۳ برابر بزرگترین عدم قطعیت نسبی داده‌ها

$$\frac{1}{24} = 0.0417 \quad \text{بزرگترین عدم قطعیت} \quad \frac{1}{11.8} = 0.0093 \quad \text{عدم قطعیت نسبی} \Rightarrow 10.4$$

$$\frac{1}{24} = 0.0417 \quad \text{بزرگترین عدم قطعیت نسبی داده اولیه} \quad \frac{1}{11.8} = 0.0093 \quad \text{عدم قطعیت نسبی نتیجه}$$

تقریباً وزن کنید ۲۱۰۰.۲۲g از یک تونین نمونه ناخالص بتا سیم اسید فتالات

در هیدرولیز ۴.۰ ml (± ۰.۴) از تیر کشته کیدیم هیدرولیک از مولر معروف نماید

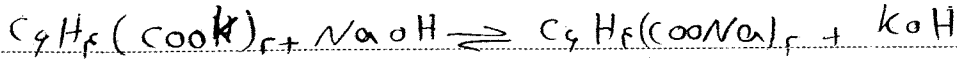
در هیدرولیز بتا سیم اسید فتالات موجود در نمونه را با مقدار ارقام با معنی صحیح گزارش کنید

$$\text{PAPCO} \quad \frac{1.42 \times 10^4 \times 76.0 (\pm 2)}{11.8} = 72000 \quad \text{عدم قطعیت نسبی} \quad \frac{1}{11.8} \text{ و } \frac{2}{76} \text{ و } \frac{1.4}{11.8}$$

$$\frac{1}{11.8} \text{ و } \frac{2}{76} \text{ و } \frac{1.4}{11.8} \quad \frac{d}{y} = d \quad 11 < \frac{d}{y} < 2 \quad y = 1.184 \times 10^4 \pm (0.1 \times 10^4) \quad y = 1.184 \times 10^4 \pm 1000$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$? \text{ g فنالت} = F_0 \text{ ml NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ ml NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol فنالت}}{2 \text{ mol NaOH}} \times \frac{2 \cdot F \cdot 128}{1 \text{ mol فنالت}}$$

اگر بار تو زین دارسیم داریمش  $S = +1/1 \Rightarrow V_m = V_{m1} + V_{m2} / 2$  با هم جمع می شود

است  $\log a = b \Rightarrow$  مقدار ارقام با معنی پس از اعشار برابر با تعداد عدد با معنی عدد اولی  $\Rightarrow \sqrt{(1/1)^2 + (1/1)^2} = \dots$

در  $\log 1/1 \dots 1/1 = -0.19779$  در  $\text{antilog } b = a$  تعداد ارقام با معنی تقسیم برابر باشد

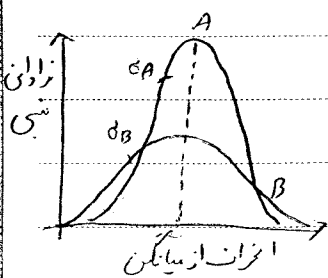
با تعداد ارقام پس از اعشار عدد اولی  $\text{antilog } (-0.19779) = 1/1 \dots 1/1 = 1/1 \dots$

$\text{antilog } (12/5) = 1/145 \times 10^{12} = 1.45 \times 10^{12}$

میانگین واقعی  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$   $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$  میانگین جمعیت :  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$   $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$  میانگین واقعی

انحراف استاندارد نمونه  $S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$   $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$  انحراف استاندارد جمعیت  $N \rightarrow \infty \Rightarrow S \rightarrow \sigma$

مجموع انحرافات = 0 اگر  $N = -a \Leftrightarrow N-1 = a$

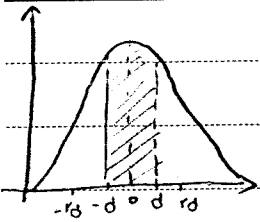


انحراف دسته A = انحراف دسته B

عدد ثابت  $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$   $x - \mu = \sigma \Rightarrow Z = 1$   $x - \mu = 2\sigma \Rightarrow Z = 2$

Subject: \_\_\_\_\_

Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )



خواص منفی گوسی: 1- نقطه مازیم منفی نشان دهنده مقدار میانگین است

2- انحراف ها + و - بطور متقارن حول مقدار میانگین توزیع شده اند

3- با افزایش بزرگ انحراف احتمال وقوع آن بطور نمایی کاهش می یابد انحراف ها کوچک

(بین  $\pm d$ ) احتمالشان زیادات و برعکس

4-  $68/3\%$  نتایج در فاصله  $\pm 1\sigma$  قرار دارند،  $95/10\%$  در فاصله  $\pm 2\sigma$  و  $99/7\%$  در فاصله  $\pm 3\sigma$

روش ها در دست یابی به  $d$ : 1- افزایش  $N$   $N > 20$   $s \rightarrow \sigma$

2- استفاده از  $S_{pooled}$  در زمان ها مختلف چندین آزمایش با یک روش انجام می دهیم بعد  $d$  (افزایش)

با هم جمع کنیم

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{j=1}^N (x_j - \bar{x}_2)^2 + \dots + \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x}_s)^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_s}}$$

تعداد گروه ها  $s$

$\bar{x}_1$  میانگین اندازه گیری 1 در روز 1  $N_1$  - تعداد اندازه گیری ها در روز 1

مثال: برابر مدت آمدن وقت یک روش رنگ منفی Day 1 (spoled A) / Day 2 / Day 3

1824	1682	1751
1810	1655	1702
1800	1661	1699
1805	1666	1724
$\bar{x}_A = 1845$		$\bar{x}_C = 1719$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\begin{array}{l}
 x_B \quad (x_B - \bar{x}_B)^2 \quad \sum (x_C - \bar{x}_C)^2 = 1,7308 \times 10^{-2} \\
 1.682 \quad 2,156 \times 10^{-4} \quad \sum (x_A - \bar{x}_A)^2 = 3,2108 \times 10^{-3} \\
 1.655 \quad 1,21 \times 10^{-4} \\
 1.661 \quad 2,15 \times 10^{-4} \Rightarrow S_{pooled} = \sqrt{\frac{3,2108 \times 10^{-3} + 4,102 \times 10^{-4} + 1,1738 \times 10^{-2}}{4+4+4-3}} \\
 \sum (x_B - \bar{x}_B)^2 = 4,102 \times 10^{-4} \\
 \Rightarrow S_{pooled} = 0.0259
 \end{array}$$

بعضی از کاربردهای آمار به تعیین فاصله حول میانگین یک مجموعه که انتظار داریم میانگین جمعیت در آن فاصله (عددده) قرار گیرد با احتمال معین 2 تعیین تعداد اندازه گیری‌هایی که لازم است انجام شود تا میانگین تجربی در یک فاصله از پیش تعیین شده حول میانگین جمعیت قرار گیرد

3 تعیین کردن در مورد رد یا نگه داشتن نتایج مشکوک 4 بار بررسی صحت اندازه گیری‌ها (آیا در نمونه اندازه گیری شده با هم اختلاف عمده‌ای در ترکیب دارند) 5 بررسی دقت در روش تعیین حد تشخیص

تعیین حدود اطمینان: فاصله حول  $\bar{x}$  را شخصی کند که احتمالاً در برگیرنده  $\mu$  است

$$\begin{array}{l}
 \bar{x} \pm z \sigma \quad \text{حدود اطمینان برابر } \mu \\
 z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{بار یک اندازه گیری} \\
 \text{زمانی کاربرد دارد که توزیع خوبی از داده داشته باشیم} \Rightarrow \bar{x} \pm \frac{z \sigma}{\sqrt{n}} = \text{حدود برابر چند اندازه گیری} \\
 \text{مثال یک روش برابر میزان آهن ابداع شده}
 \end{array}$$

30 تجربه 3 تا 5  $\leq \frac{z \sigma}{\sqrt{n}} \leq 2$   $S = 0.2$  فاصله اطمینان 95% را برابر **PAPCO**

Subject:

Year. Month. Date. ( )

نتیجه  $18.5 \mu\text{g Fe ml}^{-1}$  بدست آورید اگر (a) یک تجزیه یادت (b) میانگین چهار تجزیه یادت

\* مقدار 2 نقطه بنگل به سطح اطمینان دارد. در سطح اطمینان 95% مقدار  $Z = 1.96$  است

a)  $CI = \bar{x} \pm \frac{1.96 \times 2.14}{\sqrt{1}} = 18.5 \pm 4.17 \mu\text{g Fe ml}^{-1}$

$18.5 \pm 4.17$  — — —  $18.5 + 4.17$

حدود 4 بار اطمینان 95%

b)  $CI = \bar{x} \pm \frac{Z \sigma}{\sqrt{N}} = 18.5 \pm \frac{1.96 \times 2.14}{\sqrt{4}} = 18.5 \pm 2.14 \mu\text{g Fe ml}^{-1}$

تعیین حدود اطمینان زمانی که تقریب خوبی از  $\sigma$  نداریم: از جدول نتایج باید  $\sigma$  و  $S$  را محاسبه کنیم

بنا بر  $\bar{x} \pm \frac{t S}{\sqrt{N}}$

حدود اطمینان برابر 4

در مثال قبیل فرض کنیم حدود اطمینان 95%  $1.5 \mu\text{g Fe ml}^{-1}$  کاهش یابد مقدار  $N$  چقدر

است؟  $\bar{x} \pm \frac{Z \sigma}{\sqrt{N}} = 1.5$   $\Rightarrow N = 9.83 = 10$  /  $CI = 1.8 \pm 1.5$

$CI = \bar{x} \pm \frac{Z \sigma}{\sqrt{N}}$

\* مقدار احتیاج سطح اطمینان، هم تعداد درجات آزادی است  $(N-1)$

هر چه  $N \rightarrow \infty$  ، نگاه  $t \rightarrow Z$

درصد لینین

7.47

6.198

7.128

مثال) داده های زیر برابر درصد لینین در نمونه خره کش بدست آمد

نمونه اطمینان 90% برابر این 3 داده محاسبه کنید اگر (a) تنها اطلاعات راجع به دقت روش

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = 71243$$

وقت این سه داده است (b) پس  $S \rightarrow \sigma = 0.28\%$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0.247\% \text{ پس}$$

ت از جدول در سطح اطمینان 90% در برابر  
درجه آزادی (N-1)

$$a) t = 2.192 \quad CI = \bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{N}} = 71243 \pm \frac{2.192 \times 0.247}{\sqrt{3}} = 71243 \pm 0.42\% \text{ پس}$$

$$CI = \bar{x} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 7124 \pm \frac{1.64 \times 128}{\sqrt{3}} = 7124 \pm 0.26\%$$

\* رد داده ها مشکوک: روش های آماری برای بررسی داده ها مشکوک: آزمون Q

$$T_n \text{ آزمون 2} \quad L = 2.5074$$

در این روش نتایج مشکوک نتیجه مشکوک

$$Q_{exp} = \frac{|x_9 - x_n|}{W}$$

1 آزمون Q:  $Q_{crit}$  - سطح اطمینان در تعداد برای اندازه گیری داده ها

\*  $Q_{exp} > Q_{crit}$  نتیجه کنار گذاشتن شود،  $Q_{exp} < Q_{crit}$  نتیجه حفظی شود

$$T_{n,exp} = \frac{|x_9 - \bar{x}|}{s} \quad T_n \text{ آزمون 2 در رابطه با داده ها از نتیجه مشکوک هم استفاده کنیم}$$

$T_{n,exp} > T_{n,crit}$  نتیجه کنار گذاشتن شود،  $T_{n,exp} < T_{n,crit}$  نتیجه حفظی شود

سوال در سطح اطمینان 90% 0/1026, 0/1047, 0/1016, 0/1022, 0/1019

$$Q_{exp} = \frac{|0/1047 - 0/1026|}{0/1047 - 0/1016} = 0/677 \quad Q_{crit} = 0/642 \quad Q_{exp} > Q_{crit}$$

N=5  
90%

PAPCO

نتیجه حذفی شود



Subject \_\_\_\_\_  
 Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ ( )

اگر چند تا نتایج متوالی داشته باشیم به محض بلرزه داده یک تست  $Q$  می گیریم

\* خطای ثابت به مقدار نمونه بستگی ندارد و با افزایش نمونه  
 اتلاف کوچک  $\rightarrow$  متن کوچک  
 $1.0 \text{ mg} \rightarrow 0.10 \text{ mg} \rightarrow E_{\text{rel}} = 10\%$   
خطای نسبی این کمتر شود  
 $0.0 \text{ mg} \rightarrow 0.05 \text{ mg} \rightarrow E_{\text{rel}} = 11\%$

خطای متناسب: با مقدار نمونه رابطه مستقیم دارد در خطای نسبی ثابت است

مقایسه میانگین تجربی با مقدار واقعی در خطای معین از تجربه استاندارد استفاده می کنند مایلین

تجربی را با مقدار استاندارد مقایسه می کنند  
 خطای معین  $\rightarrow \bar{x} - 4$   
 خطای نامعین  $\rightarrow \bar{x} + 4$

زیرین منفرد:  $\bar{x} = 4$

\*  $\text{If } \bar{x} - 4 \leq \frac{+tS}{\sqrt{N}} \Rightarrow$  خطای نامعین

زیرین منفرد می شود  $\Rightarrow$  خطای نامعین

\*  $\text{If } \bar{x} - 4 > \frac{+tS}{\sqrt{N}} \Rightarrow$  خطای معین  $\bar{x} - 4 = \pm \frac{z\sigma}{\sqrt{N}}$

مثال: مقدار گوگرد موجود در نفت  $112.3\%$  باید روش جدید نتایج داشته باشد

$112\%$ ,  $111\%$ ,  $119\%$  و  $115\%$  روش جدید

آیا داده ها وجود خطای معین را در این روش نشان می دهند

$\bar{x} = 0/116 \quad S = 0/0032$

$\bar{x} - 4 = 116 - 112.3 = -0/007\%$   $t_{(95\%)} = 3/18$

$\frac{+tS}{\sqrt{N}} = \frac{3/18 \times 0/0032}{\sqrt{4}} = +0/005\%$  احتمال کمتر از  $0.5\%$  مایلین تجربی به اندازه

**PAPCO**

$1.05\%$  گوگرد با مقدار واقعی اختلاف دارد چون اختلاف این روش  $0/007\%$  است پس روش خطای معین دارد

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_

$$\bar{x} - \mu = \pm t_s \frac{s}{\sqrt{N}} \Rightarrow t_{exp} = \frac{|\bar{x} - \mu| \sqrt{N}}{s} = \frac{|4.007| \sqrt{4}}{0.0032} = 4.1375$$

تجربی

$t_{crit} (جول) = 3.18$        $t_{exp} > t_{crit} \Rightarrow$  خطا معین وجود دارد

مقایسه دو میانگین تجربی:  $N_1$  تجزیه تک‌باری در ماده 1 ←  $\bar{x}_1 =$  میانگین

$N_2$  تجزیه تک‌باری در ماده 2 روش یکسان به  $\bar{x}_2$  میانگین، چون به یک روش انجام شده پس انحراف

استاندارد آنها یک (توکل) هستند. فرضیه صفر را بکاری بریم (هر دو یک از یک منبع هستند)

$$*t_{exp} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}}}{S_{pooled}} \quad \text{یا} \quad *t_{exp} = \pm t_{Spooled} \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}$$

$*t_{exp} > t_{crit}$  این دو از یک منبع نیستند. تعداد درجات آزادی  $= N_1 + N_2 - 2$

مثال ترکیب شیمیایی در لاس مقبول تعدادی با رنگ ~~ماشین~~ مفضول بررسی شد

راده‌ها را زیر آندالیت تفاوت در ماده دارد یا نه؟  $S_0 = 0.035\%$

رنگ در اتومیل: 4.10, 4.16, 4.5, 5.10, 5.13, 5.15, 4.19, 4.5  
 $N_1 = 2$        $N_2 = 5$

$\bar{x}_1 = 4.13\%$ ,  $\bar{x}_2 = 5.0\%$ ,  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = -0.7\%$

$$\pm z \cdot 0 \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}} = \pm 1.96 \times 0.035 \times \sqrt{\frac{2+5}{2 \times 5}} = \pm 0.57\%$$

95٪ سطح اطمینان  $Z = 1.96$

**PAPCO** با احتمال کمتر از 5٪ اختلاف آماری باید انداز 57٪ یا بیشتر باشد

اتومیل به احتمال 95٪ تفاوت نگذرد  $\Rightarrow$  خطا معین  
 مقدار آماره  $0.7 > 0.57$  ← مقدار تجربی

Subject: \_\_\_\_\_

Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )

روش دوم:  $Z = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sigma} \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}}$  مقایسه جدول آوریم با Z جدول کنیم

$[F_{Z_{exp}} > Z_{crit}]$  خطا معین

مقایسه دقت اندازه گیری ها: روش  $F_{test} = \frac{S_r^2}{S_p^2}$

آیا روش اول دقیق تر از روش دوم است؟ آیا تفاوتی در دقت در روش وجود دارد یا نه؟

اگر  $F_{exp} > F_{crit}$  روش 1 دقیق تر از روش 2 است یا در روش دقتشان معنی دار است  $S_2 > S_1$

مثال: درصدی که CO از این صدها اندازه گیری انحراف استاندارد  $d = S = 0.21 \text{ ppm}$

روش اصلاح شده اول  $S = 0.15$  با درجه آزادی 12 دای دهد و روش دوم  $S = 0.12$  با درجه آزادی 12 را برمی دهد

کدام یک از دو روش اصلاح شده دقیق تر است؟ آیا تفاوتی در دقت در روش اصلاح شده

وجود دارد یا نه؟  $F_{exp} = \frac{(0.21)^2}{(0.15)^2} = 1.96$  (روش 1)  $F_{crit} = 2.13$   $F_{exp} < F_{crit}$

روش 2 از روش اول دقیق تر است  $F_{exp} = \frac{(0.21)^2}{(0.12)^2} = 3.06$   $F_{crit} = 2.13$   $F_{exp} > F_{crit}$

دقت با هم فرق ندارد  $F_{exp} < F_{crit}$  و  $F_{exp} > F_{crit}$   $F_{exp} = \frac{(0.15)^2}{(0.12)^2} = 1.56$   $F_{crit} = 2.162$

$y = \frac{14^2(\pm 6) - 64(\pm 2)}{12^2(\pm 1) + 77(\pm 2)}$   $S_b = S_a$   $S_c = S_b$

$y = \frac{a}{b} = C$   $S_y = \sqrt{\left(\frac{S_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{S_b}{b}\right)^2} = h \Rightarrow S_y = h \cdot x$

PAPCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

و کمیت اندازه گیری شده = غلظت

$$b = \bar{y} - m\bar{x} \quad m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \text{شیب}$$

$$S_r = \sqrt{\frac{S_{yy} - m^2 S_{xx}}{N-2}} \quad S_m = \sqrt{\frac{S_r^2}{S_{xx}}}$$

$$S_b = S_r \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}} = S_r \sqrt{\frac{1}{N - \left(\frac{(\sum x_i)^2}{\sum x_i^2}\right)}}$$

میانگین اندازه گیری ورودی نمونه مجموع

$$S_c = S_r \sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{N} + \frac{(\bar{y}_c - \bar{y})^2}{m^2 S_{xx}}}$$

مقدار میانگین کمیت اندازه گیری شده برابر غلظت خارج نمک

تعداد دفعات اندازه گیری مقدار مجموع

تعداد نقاط منحنی کالیبراسیون

حد تشخیص: کمترین غلظتی که قابل اندازه گیری است

$$\Delta x_{min} = \bar{x}_a - \bar{x}_b > t S_b \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 \times N_2}}$$

کمترین مقدار قابل تشخیص

تعداد استاندارد در شاخص

مثال: حد قابل حد تشخیص در سطح اطمینان 99٪ برابر میانگین 8 بار اندازه گیری در صورتی که تعداد طبقات - تعداد اندازه گیری 11

نتایج شاهد 12، 12، 12، 12، 12، 12، 12، 12، 12، 12، 12 باشد

تعداد درجات آزادی 11

$$t = \frac{3}{11} \quad S_b = 1192 \quad \Delta x_{min} = \bar{x}_a - \bar{x}_b = \frac{3}{11} \times 1192 \sqrt{\frac{8+8}{8 \times 8}} = 0.34$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

کار ۸ بار اندازه گیری انجام دسیم و میانگین ۸ بار بزرگتر ۴۴۰ باشد، این مقدار قابل تشخیص است

فصل <sup>چهارم</sup> روش های وزن سنجی: ۱ روش رسوبی: ۲ روش تبخیری

روش رسوبی: آنالیت بیک رسوب کم محلول تبدیل می شود و بعد رسوب صاف، بسته،

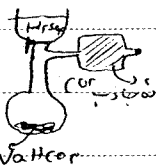
خشک و در نهایت وزن می شود (از بعد وزن رسوب، غلظت آنالیت تعیین می شود) و فرمول رسوب

روش تبخیری: ۱ روش مستقیم: آنالیت یا موادی که از تجزیه آنالیت حاصل می شوند تبخیر

می شوند و بعد جمع آوری می شوند و سپس توزین می شوند

۲ روش غیر مستقیم: محصول تبخیر شده به طور غیر مستقیم از کاهش وزن نمونه تعیین می شود.

مثال مقدار  $NaHCO_3$  در درصدی استی:  $NaHCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + NaHSO_4$



۱. ابتدا ماده جاذب  $CO_2$  وزن می کنیم بعد از واکنش هم وزن می کنیم  $\Delta$  اینها وزن  $CO_2$  است

محاسبه نتایج با استفاده از داده های وزن سنجی: در هر روش باید ۲ بار توزین انجام دسیم

دفعه اول توزین نمونه و دفعه دوم توزین رسوب یا محصول ساخته شده از آن یا توزین آنالیت

$$\% A = \frac{\text{وزن آنالیت}}{\text{وزن نمونه}} \times 100 = \frac{\text{وزن فاکتور وزنی (GF)} \times \text{وزن رسوب}}{\text{وزن نمونه}}$$

$$GF = \frac{a}{b} \times \frac{\text{وزن نمونه ماده مورد نظر}}{\text{وزن نمونه ماده وزن شده}}$$

PAPCO

Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

a, b اعداد صحیح و کوچک هستند که وزن فرمولی صورت و خروج را بهم برابری کنند

مثال)  $H_2S$  موجود در یک نمونه ۵.۰ گ از وقت خام  $CdCl_2$  <sup>تقطیر</sup> می شود و در آن عمل  $CdSO_4$

می شود و به  $CdSO_4$  تبدیل می شود و از اجزای شسته و مشتعل می کنند که ترکیب حاصل

$CdSO_4$  که وزن آن ۱.۰۸ گ است درصد  $H_2S$  را می یابند ( $M_{CdSO_4} = 208.14$ ,  $M_{H_2S} = 34.08$ )

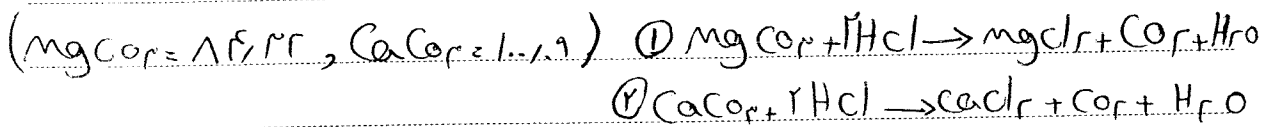
$$1.08 \text{ mg } CdSO_4 \times \frac{1 \text{ mol } CdSO_4}{208.14 \text{ mg } CdSO_4} \times \frac{1 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } CdSO_4} \times \frac{34.08 \text{ mg } H_2S}{1 \text{ mol } H_2S} \times \frac{1}{5.0 \times 10^{-3} \text{ mg } H_2S} = 0.55 \text{ H}_2\text{S}$$

وزن فرمولی ماده مورد نیاز      وزن نمونه

وزن سرب      وزن فرمولی ماده وزن شده      GF

یک نمونه ۴۵۳۱ گ حاوی  $CaCO_3 + MgCO_3$  با  $HCl$  وارد واکنش می شود و ۱۱۲ ml گاز  $CO_2$

در شرایط STP تولید می کند با فرض اینکه واکنش ها کامل باشند درصد  $MgCO_3$  را گزارش کنید



$$n(CO_2) \textcircled{1} + n(CO_2) \textcircled{2} = 112 \text{ ml}$$

$$CaCO_3 \text{ وزن} + MgCO_3 \text{ وزن} = 4531 \text{ mg} \quad n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \text{ atm} \times x / 112 \text{ Lit}}{0.0821 \times 273 \text{ K}}$$

$$= 5.199 \text{ mmol } CO_2 ; \quad \text{mmol } CO_2 \textcircled{1} + \text{mmol } CO_2 \textcircled{2} = 5.199 \text{ mmol } CO_2$$

$$CaCO_3 \text{ وزن} \times \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{100.09 \text{ mg } CaCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } CaCO_3} + MgCO_3 \text{ وزن} \times \frac{1 \text{ mol } MgCO_3}{84.31 \text{ mg } MgCO_3} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } MgCO_3} = 5.199 \text{ mmol } CO_2$$

**PAPCO**

۱۲

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۱۵۷mg

$$\begin{cases} y \times \frac{1}{100.9} \times \frac{1}{1} + x \times \frac{1}{141.2} = 217.9 \\ x + y = 483.1 \end{cases} \Rightarrow x = 251.277 \text{ mg MgCO}_3$$

$$\Rightarrow \% \text{MgCO}_3 = \frac{251.277}{483.1} = 52.0\%$$

خواص رسوبها و الکتروکهارسوسب دهنده: عامل رسوب دهنده باید یا به صورت

درخته دیا صورت انتخابی و الکترو دهد.

و الکترو درخته فقط باید تالی رسوب ایجاد کند در رسوب دهنده انتخابی و الکترو

دست که بهرت محدود رسوبی دهد. در محلول  $Ni^{2+} + H_2DMG \rightarrow$  رسوب  $Zn$  در رسوب دهنده

خواص رسوبها: ۱ به راحتی صاف شود ۲ به راحتی از ناخالصیها (در اثر شستن) جدا شود

۳ جلالت خیلی کمی داشته باشد تا طر صاف کردن دشمن عدد زرد ۴ رسوب در هوا پایدار باشد

۵ بعد از خشک کردن دانه زردل مشتملی باشد

باید اندازه ذرات رسوب درست باشد تا خواص ۱ و ۲ را داشته باشد

اندازه ذرات رسوب: ۱ تملیق حار کلیدی: دانه ذرات

بسیار ریز هستند و تالی به ته نشین شدن ندارند و به آسانی صاف گرفنی شوند. **PAPCO**



Subject \_\_\_\_\_  
Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ (.)

۲ ذرات بلورین: ابجدی حدود  $1nm$  یا بزرگتر دارند، خود به خود ته نشین می شوند، به آسانی هاضم می شوند.

مکانیم تشکیل رسوب مشخص نیست

\* عوامل موثر بر اندازه ذرات رسوب: حلالیت رسوب، دمای رسوب گیری، غلظت

والش دهنده، سرعتی که والش دهنده ها با هم مخلوط می شوند. غلظت والش دهنده ها در هر لحظه

هر چه  $Q$  کوچکتر باشد اندازه ذرات حلالیت تعالی رسوب \*  $Q-S$  = فوق اشباع نمی (اثر اشباع نمی) ↓

بزرگتر خواهد بود یا لعس.  $Q$  ↓ یا  $S$  ↑ تا اندازه ذرات بزرگ شود

مکانیم تشکیل رسوب: وقتی که دانشگر رسوب دهنده به حلل جاری آنالیت اضافه

شود ابتدا هسته زایی رخ می دهد سپس مرحله رشد هسته ها را داریم (اثر هسته زایی

تعداد زیاد ذره و تعداد کمی ذره و) تعداد کمی ذره و تعداد زیاد ذره و سریع باشد، اندازه ذرات کوچک است، اگر رشد هسته هر اولیه سریع باشد، ذرات رسوب

بزرگتر خواهد بود) \* تندک هر متداول رسوب گیری؛  $Q$  رسوب گیری از حلل رقیق ( $Q$ )

۲ افزایش هسته عامل رسوب دهنده با بهم زدن موثر ( $Q$ )  $Q$  رسوب گیری

از حلل داغ ( $S$ )  $S$  رسوب گیری در PH نزدیک انتهای اسیدی دامنه

Subject:

Year. Month. Date. ( )

PH ی که در آن رسوبگیری کم است (۸-۶.۴ pH رسوب گیری کامل است) (۱۵)

جلالیت (۵)

چون آتش مواد در اسیدها ~~بسیار~~ اثرات ~~بسیار~~ هضم رسوب: تر آینه کردن

رسوب در کنار جلال مادر خودش مدتی گرم نگه داشته می شود (ذرات ریز سریع حل

می شوند و ذرات درشت متصل می شوند) (ذرات ریز حل می شوند و ذرات درشت حل نمی شوند)

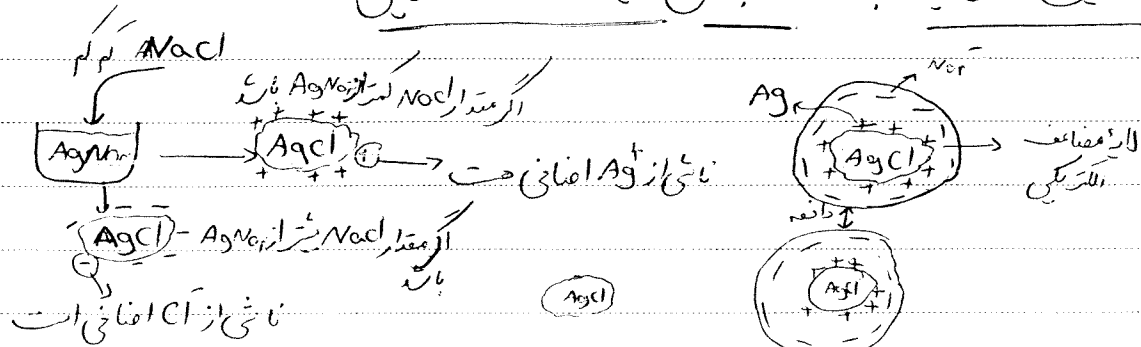
رسوب هابر کلریدی: (برای تجزیه ذرات مناسب نیستند چون اندازه ذرات ریز است)

چون بارها هابرا هستند که نشین نمی شوند و امکان مجتمع شدن وجود ندارد.

\* راهکار انقراض رسوب هابر کلریدی: ۱ حرارت دادن ۲ هم زدن ۳ افزایش اللزولیت

با حرارت دادن از ذرات چسبی ذرات بر اثر رافه غلبه می کند و مجتمع می شود و هم چنین هم زدن

افزایش اللزولیت باعث انقباض لایه مضاعف اللزولیتی است.



در انقباض ایجاد کنیم اللزولیت تعداد بار برابر دلی با حجم کمتر

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در کنار هم قرار می‌دهد مثلاً  $P^{2+}$  به جاب  $3+$  بار  $+$  قرار می‌گیرد به بافت کاهش حجم بار  $+$  می‌شود


و بارها ممتقی یک گونه در بارها مثبت گونه دیگر ایجاد جاذبه می‌کند.

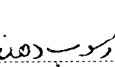
لایه یونیتهایی که مستقیم به ذره چسبیده اند لایه جذب سطحی شده گویند و لایه یونیتهایی که محلول

هوا یا پار مخالف در کنار آن قرار می‌دهد لایه یونیتهای مخالف و بین این دو لایه مفصلی لایه یونیتهای گویند

والنتی و فرایند است عکس انعقاد در سطح این فرایند یک کلونید لخته شده دوباره

به تعلیق (معلق) کلونید می‌شود زمان این اتفاق می‌افتد که لایه یونیتهای که بافت

لخته شدن کلونید شده از درون آن خارج شود. در مرحله  سستین این اتفاق می‌افتد

تجزیه شدن: توزین نمونه در <sup>حلال</sup> آن در  افزایش غلظت رسوب دهنده به مقدار افغانی به صاف می‌شود

سستین به شکل کرن

راه بر طرف کردن والنتی سستین رسوب باید الکتریسیته مناسب است الکتریسیته

مورد استفاده باید در مرحله شکل کردن قرار باشد و از آن جدا شود.

عدم رسوبی فرایند است که مراد محلول هر تشکیل رسوب از محلول خارج شده و آنرا

نیز رسوب می‌کنند

Subject: \_\_\_\_\_  
Year. Month. Date. ( )

اگر  $NaCl$  و  $AgCl$  داشته باشیم  $AgCl$  با  $[Na^+][Cl^-]$  باشد دیگر رسوب نداریم چون  $NaCl$

باید کاملاً محلول باشد

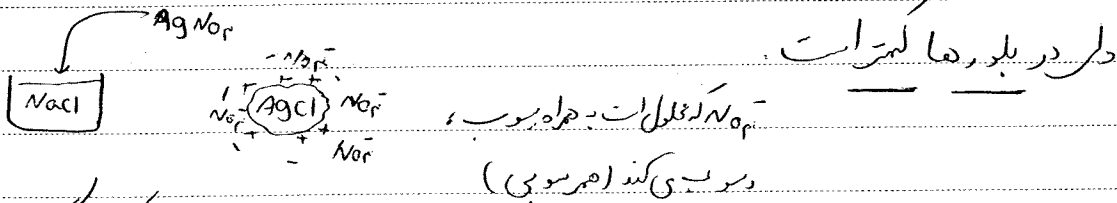
انواع هم‌رسوبی: جذب سطحی (Surface adsorption): مهمترین منبع هم‌رسوبی است

مخصوصاً برای رسوبی با مساحت سطح ~~بزرگ~~ ~~مفروض~~ بزرگ

هر چه مساحت سطح بزرگتر شود کوچکتر باشد امکان جذب سطحی کم‌تر است

مساحت سطح مفروض: مساحت سطح واحد حجم. ~~در رسوب‌ها کل مساحت سطح~~

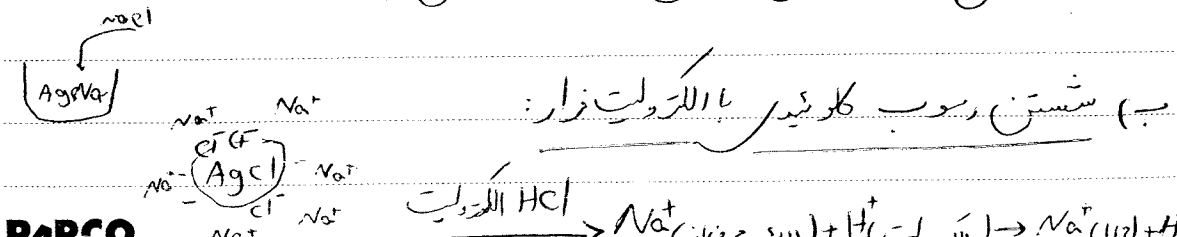
جذب سطحی در کلوئیدها بیشتر است چون مساحت سطح مفروض کلوئید بزرگ‌تر است



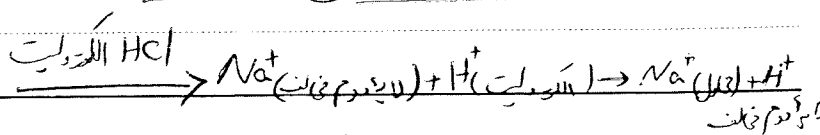
یونار کوچکتر - بزرگ‌تر حسند

\* روش‌ها را به حداقل رساندن ناخالصی‌ها در جذب سطحی شده: الف) هم‌رسوب کلوئید

ب) بیش‌ترین مساحت سطح مفروض شده  $\rightarrow$  جذب سطحی کم‌شده



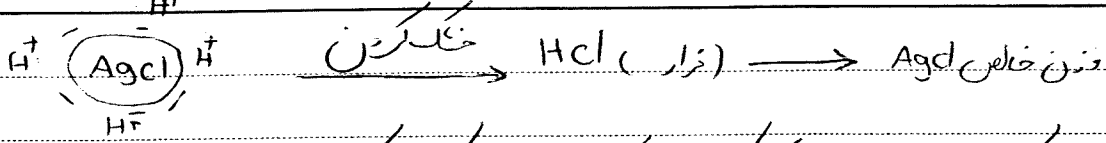
PAPCO



\* علاوه بر تقویت یون رسوب با یونار الکترولیت با یونار لا یونوم انجام می‌شود

Subject :

Year . Month . Date . ( )



حج (رسوب گیر مجدد) : رسوبی که گرفتیم در یک حلال دیگر حل کنیم تا دوباره رسوب کند

چون در حلال جدید ناخالصی ها کمتر است میزان جذب سطحی کمتری شود و این باعث

افزایش زمان تجزیه می شود

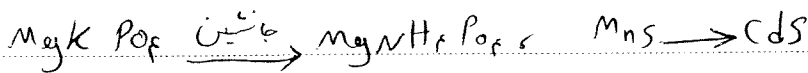
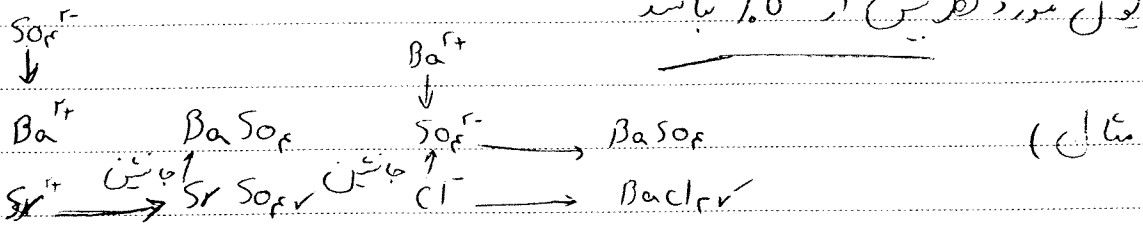
انواع رسوبی : ۱ جذب سطحی ۲ تشکیل بلور مخلوط ۳ محبوس شدن و بردام انتان

۲ تشکیل بلور مخلوط : یون آلوده کشته جانشین یون انالیت در شبکه بلور می شود

یون آلوده کشته داخل لایه است که بتوان جانشین یون مورد نظر شود ۱ بار آن یون با بار

یون مورد نظر بلیان باشد (هر دو یا + یا - باشند) ۲ اندازه شعاع آن با اندازه شعاع اختلاف

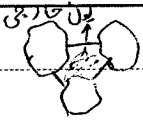
یون مورد نظر بیش از ۵٪ نباشد



۳ محبوس شدن در بردام انتان : اگر رسوبی که بلورزاد باشد حلکن است یون را

Subject:

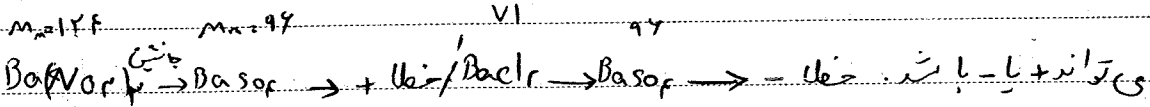
Year. Month. Date. ( )



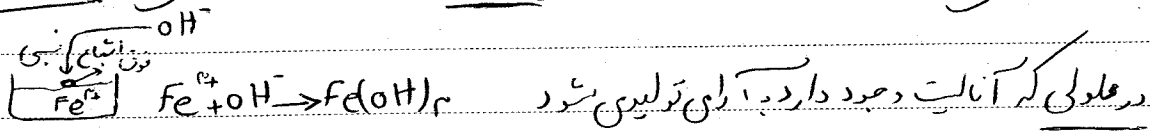
غاری موجود که در لایه بین مخالف بدام می افتند

خطا ها هم روی: هم می توان + باشد هم می تواند - ، اگر فرآیند جذب سطحی باشد

فقط خطا + است ، اگر از نوع بدام افتادن باشد خطا + است اما تشکیل بلور مخلوط



رسوب بلور از محلول ممکن: در این نوع رسوب بلوری و اشکال رسوب دهنده در سطح و اشکال شیبی



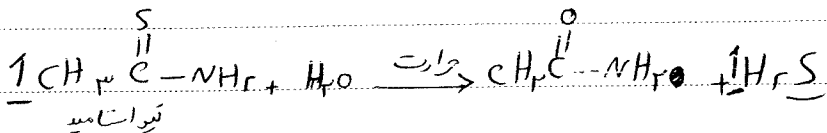
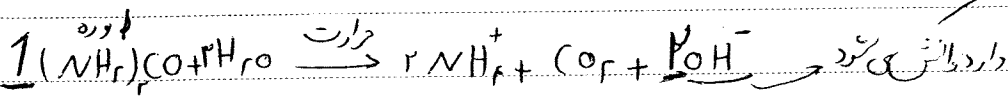
فوق اشباع شیب به طور کلی از اشکالی باید که باشد

در داخل محلول  $Fe^{3+}$  و اشکال در  $OH^-$  تولیدی در

ریزش شدن ذرات رسوب می شود (زمانی که اولین قطره  $OH^-$  می افتد)

در تئلیک رسوب بلور از محلول همین ذرات رسوب در دستر اند ، راحتتر ماف می شوند و خالص ترند

بعضی واکنشها را بصورت ممکن می شود تولید کرده ۱ هیدروکسید از دوره ۲ سولفید از تیر استامید



P4PCO

Subject :

Year . Month . Date . ( )

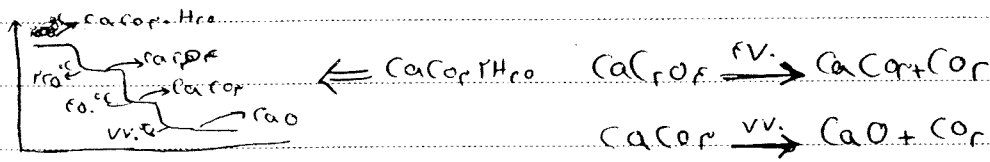
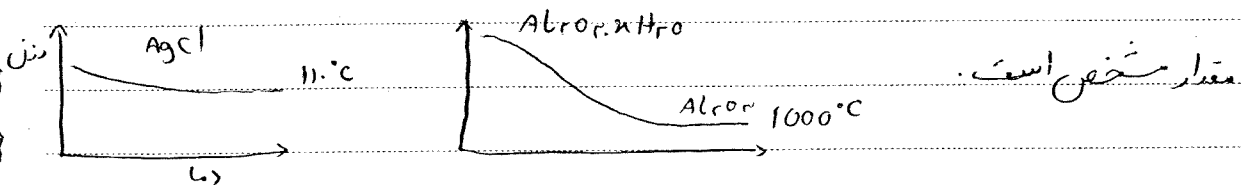
دربارهٔ آنزیم‌ها و نهایت درگیر آید است

خشک کردن اشتعال  
Drying and Ignition در سبب اشتعال در سببها

\* با وارت دادن ۲ اتناج بی افزودن حلال خارجی شود و گونه‌ها فرارته نشین شده توسط سبب خارج می‌کند

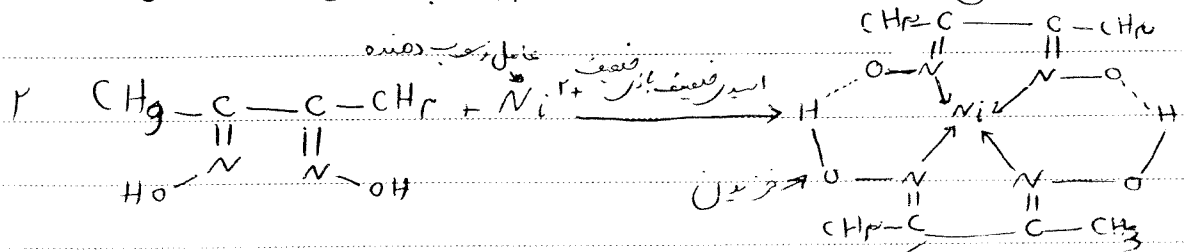
بار اینک به فرمول سبب برسیم محصوریم اشتعال را انجام دهیم .

اشتعال: سبب را در دما بالا قرار دهیم دما لازم برای اشتعال برابر هر سبب یک



زمان لازم برابر تجزیه دزنی • کاربرد بار در شمار دزنی سنجی • نیون ها، کاتون ها

و حتی مواد خنثی  $\text{H}_2\text{O}$  ،  $\text{CO}_2$  ،  $\text{SO}_2$  ،  $\text{Li}$  . بقیه کاربرد ها در عوامل سبب دهنده داخل کتاب خوانند



فرزیدن از ایند که طرک آن سبب از دیواره ها بر طرف شده یا کاتد بالای رود

۱۶

Subject:

Year. Month. Date. ( )

چون نقش سطحی مطلوب کم شده و نیز چسبندگی بین طرف و دوب نشر شده است  
 سدیم تترافلو بورات شکل اختصاصی برابر  $k^+$  با  $NH_4^+$  است

فصل پنجم ۳

تتراسدیمی؟ با توجه به مقدار و الکترومورد نیاز برابر والش کامل با انالیت  
 اندازه گیری شد و اندوز آن مقدار انالیت اندازه گیری شود  
 $R + A \rightarrow$  محصولات  
 ثابت و تتراسدیمی

از ابع تتراسدیمی ها گیری: ۱. جمع سدیمی ۲. وزن سدیمی ۳. کولن سدیمی (کولومتر)  
 در جمع سدیمی: جمع والش استاندار اندازه گیری شود

وزن سدیمی: وزن والش برابر والش کامل با انالیت محاسبی شود

کولن سدیمی: مقدار الکتریسیته مورد نیاز اندازه گیری می شود در این روش شدت جریان

به عمدان والش نقش بازی می کند (جریان الکتریکی باشد ثابت، زمان مورد نیاز برابر

$$Q = it$$

والش کامل انالیت اندازه گیری می شود

محل استاندارد: محل است از والش با غلظت معلوم

فرآیند تتراسدیمی فرآیند که در این نقشه به تتراسدیمی افغانه می شود  
 P4PCO



Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

نقطه هم‌انرژی در یک تیر اسپین، موقعی که مقدار مادهٔ تیرکننده با مقدار

انالیست در نمونه از لحاظ شیمیایی برابر شود اصطلاحاً گویند به نقطه هم‌انرژی رسیده است

نقطه هم‌انرژی نقطه تئوری است. نقطه پایانی endpoint در یک تیر اسپین موقعی

که مقدار تیرکننده با مقدار انالیست برابر شود در طول کامل دانش دهد و در دنبال این یک تفسیر قابل

مشاهده اتفاق بیفتد گویند به نقطه پایان رسیده ایم.

روش چهار تیر اسپین نقطه پایانی مختلف هستند؛ ۱ استفاده از شمارش زنگ شیمیایی

۲ استفاده از روش پتانسیل متر یا آمپرمتری (A، متغیرات) ۳ هدایت سنجی

۴ رنگ سنجی (فتومتر) ۵ شلست سنجی

خطار تیر اسپین:  $E_t = V_{\text{هم‌انرژی}} - V_{\text{پایانی}}$

استاندارد اولیه: ترکیبی با درجه خلوص بالا که به عنوان ماده مرجع در تیر اسپین استفاده می‌شود

شرایط استاندارد اولیه: خلوص بسیار بالا ۲ پایدار در هوا ۳ جا در الرطوبه نباشد

۴ سمی نباشد ۵ گران نباشد ۶ در دسترس باشد ۷ حجم بولومتر بالا داشته باشد ۸ در حلال مورد

قطر قابل حل باشد

۱۷

Subject:

Year. Month. Date. ( )

هر چه حجم مولکول بالا باشد جفتار دوزن کردن کاهش می یابد

خواص محلولها استاندارد ایده آل: ۱. پایدار باشد ۲. به سرعت با آنالیت واکنش دهد

(چون باید در زمان صورت تیرکنته آرام اضافه کنیم لبات افزایش زمان می شود)

۳. با آنالیت به طور کمی واکنش دهد ۴. اگر نه در نقطه پایانی درستی نداریم چون باید تیرکنته بیشتر

۵. اضافه کنیم  $A+R \rightleftharpoons AR$  با آنالیت بطور استوکیومتری واکنش دهد ۶. چون بارش ها

استوکیومتری از در حجم واکنش حجم آنالیت بدستی آید

روش ها را تهیه محلول ها را استاندارد: ۱. روش مستقیم ۲. غیر مستقیم

روش مستقیم: وزن معینی از استاندارد اولیه تا حجم معینی رقیق می شود

۳. غیر مستقیم: زمانی کاربرد دارد که ما استاندارد اولیه در دسترس مانیت

یا ماده بصورت استاندارد اولیه نیست ۴. ابتدا یک محلول تقریبی از ماده مورد نظر تهیه کرد

پس با یک استاندارد اولیه یا یک محلول استاندارد دیگر آنرا تیتر می کنیم

روش ها را بیان غلظت: ۱. (واحد) ۲. غلظت مولی (مولاریته) تعداد مولها در حل شده

PAPCO

$$\frac{n \text{ mol } A}{n \text{ lit محلول}} = C_A = \frac{m \text{ g } A}{m \text{ lit محلول}}$$

در ۱ لیتر محلول

Subject:

Year:

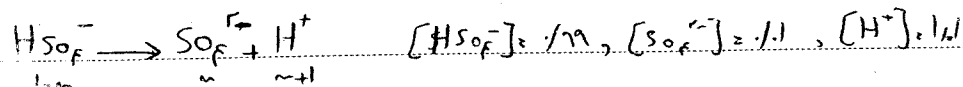
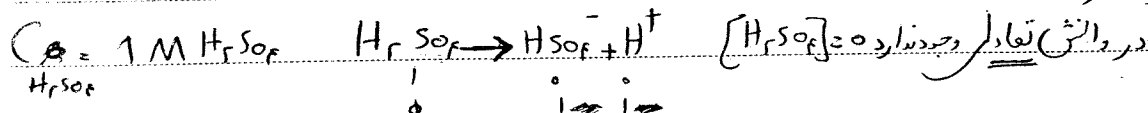
Month:

Date:

مولا لیته: تعداد مولها را ماده حل شده در مقابل حلال

مولاریته ← مولاریته تجزیه: روش تهیه یک محلول را بیان می کند  $C_A$

مولاریته تعادل: غلظت مولی یک گونه خاص در یک محلول در حالت تعادل  $[A]$

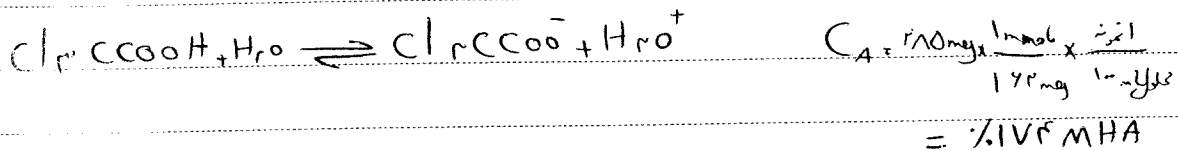


بین غلظت ها هر تجزیه و غلظت ها را مول تعادل رابطه وجود دارد

$$C_{H_2SO_4} = [H_2SO_4] + [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}] = 1 = 0 + 0.1 + 0.1 = 1$$

مثال) ۲۸۵ mg  $Cl_3CCOOH$  در ۱.۰۰ L محلول حل شده است غلظت تجزیه و غلظت تعادل

محصولات از ایت آورید این ماده ۷۳٪ در آب حل می شود



$$[HA] = C_{HA} \times (1 - 0.73) = 0.47 \text{ M}$$

$$[A^-] = C_{HA} \times 0.73 = 1.21 \text{ M}$$

۱۲

Subject:

Year. Month. Date. ( )

غلظت درصدی:  $\frac{\text{وزن ماده حل شده}}{\text{وزن محلول}} \times 100$  نسبت به دهانیت  $\rightarrow$  نقطه  $\frac{\text{وزن ماده حل شده}}{\text{وزن محلول}} = \text{درصد وزنی (w/w)}$

$\frac{\text{وزن ماده حل شده}}{\text{وزن محلول}} \times 100 = \text{درصد وزنی (w/w)}$   
 $\frac{\text{حجم ماده حل شده}}{\text{حجم محلول}} = \text{درصد حجمی (v/v)}$

درصد وزنی: برابر بیان غلظت و اکسیدها آبی ببارتی استفاده می شود

۳۷٪ HCl یعنی ۳۷g HCl خالص در ۱۰۰ ml محلول وجود دارد

درصد حجمی: زمانی بکاری رود که یک ترکیب مایع خالص بایک حلال دیگر رقیق شود

محلول آبی ۵٪ اتانول یعنی ۵ ml اتانول در آب حل شده در حجم ۱۰۰ ml رسانده اند

درصد وزنی حجمی زمانی بکاری رود که یک محلول رقیق آبی از یک ماده جامد تهیه شده باشد

محلول ۵٪ NaCl در آب یعنی ۵g NaCl جامد بر آب تا ۱۰۰ ml به حجم می رسانیم

۵ ppm, ppb: برابر محلول ها رقیق استفاده می شوند

$\frac{\text{وزن ماده حل شده}}{\text{وزن محلول}} \times 10^6 = \text{ppm}$   $\frac{\text{وزن ماده حل شده}}{\text{وزن محلول}} \times 10^9 = \text{ppb}$

$\frac{\text{ماده حل شده}}{\text{محلول}} = \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$   $\frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \frac{\text{ng}}{\text{g}}$

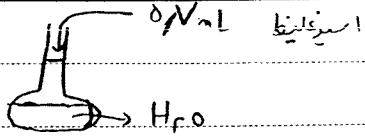
$\Rightarrow 1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{\text{L}}$  برابر محلولها رقیق

PAPCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )



نمونه انجام حسابات با استفاده از تیرا سون ها

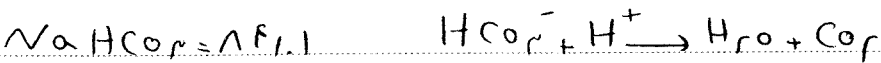
مثال: فرض کنید تیرا سون و ۲۱۲۱ mg Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> خالص به ۴۲۱ ml KMnO<sub>4</sub> نیاز

دارد. مولاریته آنرا می‌کنند.  $Na_2Cr_2O_7 = 126.06$   $MnO_4^- = 148.96$

$$\frac{2121 \text{ mg } Na_2Cr_2O_7}{126.06 \text{ mg } Na_2Cr_2O_7} \times \frac{1 \text{ mmol } Na_2Cr_2O_7}{1} \times \frac{2 \text{ mmol } MnO_4^-}{5 \text{ mmol } CrO_4^{2-}} \times \frac{\text{انمونه}}{421 \text{ mL } KMnO_4}$$

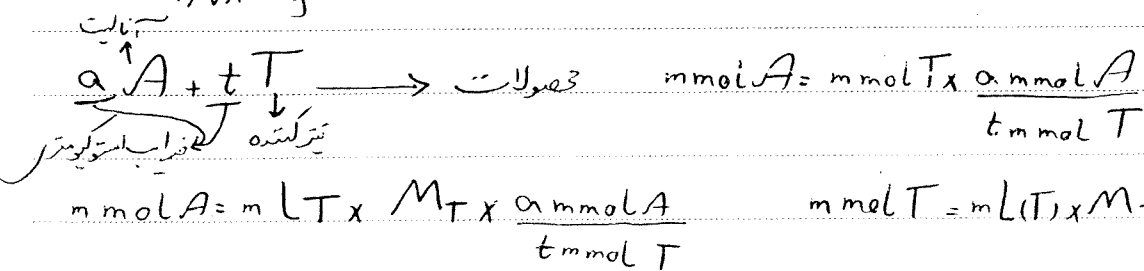
$$= 1.1492 \text{ M } KMnO_4$$

۱.۴۹۷۱ g NaHCO<sub>3</sub> خالص، ۱.۶۷ M HCl، ۵.۷۲ ml، % NaHCO<sub>3</sub>?  
 HCl



$$\frac{5.72 \text{ mL HCl} \times 1.67 \text{ mmol HCl}}{1 \text{ mL HCl}} \times \frac{1 \text{ mmol NaHCO}_3}{1 \text{ mmol HCl}} \times \frac{84.1 \text{ mg NaHCO}_3}{1 \text{ mmol NaHCO}_3}$$

$$\times \frac{\text{انمونه}}{84.1 \text{ mg}} \times 100 = 58.14 \% \text{ NaHCO}_3$$



$$\text{mg } A = \text{mmol } A \times \text{f.w. } A (\text{mg})$$

PAPCO

Subject :

Year . Month . Date . ( )

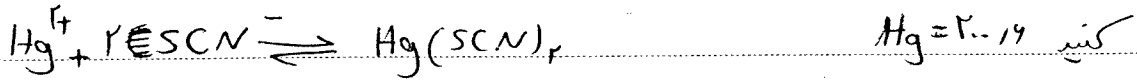
آنالیت

$$mg A = mLT \times M_T \times \frac{a \text{ mmol } A}{t \text{ mmol } T} \times f.w. A$$

$$\% A \text{ در صدم} = \frac{\text{وزن آنالیت}}{\text{وزن نمونه}} \times 100 = \frac{\text{نمونه } mg}{\text{نمونه } mg} \times 100$$

مثال ۱) یک نمونه ۳۱.۷۷ mg حاوی جیوه است. پس از افزودن  $HNO_3$  تجزیه می شود و بعد از تصفیه کردن

$Hg^{2+}$  با ۲۱.۴ ml محلول  $0.1144 M NH_4SCN$  تیتری شود. درصد  $Hg^{2+}$  را حساب کنید



$$\% Hg = \frac{21.4 \times 0.1144 \times \frac{1 \text{ mol } Hg}{2 \text{ mmol } SCN} \times 200.19 \text{ gr } Hg}{31.77 \times 10^{-3} \text{ mg}} \times 100 = 4.14\%$$

تیتراسیون هار معکوس و بعضی ادتک تیتراسیون کنده است یا شناساگر مناسب

برای تشخیص نقطه پایانی وجود ندارد یا روشی برابر تعیین نقطه پایانی نباشد در این

موقع  $Hg^{2+}$  تیتراسیون معکوس استفاده می کنیم. پس از کامل شدن واکنش

در تیتراسیون معکوس مقدار معین دکل اضافی از واکنشگر به آنالیت اضافه می کنیم

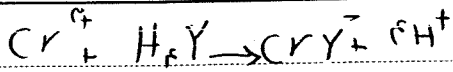
اضافی واکنشگر باید محلول استاندارد دیگر تیتری کنیم. (اضافی واکنشگر تعیین می کنیم)

میلی مول هار تیتراسیون شده واکنشگر - میلی مول هار اولیه واکنشگر = میلی مول واکنشگر اضافه آنالیت

۲۰

Subject:

Year. Month. Date. ( )

واکنش  $Cr^{+6}$  با  $H_2Y$  ایدرنتی کمالات

به همین خاطر برابر تعیین  $Cr^{+6}$  از روش تیتراژ معکوس اضافه می شود. در یک نمونه  $2142g$  حاد کرم

پس از انحلال نمونه به آن  $5ml$  محلول  $0.103M$   $H_2Y$  اضافه شده پس از کامل

شدن واکنش  $H_2Y$  واکنش نگارده با  $1132ml$  محلول  $0.112M Zn^{+2}$  تیتراژ شد.

درصد  $CrCl_2$  در نمونه چقدر است؟

$$H_2Y \text{ میلی مول در الیه} = 5ml \times 0.103M = 0.515mmol H_2Y$$

$$H_2Y \text{ میلی مول در واکنش نگارده} = 1132ml Zn^{+2} \times \frac{0.112mmol Zn^{+2}}{1mmol Zn^{+2}} \times \frac{1mmol H_2Y}{1mmol Zn^{+2}} = 0.1268mmol H_2Y$$

$$Cr^{+6} \text{ میلی مول در واکنش نگارده} = 0.515 - 0.1268 = 0.3882mmol H_2Y$$

$$mmol Cr^{+6} = mmol H_2Y = 0.3882mmol Cr^{+6}$$

$$\% 38.82 = \frac{0.3882mmol Cr^{+6} \times 1mmol CrCl_2 \times 158g}{1mmol Cr^{+6} \times 1mmol CrCl_2} \times \frac{100}{2142g}$$

یک نمونه  $2g$  از پودر لوبیت برابر تعیین مقدار  $Mn^{+2}$  است از روش تیتراژ

نمونه  $0.5ml$  محلول  $1M$  فرموس آمونیوم سولفات  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$  تا  $MnO_4^{-}$  را  $Mn^{+2}$

PAPCO

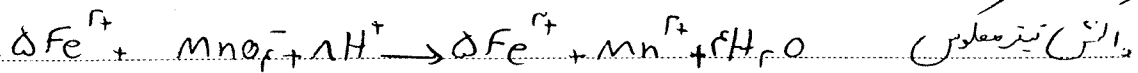
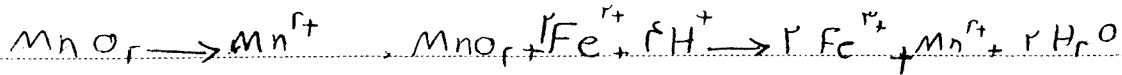


Subject:

Year:      Month:      Date:      ( )

ایجاد تعداد کامل شدن واکنش امانی  $Fe^{2+}$  در محلول اسیدی با ۱۵ ml محلول

پتانسیوم پتانسیات ۰.۲ M. تمامی شود. در صورتی که پتانسیات



$$\Delta \text{ mmol } Fe^{2+} = \Delta \cdot x \cdot 1 = \Delta \text{ mmol } Fe^{2+}$$

$$\text{mmol } Fe^{2+} = 15 \text{ mL } MnO_4^- \times \frac{1 \text{ mmol } MnO_4^-}{1 \text{ mL } MnO_4^-} \times \frac{\Delta \text{ mmol } Fe^{2+}}{1 \text{ mmol } MnO_4^-} = 1/5 \text{ mmol } Fe^{2+}$$

$$\text{mmol } Fe^{2+} = \Delta - 1/5 = 3/5 \text{ mmol} \quad , \quad 3/5 \text{ mmol } Fe^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol } MnO_4^-}{2 \text{ mmol } Fe^{2+}} = \frac{3}{10} \text{ mmol } MnO_4^-$$

$$\frac{3}{10} \text{ mmol } MnO_4^- \times \frac{1 \text{ mmol } MnO_4^-}{1 \text{ mmol } MnO_4^-} \times \frac{228.1 \text{ mg } MnO_4^-}{1 \text{ mmol } MnO_4^-} \times 100 = 68.43\% \text{ } MnO_4^-$$

فصل ۶: تهیه محلولها آب:

الکترولیت: ماده ای که پس از حل شدن در محلول تولید یون می کنند

مولد بصورت یونی در مولکول یا یونی مولکولی (اسید استیک) در محلول حل می شود

اسیدها، بازها: اسید پروتست  $H^+$  از دست می دهد و باز پروتست تبدیل می شود و باز

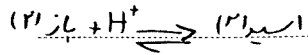
باز مزدوج اسید گویند

۲۱

Subject:

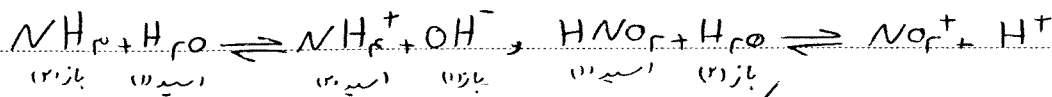
Year. Month. Date. ( )

اسید باز در دج: اسید و بازی که در یک  $H^+$  اختلاف دارند.  $H^+$  + بازی  $\rightleftharpoons$  اسید<sup>(۱)</sup>



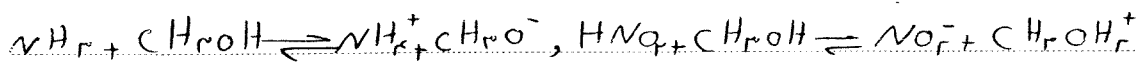
بسیار از حلال ها با  $H^+$  دهنده اند یا  $H^+$  گیرنده  $\rightleftharpoons$  اسید<sup>(۲)</sup> + بازی<sup>(۱)</sup>

دو زمانی که یک اسید یا باز در حلال، حل شود، حلال نقش اسید یا بازی را گیرد



به حلال آب، حلال آمفوتر گفته می شود (هم نقش اسید دارد هم نقش باز)

آمونیاک مایع، متانول، اتانول، اسید استیک آمفوتر اند



و البته در جهتی است که اسید باز ضعیف تر تولید کند

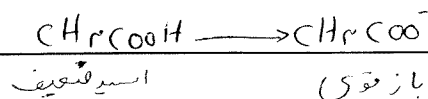
حلال هائو آمفوتر دچار یک خود یونش یا یونیزاسیون خود بخودی شوند هر این

خود یونش یک جهت یون از آن حلال تولید می شود  $CH_3OH + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3OH_2^+ + CH_3O^-$

میزان خود یونش در آب در دما اتاق خیلی کم است بطوریکه  $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$

هر چه اسید قوی تر باشد باز مزدج ضعیف است و بالعکس  $HClO_4 \rightarrow ClO_4^-$   
اسید قوی      اسید ضعیف

PAPCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )

میزان  $H^+$  کمتر در  $H^+$  دهنده در حلال ها را منوتر با هم برابر نیست

$HCl$  و  $HClO_4$  در آب بطور کامل تفکیک می شود و در اسید استیک بطور کامل تفکیک نمی شود

چون آب پر قدرت گریزنده تر از اسید استیک است

حلال هم گریزنده حلالی که قدرت آبیاز اسید یا باز را با هم برابر می کند به مثل آب

حلال متمایز کننده بین اسیدها یا بازها تمایز قابل می شود به مثل اسید استیک

در یک حلال متمایز کننده، اسیدها را مختلف با اندازه ها مختلف تفکیک می شوند و در

در هم تر از گریزنده بطور کامل تفکیک می کنند

هر ماده اگر در آب حل می شود قوی ترین اسید را تولید می کند  $H_2O^+$  است

هر یک از بازها با هم تفاوت قدرت آنرا افزایش دهم از یک اسید به عنوان حلال استفاده می کنیم

تعدادات شیمیایی و روابط ثابت تعادل غلظت مواد واکنش دهنده را به غلظت محصولات

مرتبط می کند. کاربرد روابط ثابت تعادل برابر این است که مقدار آنالیت را مشخص می کنیم

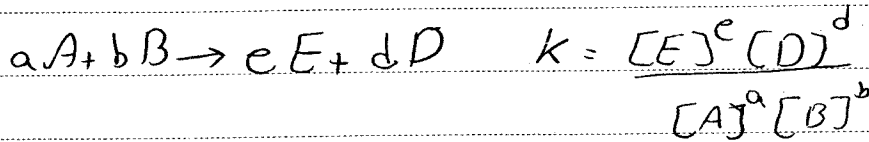
همه روابط ثابت تعادل برابر تعیین مقدار آنالیت است

۲۲

Subject:

Year. Month. Date. ( )

عوامل موثر بر ثابت تعادل فقط دما است. عوامل موثر بر تعادل دما، غلظت و فشار است

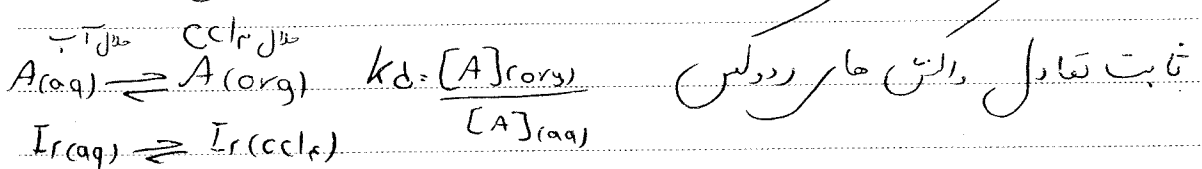


$[A]$  اگر گونه حل شده در حلال است با بد غلظت مولی (M)  
 اگر گونه گاز شکل است باید فشار جزئی بر حسب atm  
 یک جامد خالص است باید مقدار آن قرار دهم  
 اگر یک ~~جامد~~ حلال در محلول برقی باشد مقدار آن قرار دهم

انواع ثابت تعادل و ثابت حاصل ضرب یونی آب  $K_w$  ثابت حاصل ضرب

حالات نیک هار کم محلول است  $K_{sp}$  ثابت هار تشکیل اسید باز  $K_a$  و  $K_b$

ثابت هار تشکیل کمپلکس  $K_f$  ثابت توزیع بین دو حلال انتزاع ناپذیر  $K_d$



ثابت تعادل واکنش هار ردوکس

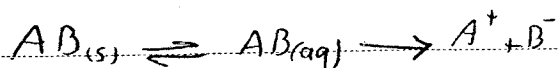
$$\log K_{eq} = \frac{n(E_c - E_a)}{0.0591}$$

Subject:

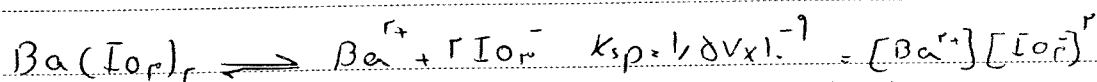
Year:      Month:      Date:      ( )

۱ ثابت حاصلضرب یونی اب  $K_w$  اگر  $[H^+]$  داشته باشیم می توانیم از طریق  $K_w$ ،  $[OH^-]$  را حساب کنیم

۲ ثابت  $K_{sp}$  برای محاسبه انحلال پذیری یک نمک در یک محلول و مقدار گونه‌ها را که در تعادل باقی می ماند



چند گرم باریم بیات در ۵۰۰ ml آب حل می شود.  $۴۸۷ = Ba(IO_3)_2$



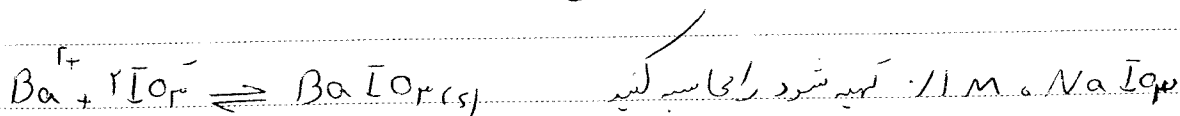
$$Ba(IO_3)_2 \text{ در حالت یونی } S, [Ba^{2+}] = S, [IO_3^-] = 2S, K_{sp} = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1.57 \times 10^{-9}}{4}}$$

$$\Rightarrow [Ba^{2+}] = \sqrt[3]{\frac{1.57 \times 10^{-9}}{4}}$$

اثر یون مشترک: میزان انحلال را تغییر می دهند

عوامل موثر در تغییر انحلال: قدرت یونی، اثر یون مشترک، pH، تشکیل کمپلکس

حالت  $Ba(IO_3)_2$  در محلولی که با نمک  $NaIO_3$  ۲۰۰ ml در محلولی که با  $Ba(NO_3)_2$  ۱۰۰ ml با ۰.۱ M



۲ mmol    ۱ mmol

۴ mmol

mmol  $Ba^{2+} = 2 \cdot 0.1 = 2$ , mmol  $IO_3^- = 1 \cdot 0.1 = 1$

mol

$$[NaIO_3] = [IO_3^-] = \frac{4 \text{ mmol } IO_3^-}{2 + 1} = 0.2 \text{ M } IO_3^-$$

PAPCO

۲۴

برای انجام وزن باید  $k_{sp}$  خیلی کوچک باشد

Subject:

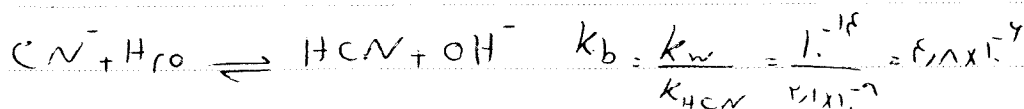
Year. Month. Date. ( )

از دستر محدود گذشته باید حالات را می بینیم پس از دستر خلطت  $Ba^{2+}$  باید حالات را می بینیمچون  $[IO_3^-]$  از  $[NaIO_3]$  هم آمده است  $Ba(IO_3)_2$   $S = [Ba^{2+}]$   $K_{sp}$ 

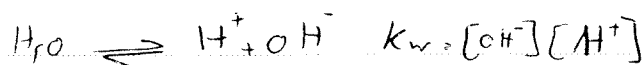
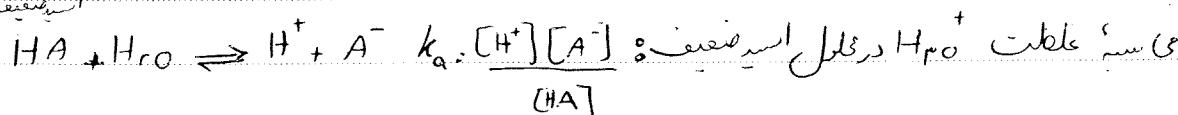
$$[IO_3^-] = \frac{1}{2} + 2S \quad K_{sp} = [Ba^{2+}] [IO_3^-]^2 = (S) (\frac{1}{2} + 2S)^2$$

ناشی از خلطت  $Ba(IO_3)_2$  ناشی از اضافی  $NaIO_3$ فرض: میزان خلطت  $Ba(IO_3)_2$  خیلی کم  $\frac{1}{2} \gg 2S$ 

$$1.07 \times 10^{-9} = S \times (\frac{1}{2})^2 \Rightarrow S = 2.19 \times 10^{-6} M \ll \frac{1}{2}$$

زمانی فرض درست است که مثلاً  $\frac{1}{2}$  حدوداً برابر بیشتر از  $2S$  باشدثابت های تفکیک اسید و باز: برای  $[OH^-]$ ,  $[H^+]$   $k_a k_b = k_w$ چون همه خلطت ها را  $\frac{1}{L}$  تقسیم می کنیم  $K$  واحد ندارد  $k = [A][B]^f$ 

اسید ضعیف

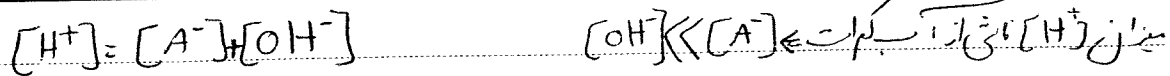
میزان  $[H^+]$  ناشی از اسید ضعیف بیشتر از  $[H^+]$  ناشی از آب است در نتیجه از  $[H^+]$  حاصل

PAPCO

از آب صرف نظری کنیم

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$\Rightarrow [A^-] = [H^+], \quad C_{HA} = [HA] + [A^-] \approx [HA] + [H^+]$$

$$[HA] = C_{HA} - [H^+] \Rightarrow K_a = \frac{[H^+][A^-]}{C_{HA} - [H^+]} = \frac{x^2}{C_{HA} - x}$$

$$[H^+]^2 + K_a[H^+] - K_a C_{HA} = 0 \quad K_a = \frac{x^2}{C} \leftarrow \text{فرض}$$

فرض کنیم میزان تقلیل HA کم باشد  $C_{HA} \approx [HA]$  و  $[H^+] \ll C_{HA}$

هر چه قدر  $C_{HA}$  بیشتر و  $K$  کوچکتر باشد از تقریب استفاده کنیم  $\frac{C_{HA}}{K_a} \gg 1.0^2$

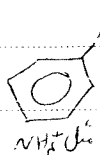
$$\frac{C_{HA}}{K_a} = 1.0^2 \Rightarrow \text{خطا} = 5.1\% \quad \text{از } 1.0\% \text{ خطا بیشتر ندارد.}$$

$$\frac{C_{HA}}{K_a} = 1.6 \Rightarrow \text{خطا} = 0$$

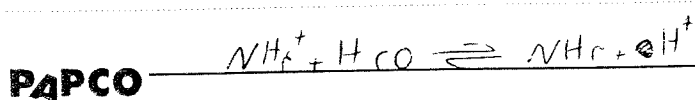
قشر  $1/12 \text{ m}$   $HNO_2$  در آب  $[H^+] = 5.1 \times 10^{-4}$  جندرات  $K_a = 5.1 \times 10^{-4}$

$$[H^+] = \sqrt{K_a C_{HA}} = \sqrt{5.1 \times 10^{-4} \times 1/12} = 7.1 \times 10^{-3} \text{ m} \ll 1/12$$

$$\text{حل دقیق} \Rightarrow K_a = \frac{[H^+]^2}{C_{HNO_2} - [H^+]} \Rightarrow [H^+] = 7.4 \times 10^{-3} \text{ m}, \quad E = \frac{|7.1 \times 10^{-3} - 7.4 \times 10^{-3}|}{7.4 \times 10^{-3}} = 2.7\%$$

 $NH_2^+ Cl^-$  $NH_2^+$ 

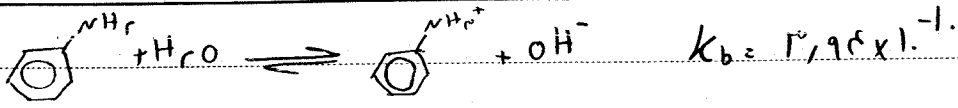
$[H^+] = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$  در قشر آنتیلن هیدروکلراید با غلظت  $2 \times 10^{-4} \text{ m}$



P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )



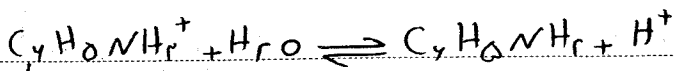
از تقریب استفاده نمی‌کنیم

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = 2.56 \times 10^{-5}, \quad \frac{C_{HA}}{K_a} = \frac{2 \times 10^{-2}}{2.56 \times 10^{-5}} > 10$$

$$K_a = \frac{[C_6H_5NH_2][H^+]}{[C_6H_5NH_3^+]} = 2.56 \times 10^{-5} \quad [C_6H_5NH_2] = [H^+]$$

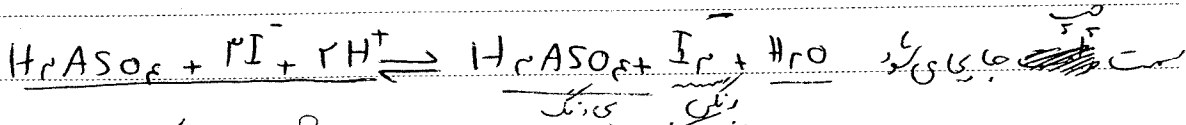
از اصل بقای نیتروژن

$$[C_6H_5NH_3^+] = C_{C_6H_5NH_3^+} - [H_2O] \Rightarrow [H^+] = 4 \times 10^{-5}$$

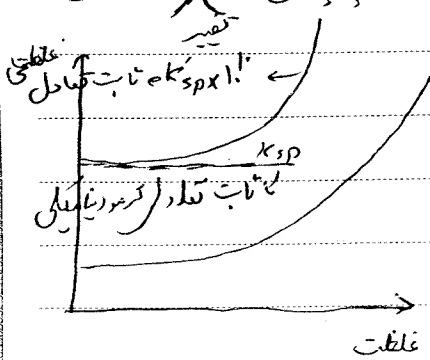


$$\frac{C_b}{K_b} > 10^2 \quad [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot C_b}$$

در برابر تقابل و الکترونی که بین مشترک با داشتن دهنده ها نداشتند تقابل می‌کنند



اگر ما الیزولیت  $K_2SO_4$  یا  $NaClO_4$  نماند که تقابل نیست چه می‌شود؟



در غلظت‌های کم ثابت تعادل غلظتی پاتریمور نیامیل

بیل است اما در غلظت‌های بالا با هم اختلاف دارند

ثابت تعادل تریمور نیامیل به غلظت وابسته نیست

\* عامل بدین این اثرات ناشی از نیروهای حاذبه بین یون‌های الیزولیت و **PAPCO**



Subject:

Year. Month. Date. ( )

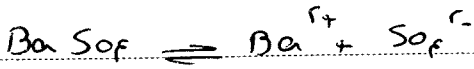
گونه‌ها را دیگر در تعادل است (یونهار + د- الازولیت با یونهار در دو الین با یونهار خالص در الی کونز)

مشاهدات تجربی در مورد اثر الازولیت هابر تعادالت شیمیایی:

1. جوهر اثر بار گونه شرکت کننده در تعادل بستلی دارد (هر چه بار یونهار اثر بار تغییرات شدیدی است)

2. در گستره وسیعی از غلظت میزان اثر یونوع الازولیت بستلی ندارد بلکه با بار کمتر به نام قدرت یون

بستلی دارد  $\mu = \frac{1}{r} \sum c_i z_i^2$    
 برای محاسبه  $\mu$  باید هم نوع یون هار هم یونهار را بدانیم   
 (بار یونهار)  $\downarrow$    
 (غلظت)  $\downarrow$



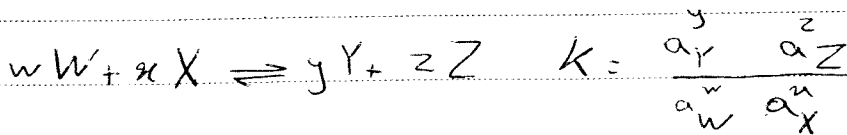
قدرت یون کلرل  $1M$   $KNO_3$  را باید

$[K^+] = [NO_3^-] = 0.1M \Rightarrow \mu = \frac{1}{r} [ [K^+] z_K^2 + [NO_3^-] z_{NO_3}^2 ]$

$= \frac{1}{r} [ (0.1)(1)^2 + (0.1)(-1)^2 ] = 0.1$

$Na_2SO_4 \ 12M \Rightarrow \mu = \frac{1}{r} [ (1/4)(1)^2 + (1/2)(2)^2 ] = 1/4$

اثر قدرت یونی  $\leftarrow$  فعالیت  $a_u = \gamma_u f_u^{\pm}$    
 غلظت گونه  $\rightarrow$  ضریب فعالیت  $\downarrow$  فعالیت گونه  $\times$





$f_m$  با بار یون و غلظت یون در نتیجه با قدرت یونی رابطه عکس دارد و با حالات رابطه مستقیم دارد

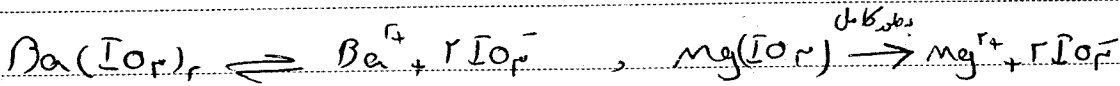
Subject:

Year. Month. Date. ( )

\* زمانی غلظت یون (تقیق باشد)  $\mu = 0$  و فرب فعالیت هم 1 باشد  $f_m = 1$

\* زمانی  $f_m$  افزایش یابد تنش یون با غلظت یون کاهش می یابد

حالات  $Ba(IO_3)_2$  در محلول  $Mg(IO_3)_2$   $0.23M$  را با بکنید  $K_{sp} Ba(IO_3)_2 = 1.05 \times 10^{-9}$



$$K_{sp} = a_{Ba^{2+}} \times (a_{IO_3^-})^2 = f_{Ba^{2+}} \times [Ba^{2+}] \times (f_{IO_3^-})^2 \times [IO_3^-]^2$$

$$K'_{sp} = \frac{K_{sp}}{f_{Ba^{2+}} \times (f_{IO_3^-})^2} = [Ba^{2+}] [IO_3^-]^2 \quad , \quad [Mg^{2+}] = 0.23 \quad , \quad [IO_3^-] = 0.46$$

$$\frac{1}{f_{Ba^{2+}} \times (f_{IO_3^-})^2} = \frac{1}{f_{Ba^{2+}} \times (0.46)^2} = \frac{1}{f_{Ba^{2+}}} \times \left( \frac{1}{0.46^2} \right) \times [Mg^{2+}]^2 [IO_3^-]^2 = 1$$

در قدرت یونی آن  $f_{IO_3^-} = 0.78 \quad , \quad f_{Ba^{2+}} = 0.28$

$$K'_{sp} = \frac{1.05 \times 10^{-9}}{0.28 \times (0.78)^2} = 6.18 \times 10^{-9}$$

بزرگ شدن  $K'_{sp}$  باعث افزایش حالات می شود  
 ریب  $K_{sp} < K'_{sp}$  در فرب فعالیتها غلظتها

$$6.18 \times 10^{-9} = S \times (0.46)^2 \Rightarrow S = \frac{6.18 \times 10^{-9}}{(0.46)^2} = 1.04 \times 10^{-8} M$$

استفاده از فعالیتها غلظت  $[HNO_3]$  را در محلول  $0.12M$   $HNO_3$  نسبت به  $NaCl$

$$\mu = \frac{1}{2} \sum z_i^2 c_i = 0.5 \quad , \quad f_{HNO_3} = 1$$

در قدرت یون  $0.5$   $f_{HNO_3} = 1$   $f_{NaCl} = 0.18$   $f_{HCl} = 0.18$

PAPCO

۲۶

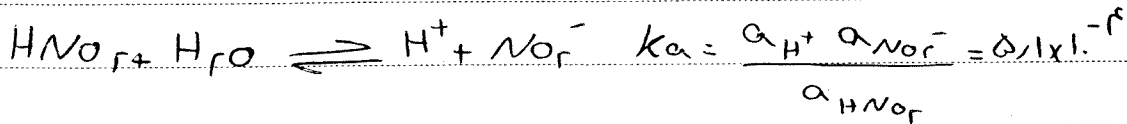
Subject:

Year. Month. Date. ( )

\* در یک قدرت یون ثابت یونهای کاتار میمان دارند  $f$  یلسانی دارند (تعداد جزئی ناشی از

قطر موثر یون آب پوشیده، زیرا است)

\* برابر گونه‌ها در بدون بار ضریب فعالیت برابر ۱ است \*



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_3^-]}{[\text{HNO}_3]} \times \frac{f_{\text{H}^+} f_{\text{NO}_3^-}}{f_{\text{HNO}_3}} = K'_a \times \frac{1.14 \times 1.1}{1} \Rightarrow K'_a = 4.1 \times 10^{-4}$$

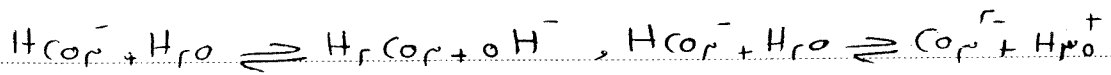
$$[\text{H}^+] = \sqrt{K'_a \cdot C_{\text{HNO}_3}} = \sqrt{4.1 \times 10^{-4} \times 1.2} = 7.1 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \checkmark$$

در حقیقت اللتولیت

در غیاب اللتولیت مقادیر سابق  $\leftarrow$   $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{\text{HNO}_3}} = 7.1 \times 10^{-3}$  از راه غلظت

منزل ۸: روش اصولی برای انجام حسابات تعادل:

۱.  $\text{NaHCO}_3$  ۱ مول در یک لیتر آب حل می‌کنیم  $[\text{Na}^+] = 1 \text{ M}$



~~H<sub>2</sub>O~~

معادلات جرم مورد نیاز برای حل سیستم‌ها را می‌نویسیم

۱. روابط ثابت تعادل ۲ معادلات موازنه جرم ۳ معادله موازنه بار

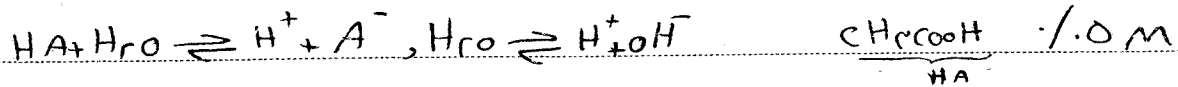
PAPCO

Subject:

Year. Month. Date.

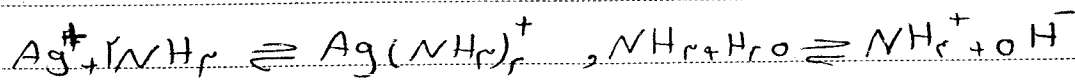
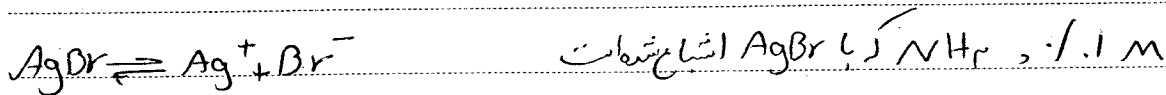
برای معادلات موازنه جرم و غلظت ها را تقادار گوییم در هر دو تقادار

غلظت ها را نیز با هم براد حل شده



$$C_{HA} = [HA] + [A^-] = 0.05, \quad [H^+] = [A^-] + [OH^-]$$

$\xrightarrow{\text{تاریخ از تنگلیک } H_2O}$        $\xrightarrow{\text{تاریخ از تنگلیک } HA}$



$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-, \quad [Ag^+] + [Ag(NH_3)_2^+] = [Br^-] \quad (1)$$

بازار املا که می آید

$$C_{NH_3} = [NH_3] + [NH_4^+] + 2[Ag(NH_3)_2^+] \quad \text{مصرف کرده است } NH_3 \text{ در } 0.2 M$$

$$[OH^-] = [NH_4^+] + [H^+] \quad (2)$$

اصل خنثی بودن الکتریک، یک تحلیل از لحاظ الکتریک همیشه خنثی است

غلظت مولر بار + = غلظت مولر بار -      پار یون × غلظت مولر یون + = غلظت مولر بار +

~ ~ ~ ~ ~ x ~ ~

Subject:

Year. Month. Date. ( )

محلول داریم که نسبت به  $NaCl$  /  $M$  است رابطه موازنه بار را برقرار بنویسید.

$$+ \text{ بار} = 1 \times [Na^+] + 1 \times [H^+] = 1 \times 10^{-7}$$

$$- \text{ بار} = 1 \times [Cl^-] + 1 \times [OH^-] = 1 \times 10^{-7}$$

$$[Na^+] + [H^+] = [Cl^-] + [OH^-]$$

$$[Ag^+] \times 1 + [Ag(NH_3)_2^+] \times 1 + [NH_3] \times 1 + [H^+] \times 1 = [Br^-] \times 1 + [OH^-] \times 1$$

( $Br^-$ )

( $OH^-$ )

ماحل حل سیستم یک سیستم حار چند تعداد:

۱ نوشتن واکنشهای شیمیایی موازنه شده ۲ نوشتن معادله بار لیت مجهول

۳ نوشتن روابط ثابت تعادل و جایگزین کردن مقادیر ثابت هادر آنها

۴ نوشتن روابط موازنه جرم ۵ نوشتن رابطه موازنه بار

۶ شمارش تعداد مجهولات ~~مجهولات~~ معادلات و تعداد مجهولات الف تعداد معادلات به تعداد مجهولات

ب) تعداد معادلات > تعداد مجهولات یا ~~بزرگتر~~ بزرگترن تقریباً هر منطقی تعداد مجهولات را

کمی کنیم یا تعداد معادلات را زیاد می کنیم ج) تعداد معادلات < تعداد مجهولات

لاگرفتن تقریباً هر مناسب ( $K_{sp}$  تعادلات حلالیت کمات)

Subject: \_\_\_\_\_

Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

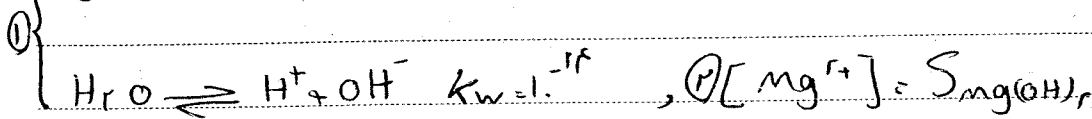
۱. حل معادلات و بدست آوردن جواب هر موقتی

۲. بررسی صحت تقریب ها ← جواب هر موقتی به جواب هر قطعی تبدیل می شود

گرفتن تقریب نقطه در معادلات موازنه بار یا موازنه جرم بلا مانع است چون فقط جمع

و تفریق داریم در اکثر تقریب تقسیم یک مجهول را منفرد نظر بگیریم جواب یا منفرد یا صحت می شود.

حالت  $Mg(OH)_2$  را در آب محاسبه کنید.  $k_{sp} = 1.8 \times 10^{-11}$



$$\textcircled{A} \quad k_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1.8 \times 10^{-11} \quad , \quad k_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$\textcircled{B} \rightarrow [OH^-] = [H^+] + 2[Mg^{2+}] \quad , \quad \textcircled{C} \rightarrow [OH^-] \times 1 = [H^+] \times 1 + [Mg^{2+}] \times 2$$

نسبتی از طالیست بر آب از تشکیل آب

زغنی کسی کمترین  $OH^-$  ناشی از آب را محاسبه از  $OH^-$  ناشی از  $Mg(OH)_2$  می شود  $\textcircled{D} \rightarrow \textcircled{E} \rightarrow \textcircled{F}$

$$\textcircled{D} \rightarrow [H^+] \ll 2[Mg^{2+}] \rightarrow [OH^-] = 2[Mg^{2+}]$$

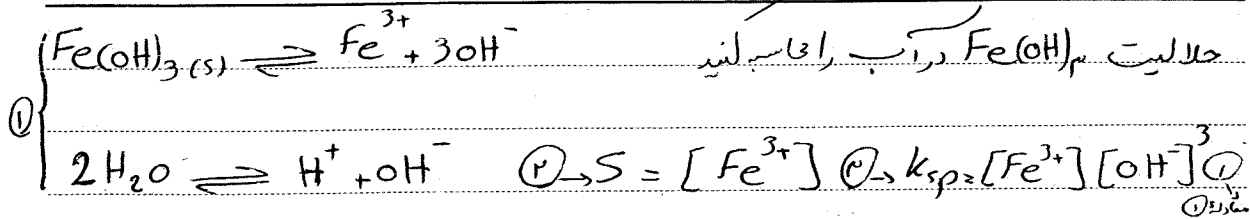
$$\textcircled{E} \rightarrow k_{sp} = [Mg^{2+}] \times (2[Mg^{2+}])^2 \Rightarrow [Mg^{2+}] = 1.48 \times 10^{-4} M = S$$

$$[OH^-] = 2[Mg^{2+}] = 2.96 \times 10^{-4} M \Rightarrow [H^+] = \frac{k_w}{[OH^-]} = 3.37 \times 10^{-11} M \quad \text{تقریب درست است}$$

۲۸

Subject:

Year. Month. Date. ( )



ماتریس

$$k_w = [H^+][OH^-] \quad ⑤ \rightarrow [OH^-]_f = [H^+] + 3[Fe^{3+}] \quad ⑥$$

معادله ⑥

⑤  $[OH^-], [H^+] + 3[Fe^{3+}]$  ⑥  $[OH^-], [H^+], [Fe^{3+}] =$  معادله ⑥

⑦  $3[Fe^{3+}] \gg [H^+] \rightarrow$  معادله ⑥  $\rightarrow [OH^-] = 3[Fe^{3+}]$

⑧ ⑤  $\rightarrow$  ①  $k_{sp} = [Fe^{3+}](3[Fe^{3+}])^3 = 4 \times 10^{-38} \Rightarrow [Fe^{3+}] = S = 2 \times 10^{-10} M$  تقریب

⑨  $[OH^-] = 3[Fe^{3+}] = 6 \times 10^{-10} M \Rightarrow [H^+] = \frac{k_w}{[OH^-]} = 1,7 \times 10^{-5}$

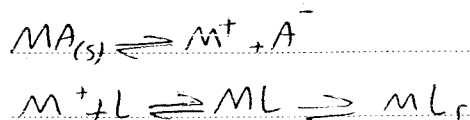
$1,7 \times 10^{-5} \gg 3 \times 2 \times 10^{-10} \Rightarrow$  تقریب اشتباهات

⑦ در باره تقریب نیز:  $[H^+] \gg 3[Fe^{3+}] \Rightarrow$  معادله ⑥  $\Rightarrow [OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$

① با  $4 \times 10^{-38} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 \Rightarrow [Fe^{3+}] = 4 \times 10^{-17} M$

$3 \times 4 \times 10^{-17} \ll 10^{-7} \Rightarrow$  تقریب درست است  $\Rightarrow [Fe^{3+}] = S$

حلالت هم در محلول عوامل کمپلکس دهنده:



P4PCO

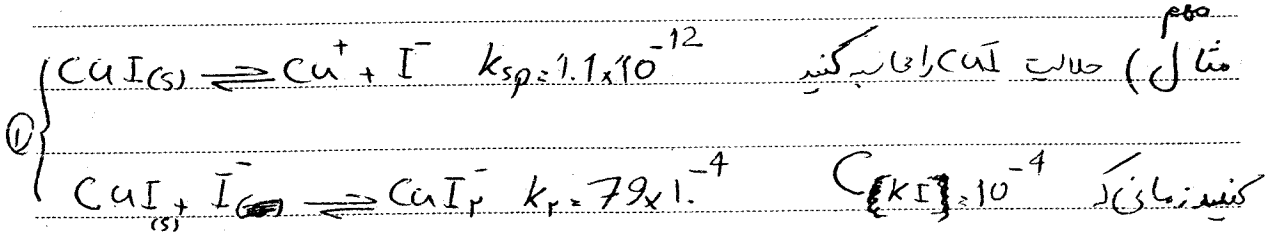
۲۸



Subject:

Year. Month. Date. ( )

حالات ذوب در محلول عوامل کمپلکس دهنده افزایش می یابد



$$\textcircled{1} S_{CuI} = [Cu^+] + [CuI_2^-] \quad \textcircled{2} k_{sp} = [Cu^+][I^-] = 1.1 \times 10^{-12}$$

$$k_f = \frac{[CuI_2^-]}{[I^-]} = 7.9 \times 10^{-4} \quad \textcircled{3} C_{KI} = [I^-] + [CuI_2^-] - [Cu^+] = 10^{-4}$$

$I^-$  ناشی از حالت ذوب

$$\textcircled{4} [Cu^+] + [K^+] = [I^-] + [CuI_2^-], [K^+] = C_{KI}$$

$$\Rightarrow C_{KI} = [I^-] + [CuI_2^-] - [Cu^+] \quad \textcircled{5} [I^-], [Cu^+], [CuI_2^-]$$

$$\textcircled{6} \text{تقریب} \Rightarrow [I^-] \gg [Cu^+], k_f \text{ خردتر} \Rightarrow [CuI_2^-] \ll [I^-]$$

$$\textcircled{7} [I^-] = 10^{-4} \quad \textcircled{8} [Cu^+] = \frac{k_{sp}}{10^{-4}} = 1.1 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$[CuI_2^-] = \frac{k_f}{[I^-]} = 7.9 \times 10^{-8}, S = [Cu^+] + [CuI_2^-] = 9.0 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\textcircled{9} \text{تقریب هادرت مستند} \checkmark 7.9 \times 10^{-8} \ll 10^{-4}, 1.1 \times 10^{-8} \ll 10^{-4} \checkmark \text{ری تقریباً}$$

معمولاً در کاهش ذوب هادرت عوامل کمپلکس دهنده می توانیم در نسبت تقریب غلظت عامل کمپلکس دهنده

باز عامل دیگر خلیه بیشتر فرقی کنیم و از حاصل ضرب  $k_{sp}$  تشکیل ذوب در  $k_f$  تشکیل کمپلکس

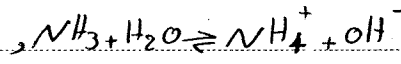
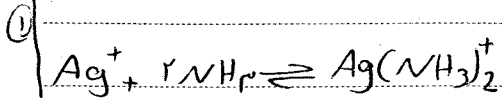
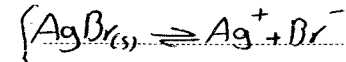
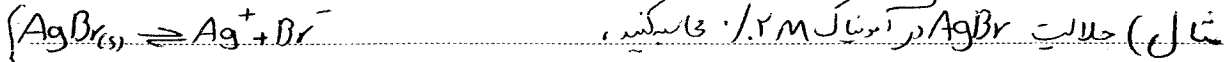
PAPCO

معمولاً غلظت یک یون از معادله حذف می شود

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۴۵۰



$$\textcircled{1} S = [Br^-] = [Ag^+] + [Ag(NH_3)_2^+]$$

$$\textcircled{2} K_{sp} = [Ag^+][Br^-] = 5.2 \times 10^{-13} \text{ A}, K_f = \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+][NH_3]^2} = \beta_2 = 1.3 \times 10^7 \text{ B}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1.76 \times 10^{-5} \text{ C} \quad \textcircled{4} [Br^-] = [Ag^+] + [Ag(NH_3)_2^+] \text{ D}$$

$$C_{NH_3} = [NH_3] + [NH_4^+] + 2[Ag(NH_3)_2^+] \text{ E}, [OH^-] = [NH_4^+] \text{ F}$$

$$\textcircled{5} [Ag^+] + [Ag(NH_3)_2^+] + [NH_4^+] = [Br^-] + [OH^-] \text{ G}$$

ترتیب ①  
 $\textcircled{1} + \textcircled{F} = \textcircled{G} \Rightarrow$  معادله مستقل نیست  $\textcircled{7} \beta_2 \rightarrow$  بزرگ  $\Rightarrow [Ag(NH_3)_2^+] \gg [Ag^+]$

ترتیب ②  
 $K_b$  کوچک  $\Rightarrow [NH_3] \gg [NH_4^+]$ ,  $AgBr_{(s)} + 2NH_3 \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+ + Br^-$

ترتیب ③  
 $K_{eq} = K_{sp} \times \beta_2 = 6.8 \times 10^{-6} = \frac{[Ag(NH_3)_2^+][Br^-]}{[NH_3]^2} \Rightarrow$  تقریب:  $[NH_3] \gg [Ag(NH_3)_2^+]$

⑧  $\rightarrow$  ① از ترتیب  $\rightarrow$  معادله  $\textcircled{D} \Rightarrow [Br^-] = [Ag(NH_3)_2^+]$

③  $\rightarrow$  ② از ترتیب  $\rightarrow$  معادله  $\textcircled{E} \Rightarrow C_{NH_3} = [NH_3] = 0.032$

PAPCO

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

$$K_{eq} = 6.8 \times 10^{-6} = \frac{[Ag(NH_3)_2^+]^2}{(0.02)} \rightarrow [Ag(NH_3)_2^+] = [Br^-] = S = 5.2 \times 10^{-5} M$$

$$K_{sp} [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Br^-]} = 10^{-8} M, \quad K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{[NH_4^+]^2}{0.02} = 1.76 \times 10^{-5}$$

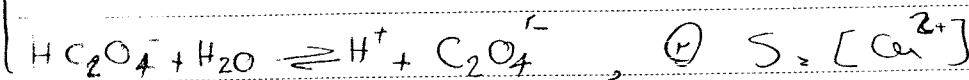
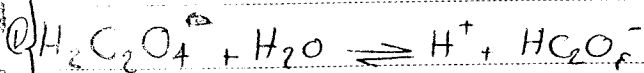
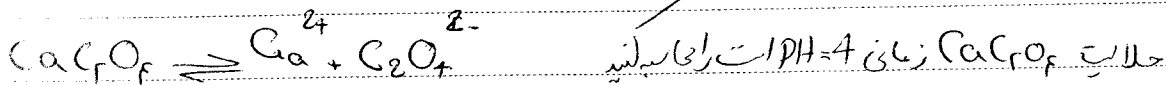
$$\Rightarrow [NH_4^+] = 5.9 \times 10^{-4} M \quad \textcircled{2} \quad [Ag(NH_3)_2^+] \gg [Ag^+] \checkmark$$

$$[NH_3] \gg [NH_4^+] \checkmark \quad [NH_3] \gg [Ag(NH_3)_2^+] \checkmark$$

$$\beta_2 = \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+][NH_3]^2} = 1.3 \times 10^7 \Rightarrow [Ag(NH_3)_2^+] = 5.2 \times 10^3 [Ag^+]$$

$$[Br^-] = [Ag(NH_3)_2^+] = 5.2 \times 10^3 \Rightarrow [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Br^-]} = \frac{K_{sp}}{5.2 \times 10^3} \Rightarrow [Br^-] = 5.2 \times 10^3 \times \frac{K_{sp}}{[Br^-]} \Rightarrow [Br^-] = 5.2 \times 10^3 \times K_{sp}$$

اثر PH بر حلالیت زمانی که PH معلوم است %



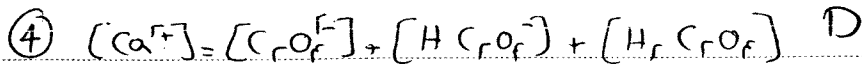
$$\textcircled{3} K_{sp} = [Ca^{2+}][C_2O_4^{2-}] \quad K_1 = \frac{[H^+][HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]} = 5.1 \times 10^{-2}$$

$$K_2 = \frac{[H^+][C_2O_4^{2-}]}{[HC_2O_4^-]} = 5.1 \times 10^{-5}$$

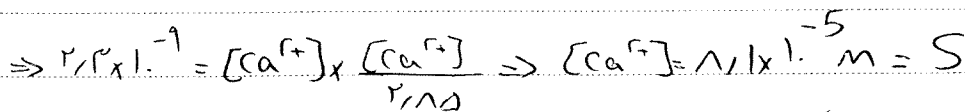
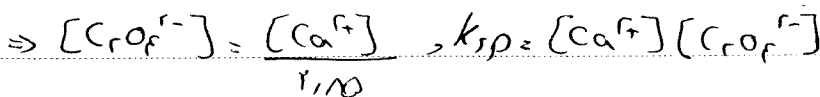
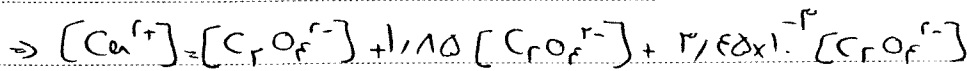
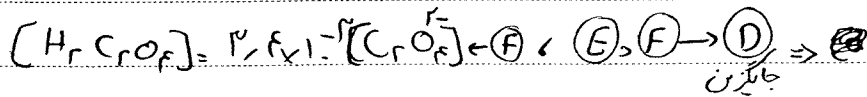
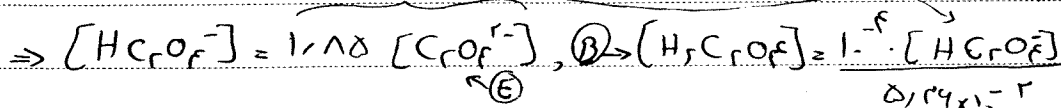
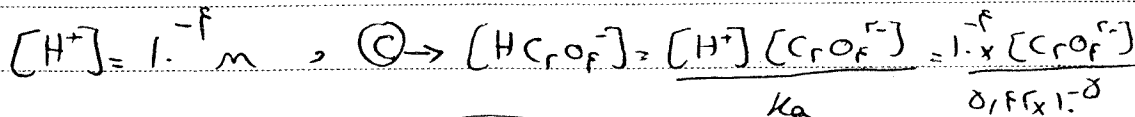
۴۱

Subject:

Year. Month. Date. ( )



در  $\text{pH} = 4$  نوع پانزدهم و غفلت نکنید که داده شده است که رابطه موازنه بار نمی توانیم بنویسیم



بنابراین خلالت هنگامی که  $\text{pH}$  متغیر است: با حالت موازنه می نویسیم  $\textcircled{1}$  در سب

خلالت قابل ملاحظه دارد در این بین آن به شدت هیدرولیزی شود  $\text{OH}^-$

حاصل از آب را صرف نظری کنیم (در  $\text{OH}^-$  حاصل از این را محاسبه کنیم)

$\textcircled{2}$  در سب خلالت قابل ملاحظه ندارد در این بین آن به شدت هیدرولیزی شود

$\text{PAPCO}$  در  $\text{pH}$  معلوم و ثابت است حل می شود  $[\text{OH}^-] = [\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

محاسبه عملی بودن جداسازیها:  $A^+ \rightarrow AR$  عامل رسوب  
 $B^- \rightarrow BR$  دهنده (R)

باید (۲) مرحله را طی کنیم: (۱) غلظت عامل رسوب دهنده برابر رسوب دادن

کنی گونه‌ای که زودتر رسوب کند را حساب می‌کنیم

(۲) غلظت عامل رسوب دهنده در استانه تشکیل رسوب برابر گونه دوم را محاسبه می‌کنیم

اگر غلظت عامل رسوب (۲) دهنده < غلظت عامل رسوب دهنده (۱) باشد جداسازی

امکان پذیر است. حد کلی: ۹۹٪ یعنی اینکه بیش تر از ۹۹ درصد از گونه

اصل رسوب کرده کمتر از ۱٪ باقی مانده است و ما کسبیم ۱٪ باقی ماندات

مثال: آبیاری توان به طور کلی  $Fe^{3+}$  و  $Mg^{2+}$  را به شکل هیدروکسید از محلول که نسبت

به هم یک از دو بین ۱M است جدا کرد. (در صورت عمل بودن چه محدوده از غلظت

$OH^-$  مجازات) حد کلی ۹۹/۹٪  $Fe(OH)_3(s) \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3OH^- \quad k_{sp} = 4 \times 10^{-38}$

$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^- \quad k_{sp} = 1.8 \times 10^{-11}$

$k_{sp} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 \rightarrow 4 \times 10^{-38} = 1 \times [OH^-]^3 \Rightarrow [OH^-] = 6 \times 10^{-13} M$

**PAPCO**  $k_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 \rightarrow 1.8 \times 10^{-11} = 1 \times [OH^-]^2 \Rightarrow [OH^-] = 1.3 \times 10^{-5} M$

۴۱

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\% 99.9 \rightarrow [Fe^{3+}] = \frac{1}{100} \times 10^{-4}$$

در بیان رسوب دادن نمی

$$4 \times 10^{-38} = 10^{-4} [OH^-]^3 \Rightarrow [OH^-] = \sqrt[3]{4} \times 10^{-12} \text{ M} \quad (1) \quad Fe^{3+} \text{ با رسوب دادن نمی تواند رسوب دهد}$$

$$(2) [OH^-] = 1.3 \times 10^{-5} \Rightarrow (1) < (2) \Rightarrow \text{حداکثر امکان پذیر است}$$

$$7 \times 10^{-12} \text{ M} < [OH^-] < 1.3 \times 10^{-5} \text{ M} \quad \text{اگر } [OH^-] \text{ در این محدوده باشد } Fe^{3+} \text{ رسوب کرده در}$$

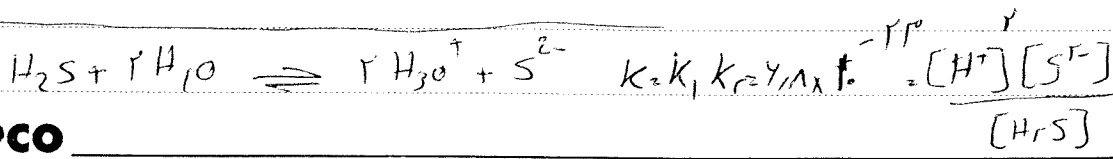
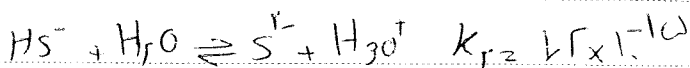
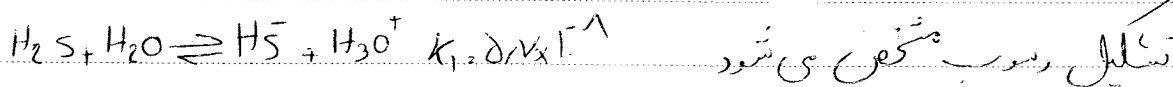
$Mg^{2+}$  املاح رسوب نکرده است (پیش از 99.9%)

لیسر از رسوب ها با  $S^{2-}$  تشکیل می شود  $[S^{2-}]$  با کنترل PH انجام پذیر است. گاز  $H_2S$

را دارد. محلول که قرار است رسوب گیر در آن انجام شود مرتب وادی کنند PH

و در آن محلول از قبل کنترل می کنند و غلظت  $H_2S$  در حدود  $10^{-3}$  ثابت باقی

می ماند در نتیجه میزان تفلیک ثابت در نتیجه  $[S^{2-}]$  ثابت در نتیجه میزان



PAPCO

Subject:

Year:

Month:

Date:

( )

$$\Rightarrow [S^{2-}] = \frac{6.8 \times 10^{-24}}{[H_3O^+]^2}$$

پس با کنترل PH عفت  $S^{2-}$  را تنظیم کنیم

مثال)  $CdS$  که محلول تر از  $Tl_2S$  (تالیوم سولفید) است. شرایط نظر برابر جدا ساز

برابر  $Cd^{2+}$  و  $Tl^+$  در سلیقه  $H_2S$  از محلولی که نسبت به هر دو کاتین  $M$  المانی باشد

$$[Cd^{2+}] = \frac{1}{10} \times \frac{1}{10} \times 10^{-4} M Cd^{2+} \quad \text{تسین کنید (جدلی) } (1/999)$$

در بیان رویگیر کنی

$$K_{sp} = [Cd^{2+}][S^{2-}] \Rightarrow [S^{2-}] = 2 \times 10^{-24} M \quad (1)$$

$$K_{sp} = [Tl^+]^2[S^{2-}] \Rightarrow [S^{2-}] = 10^{-20} M \quad (2)$$

$$[1] < [2]$$

جدا ساز امکان پذیر است

$$(1) \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{\frac{6.8 \times 10^{-24}}{2 \times 10^{-24}}} = 1.8 M$$

$$(2) [H_3O^+] = \sqrt{\frac{6.8 \times 10^{-24}}{10^{-20}}} = 0.026 = 0.03 M$$

$Cd^{2+}$  به طور کامل رسوب می کند اما  $Tl^+$  اصلاً رسوب نمی کند (در این رنج)

$$0.03 M < [H_3O^+] < 1.8 M \Rightarrow$$

۴۲

Subject:

Year. Month. Date. ( )

عوامل موثر بر حلالیت } نوع حلال

دما

PH

اثر یون مشترک

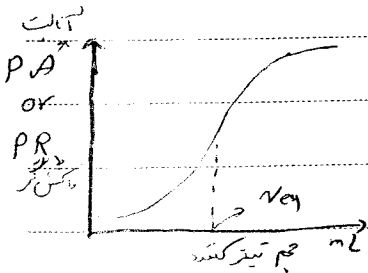
اثر تشکیل کمپلکس

اثر قدرت یونی (التردیست خارجی)



Subject: \_\_\_\_\_  
 Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

روش های نتره سنجی: تیرا سنجی هایی که با نتره نیتات انجام می شود



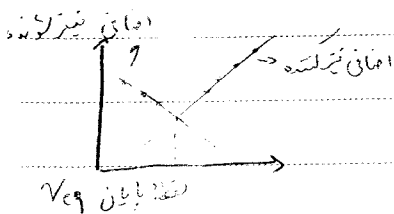
۲ نوع سنجی تیرا سنجی داریم از نظر شکل: ۱- شکل خطی پاره خط

در سنجی های شکل اندازه گیری در حین تحول در نقطه الرالان

اهمیت زیاد در دارد بزرگ  $+0.1$  تا  $+0.15$  میل از اطراف نقطه الرالان

دره سنجی پاره خط اندازه گیری در دوران نقطه eq انجام می شود زمانی از سنجی پاره خط

استقاده ~~می شود که واکنش کامل نباشد~~ افقانی تیرا سنجی پاره خط را دست کامل شدن



سنجی پاره خط

۴۴

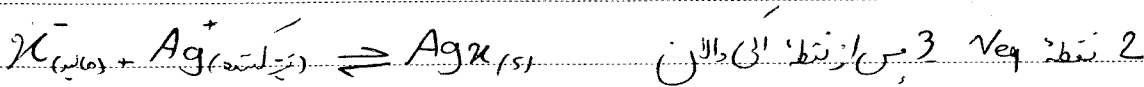
Subject:

Year. Month. Date. ( )

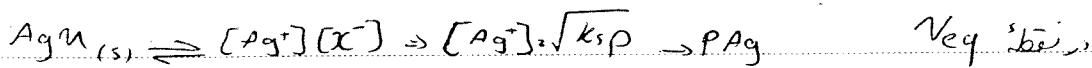
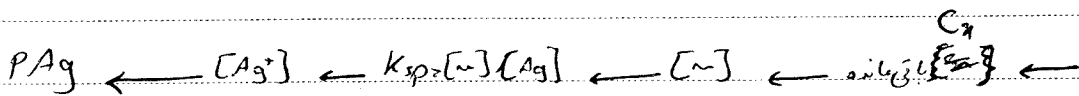
در منحنی‌های شکل ۵ زمان نقطه پایان را مشاهده می‌کنیم که تدریجاً در  $PA$  یا  $PR$

در اواخر حجم کمی از تیتراکننده صورت بگیرد و عملاً در نزدیک  $V_{eq}$  به اتمام می‌رسد.

رسم منحنی تیتراسیون نقره‌سنجی سه نوع محاسبه لازم داریم: 1. نقطه‌های پیش از  $V_{eq}$  است



برای نقاط پیش از  $V_{eq}$ : حجم دغلقت آنالیت را داریم، حجم تیتراکننده ( $Ag^+$ ) اضافه شده و غلظت  $Ag^+$

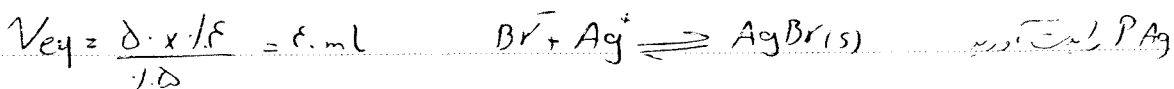


پس از نقطه  $V_{eq}$  از در  $Ag^+$  اضافی، اضافه شده پس از  $V_{eq}$  را محاسبه می‌کنیم

از در  $[Ag^+]$  را محاسبه می‌کنیم

غلظت  $[Ag^+]$  پس از افزایش ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۳۹، ۴۰

۴۱، ۴۵، ۵۰ میلی‌لیتر  $AgNO_3$  ۱.۵M به ۵۰ میلی‌لیتر  $KBr$  ۱.۴M اضافه می‌کنیم



PAPCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$C_{Br^-} = \frac{\text{mmol } Br^- \text{ اولی} - \text{mmol } Ag^+ \text{ اضافه شده}}{V_{eq}} \quad ; \quad V_{eq} \text{ از قبل}$$

$$[Br^-] = C_{Br^-} + [Ag^+] \quad ; \quad K_{sp} = [Ag^+][Br^-] \Rightarrow [Ag^+] \Rightarrow pAg = -\log[Ag^+]$$

بر کل محلول  
 $\swarrow$   $\searrow$   
 $AgBr$  ناشی از انتقال  $Br^-$

$$5 \text{ mL } AgNO_3 \quad C_{Br^-} = \frac{50 \times 0.04 - 5 \times 0.05}{55} = 3.182 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$C_{Br^-} = [Br^-] \Rightarrow Ag^+ = \frac{K_{sp}}{[Br^-]} = \frac{5.2 \times 10^{-13}}{3.182 \times 10^{-2}} = 1.635 \times 10^{-11} \text{ M} \quad ; \quad [Br^-] \gg [Ag^+] \quad ; \quad pAg = 10.79$$

$$30 \text{ mL } AgNO_3 \Rightarrow C_{Br^-} = \frac{5 \times 0.04 - 30 \times 0.05}{5 + 30} = 8.12 \times 10^{-6} \Rightarrow [Ag^+] = 9.1204 \times 10^{-8} \text{ M} \Rightarrow pAg = 9.03$$

$$f \text{ mL } Ag^+ \quad AgBr \rightleftharpoons Ag^+ + Br^- \Rightarrow [Ag^+] = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{5.2 \times 10^{-13}} \Rightarrow pAg = 6.14 \quad ; \quad V_{eq}$$

$$C_{Ag^+} = \frac{\text{mmol } Ag^+ \text{ اضافه شده} - \text{mmol } Br^-}{V} \quad ; \quad [Ag^+] = C_{Ag^+} + [Br^-] \quad ; \quad V_{eq} \text{ از قبل}$$

$\swarrow$   $\searrow$   
 $Ag^+$  ناشی از انتقال  $Br^-$

$$V = f \text{ mL } Ag^+ \Rightarrow C_{Ag^+} = \frac{f \times 0.05 - 5 \times 0.04}{5 + f} = 5.1490 \times 10^{-6} \Rightarrow pAg = 3.26$$

$$[Br^-] = \frac{K_{sp}}{[Ag^+]} = 10^{-9} \quad ; \quad [Br^-] \ll [Ag^+] \quad ; \quad \checkmark$$

$$V_{eq} \text{ نقطه } \Delta pAg = 6 \Rightarrow \Delta [Ag^+] = 10^{-6}$$

در محلول فارسی شکل اگر برابر 11 mL + نزدیک پایانی  $\Delta R$  و  $\Delta p$  است

نقطه پایانی رضای بخش است

Subject:

Year. Month. Date. ( )

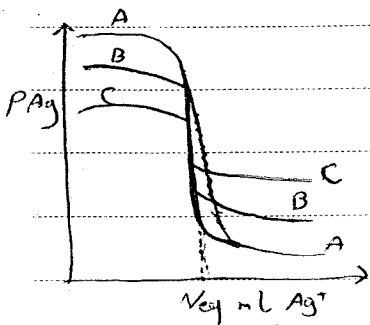
علاقات هلا با ۳ رقم معنی دار  $10^{-4}$  تا  $10^{-6}$  و  $PA$  یا  $PR$  تا ۲ رقم پس از اعشار گزارش

بی کسیر  $0.2 \times 10^{-4}$

عوامل مؤثر بر تیزر نقطه پایانی:  $\Delta P$  بزرگتر، حجم حلال کم، ماده تیزر کند در تریلی نقطه ارجح

تفسیر زیاد در  $PA$  یا  $PR$  صورت ببرد تشخیص نقطه پایانی راحت خواهد بود

عوامل ۱. غلظت واکنش  $\Delta P$  میزان کامل بودن واکنش ها



۱- ۵۰ mL محلول  $0.5 \text{ M Br}^-$  با محلول  $0.1 \text{ M Ag}^+$  تیزر شود A

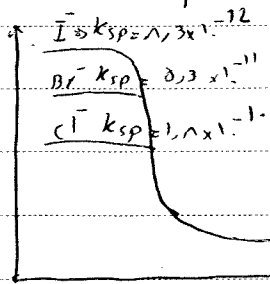
B - - -  $0.1 \text{ M}$  - - - -  $0.5 \text{ M}$  - - - - ۵۰ mL

C - - -  $0.1 \text{ M}$  - - - -  $0.5 \text{ M}$  - - - -

\* هر چه غلظت واکنش  $\Delta P$  بزرگتر باشد، تفسیر حجم کم، تیزر شود

در تیزر نقطه پایانی شتر است

۵۰ mL محلول  $0.5 \text{ M Cl}^-$  که با  $0.1 \text{ M AgNO}_3$  تیزر شود



- \* هر چه  $k_{sp}$  کوچکتر باشد، میزان کامل بودن تیزر باشد
- \* هر چه  $k$  کمپلکس بزرگتر باشد
- \* غلظت اسید

مشاسارها شیمیایی برای تشخیص نقطه پایانی: زمان مشاهده می شود که

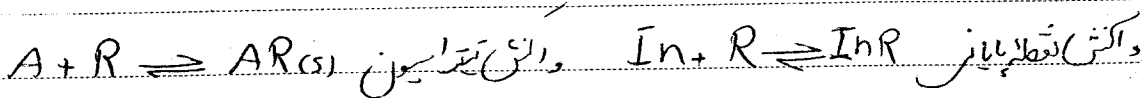
تغییر رنگ یا ظهور یا ناپدید شدن یک محلول باشد

P4PCO

Subject.

Year. Month. Date. ( )

شناختگر به طور رقابتی عمل می کند با این ازدانش دهندگان



\* شناختگر معمولاً با افزایش تیزتر کنده دارد واکنشی شود.

رابطه شناختگر: (برابر داشتن نقطه پایان خوب) 1 غلظت کم  $InR$  شکل ظاهر

تحلیل تیزتر ایمن را تغییر دهد (تفرنگ ایجاد کند) 2 ثابت تعادل واکنش شناختگر

$(K_{eq} InR)$  طوری باشد که در نتیجه تغییر غلظت  $R$  در نقطه اکر والانس بت غلظت

$[InR]$  در صورت زیاد شود

$[In]$

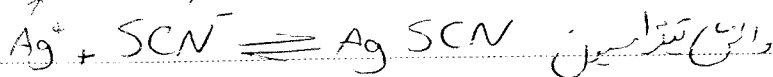
روش های تشخیص نقطه پایان: 1 تشکیل کمپلکس محلول رنگ 2 تشکیل رسوب رنگ

3 استفاده از شناختگر خارج جذب طعم 4 هدایت سنجی 5 پتانسیومتر

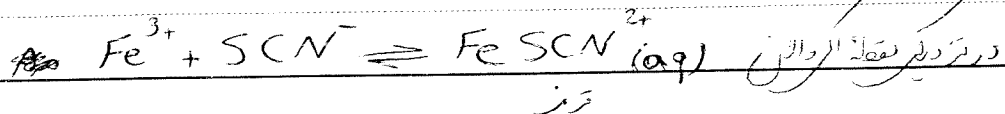
1 در تشکیل کمپلکس رنگ روش ولپارد ، 2 روش مور ، 3 روش ناهایز

روش ولپارد روش درون برنار  $Ag^+$  یا  $SCN^-$  در حضور شناختگر  $Fe^{2+}$  تیزتر شوند

تیزکننده



PAPCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )

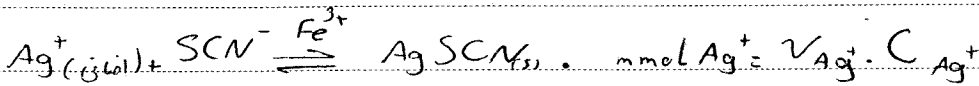
غلظت  $Fe^{3+}$  باید بطور انتخاب شود که در زمانی که تمام  $Ag^+$  واکنش داده به تواند با  $SCN^-$  واکنش دهد

همچنین باید اسیدر با  $Fe^{3+}$  بطور آهسته تشکیل نمیشود (به سبب  $Fe(OH)_3$  تبدیل نمیشود)

انجام تیتراسیون در محیط اسیدر دایر مزایا هست:  $1. CO_3^{2-}$ ، انزالات، ارسنات ر

محیط اسیدر مزایای ایجاد نمی کند. به صورت  $H_2CO_3$  باقی می ماند با  $Ag^+$  واکنش نمی دهد  
 $I^-$  شناساگر با  $OH^-$  موجود در محیط تشکیل رسوب نمی دهد چون در محیط اسیدر  $OH^-$  وجود ندارد  
 روش دلپارده کاربردها: تعیین غیر مستقیم هالید

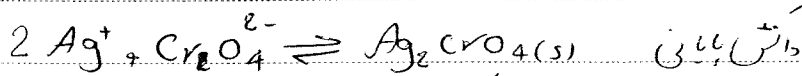
مقدار اضافی و معین از  $Ag^+$  اضافه می کنیم  $AgX_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+ + X^-$  : اندازه گیر هالید (X)



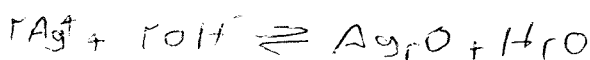
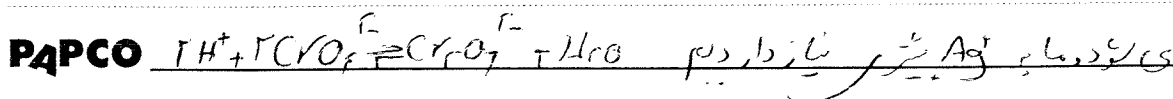
$$mmol Ag^+ = V_{SCN^-} \cdot C_{SCN^-} \quad mmol Ag^+ = V_{Ag^+} \cdot C_{Ag^+} - V_{SCN^-} \cdot C_{SCN^-}$$

روش مور: یون هالید با محلول استاندارد  $Ag^+$  در حضور درومات به ظاهر عنوان

شناساگر - طور مستقیم دانش می دهد  $Ag^+ + X^- \rightleftharpoons AgX_{(s)}$  دانش تیتراسیون



اگر  $pH$  (بالاتر)  $pH$  (پایین)  $CrO_4^{2-} \rightarrow CrO_4^{2-}$  تبدیل  
 در  $pH = 10$  انجام می شود: چون  $Ag^+$  با  $OH^-$  دانش می دهد و  $CrO_4^{2-} \rightarrow CrO_4^{2-}$



Subject:

Year. Month. Date. ( )

Cl<sub>2</sub> در آب درش بوری توان بیشتر کرد در I رانی توان چون I پایین کرد علت اکسید

ی شود و I<sub>2</sub> تبدیل می شود

I<sub>2</sub> شنا سازگار جذب سطح مواد اگر هستند که در هر سطحی با جذب شدن

در سطح جامد رسوب با رنگ رسوب را عوض می کنند (رسوب تشکیل نمی شود) <sup>تندت</sup> <sub>در سطح تکی</sub>

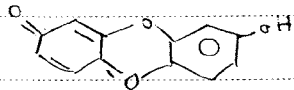
در هر دو رنگ رسوب عوض می شود

از نظر تئوری باید شنا سازگار جذب سطح در نقطه ایزوالن در رسوب محسبند و نزدیک <sup>برهنگ</sup>

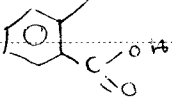
هم جذب داریم و هم وا جذب در درش وا جذب در نقطه ایزوالن از رسوب جوی می شود ~ ~

روش تجربی

روش ناجاز: یون کلرید با محلول استاندارد <sup>AgNO<sub>3</sub></sup> در حضور شنا ساز فلنو رستین در گشت <sup>بافت</sup>



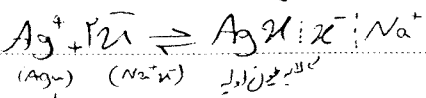
(این ترکیب یک اسید ضعیف است)



ساختار مولکول بزرگ و سطح راحت جذب سطحی می شوند

یک گروه عاملی اسید ضعیف دارد بطور فزونی تشکیل می شود

قبل از <sup>Ve<sub>eq</sub></sup>



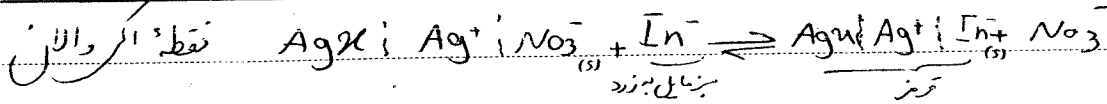
تا قبل از <sup>کوتاه</sup> اگر ایلان ما زاندر داریم در

رسوب <sup>Ag<sub>2</sub>S</sup> می چسبند و یون - دارد و برابر خنثی شدن بار <sup>Ag<sup>+</sup></sup> در کنار آن قرار می گیرد

۲۶

Subject:

Year. Month. Date. ( )



رنگ از محلول به سببی رود در  $V_{eq}$

چون ما دارالبر بار - ات و  $In^-$  هم - ات پس در زمانی که ما  $In^-$  داریم  $In^-$  در ذره

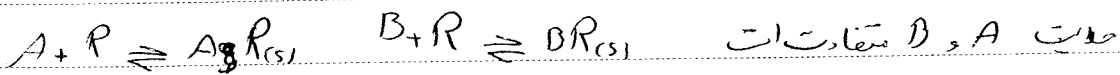
منقل می شود اما در  $V_{eq}$  در  $Ag^+$  در کنار سبب قرار می گیرد و  $In^-$  می تواند در کنار سبب قرار گیرد

$pH = 7.10$  اگر  $pH \uparrow$  سبب می کند در  $pH$  به چار آئین  $In^-$  موبل  $In^-$  داریم

\* در این مثال اگر شما دارالبر بار باشد واجب است اتفاق می افتد

یعنی پیدا می کن مخلوطها؛ اگر دو گونه باید عامل سبب آهسته سبب جانی با محلات

مقدمات ایجاد کنیم می توانیم کن دو گونه را در حضور هم اندازه گیری کنیم



آ را در حضور آ پیدا کنیم بدون اینکه آن مزاحمت ایجاد کند

~~5 ml~~ از محلول که بت در  $0.5 M$  بت در  $0.1 M$  است

توسط  $Ag^+$  غلظت  $0.1 M$  یعنی شود در شروع سبب کردن  $AgCl$  درصد  $I$  باقی

P4PCO

مانده در محلول چه قدر است؟





Subject:

Year. Month. Date. ( )

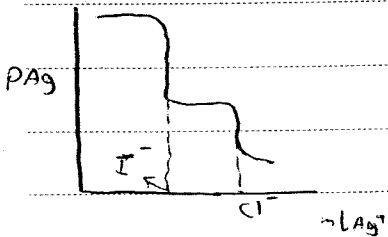
قبل از آن  $Ag^+$  mmol اضافه شده - mmol  $I^-$  اولیه  $C_{I^-} = 1-24.9 \text{ mL } Ag^+$

مجموع کل محلول

تا محلول میل از قبل از نقطه ایزودالان از  $[Ag^+]$  مفرقه نظری کنیم  
 $[I^-] = C_{I^-} - [Ag^+]$

$$24.9 \text{ mL } Ag^+ \Rightarrow C_{I^-} = \frac{0.05 \times 100 - 24.9 \times 1}{24.9 + 50} = 1.333 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_{sp} = [Ag^+][I^-] \Rightarrow 1.3 \times 10^{-17} = [Ag^+](1.333 \times 10^{-4}) \Rightarrow [Ag^+] = 9.72 \times 10^{-14} \text{ M}$$



در ۲۴.۹ از  $[Ag^+]$  مفرقه نظری داریم اما در نقطه ۲۵ نمی توانیم

در ۲۴.۹ باید  $[Cl^-]$  را در  $[Ag^+]$  قرار بکنیم  $Q$

باید  $K_{sp}$  از  $AgCl$  باشد تا به بیانیم در  $AgCl$  تشکیل نمی شود

بعد از نقطه ایزودالان  $I^-$  در قبل از ایزودالان  $Ag^+$  mmol اضافه شده بار اول  $C_{Cl^-} =$

با  $I^-$  واکنش داده است

$$از ۵۰ mL نقطه  $Cl^-$  با  $Ag^+$  واکنش می دهد  $(V_{Ag^+} - 25) \times 0.1$$$

ایزودالان

$$K_{sp} = (C_{Cl^-} + [Ag^+]) [Ag^+]$$

معادله ۲ مجهول را در  $[Ag^+]$  در اصل از با خود  $\checkmark$

فصل ۳: تیتراسیون هالوژنی  
 همیشه در تیتراسیون هالوژنی شدن از اسید قوی با باز قوی استفاده می کنند

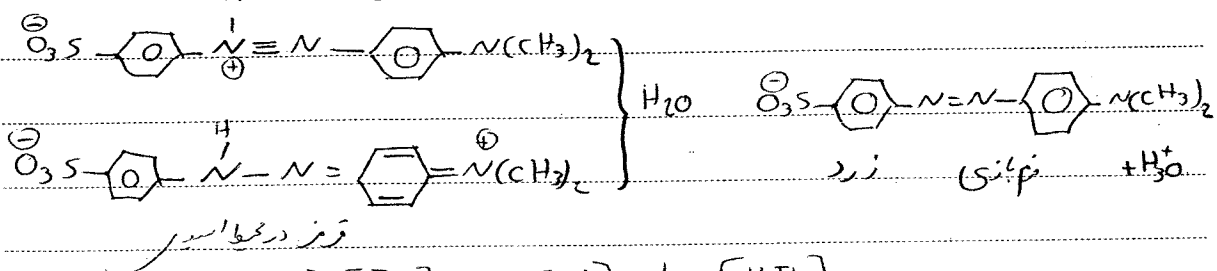
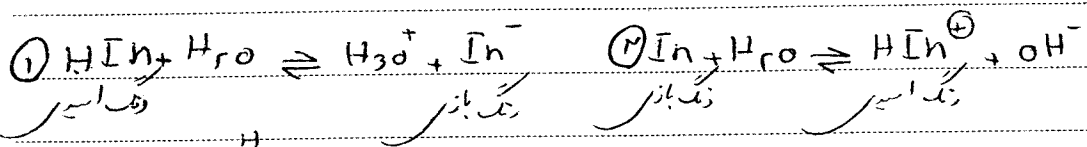
تا واکنش کامل باشد اسید قوی تر  $HCl$ ،  $H_2SO_4$ ،  $HNO_3$ ،  $HClO_4$ ،  $KOH$ ،  $NaOH$ ،  $H_2O$ ،  $Na_2CO_3$ ،  $NaHCO_3$ ،  $Na_2O$ ،  $Na_2O_2$ ،  $Na_2S$ ،  $Na_2SO_3$ ،  $Na_2SO_4$ ،  $Na_2S_2O_3$ ،  $Na_2S_2O_8$ ،  $Na_2C_2O_4$ ،  $Na_2C_2O_3$ ،  $Na_2C_2O_2$ ،  $Na_2C_2O$ ،  $Na_2C_2$ ،  $Na_2C$ ،  $Na_2$ ،  $Na$ ،  $H_2$ ،  $H$ ،  $O_2$ ،  $O$ ،  $S$ ،  $S_2$ ،  $S_8$ ،  $S_{2n}$ ،  $S_n$ ،  $S_{2n-2}$ ،  $S_{2n-4}$ ،  $S_{2n-6}$ ،  $S_{2n-8}$ ،  $S_{2n-10}$ ،  $S_{2n-12}$ ،  $S_{2n-14}$ ،  $S_{2n-16}$ ،  $S_{2n-18}$ ،  $S_{2n-20}$ ،  $S_{2n-22}$ ،  $S_{2n-24}$ ،  $S_{2n-26}$ ،  $S_{2n-28}$ ،  $S_{2n-30}$ ،  $S_{2n-32}$ ،  $S_{2n-34}$ ،  $S_{2n-36}$ ،  $S_{2n-38}$ ،  $S_{2n-40}$ ،  $S_{2n-42}$ ،  $S_{2n-44}$ ،  $S_{2n-46}$ ،  $S_{2n-48}$ ،  $S_{2n-50}$ ،  $S_{2n-52}$ ،  $S_{2n-54}$ ،  $S_{2n-56}$ ،  $S_{2n-58}$ ،  $S_{2n-60}$ ،  $S_{2n-62}$ ،  $S_{2n-64}$ ،  $S_{2n-66}$ ،  $S_{2n-68}$ ،  $S_{2n-70}$ ،  $S_{2n-72}$ ،  $S_{2n-74}$ ،  $S_{2n-76}$ ،  $S_{2n-78}$ ،  $S_{2n-80}$ ،  $S_{2n-82}$ ،  $S_{2n-84}$ ،  $S_{2n-86}$ ،  $S_{2n-88}$ ،  $S_{2n-90}$ ،  $S_{2n-92}$ ،  $S_{2n-94}$ ،  $S_{2n-96}$ ،  $S_{2n-98}$ ،  $S_{2n-100}$ ،  $S_{2n-102}$ ،  $S_{2n-104}$ ،  $S_{2n-106}$ ،  $S_{2n-108}$ ،  $S_{2n-110}$ ،  $S_{2n-112}$ ،  $S_{2n-114}$ ،  $S_{2n-116}$ ،  $S_{2n-118}$ ،  $S_{2n-120}$ ،  $S_{2n-122}$ ،  $S_{2n-124}$ ،  $S_{2n-126}$ ،  $S_{2n-128}$ ،  $S_{2n-130}$ ،  $S_{2n-132}$ ،  $S_{2n-134}$ ،  $S_{2n-136}$ ،  $S_{2n-138}$ ،  $S_{2n-140}$ ،  $S_{2n-142}$ ،  $S_{2n-144}$ ،  $S_{2n-146}$ ،  $S_{2n-148}$ ،  $S_{2n-150}$ ،  $S_{2n-152}$ ،  $S_{2n-154}$ ،  $S_{2n-156}$ ،  $S_{2n-158}$ ،  $S_{2n-160}$ ،  $S_{2n-162}$ ،  $S_{2n-164}$ ،  $S_{2n-166}$ ،  $S_{2n-168}$ ،  $S_{2n-170}$ ،  $S_{2n-172}$ ،  $S_{2n-174}$ ،  $S_{2n-176}$ ،  $S_{2n-178}$ ،  $S_{2n-180}$ ،  $S_{2n-182}$ ،  $S_{2n-184}$ ،  $S_{2n-186}$ ،  $S_{2n-188}$ ،  $S_{2n-190}$ ،  $S_{2n-192}$ ،  $S_{2n-194}$ ،  $S_{2n-196}$ ،  $S_{2n-198}$ ،  $S_{2n-200}$ ،  $S_{2n-202}$ ،  $S_{2n-204}$ ،  $S_{2n-206}$ ،  $S_{2n-208}$ ،  $S_{2n-210}$ ،  $S_{2n-212}$ ،  $S_{2n-214}$ ،  $S_{2n-216}$ ،  $S_{2n-218}$ ،  $S_{2n-220}$ ،  $S_{2n-222}$ ،  $S_{2n-224}$ ،  $S_{2n-226}$ ،  $S_{2n-228}$ ،  $S_{2n-230}$ ،  $S_{2n-232}$ ،  $S_{2n-234}$ ،  $S_{2n-236}$ ،  $S_{2n-238}$ ،  $S_{2n-240}$ ،  $S_{2n-242}$ ،  $S_{2n-244}$ ،  $S_{2n-246}$ ،  $S_{2n-248}$ ،  $S_{2n-250}$ ،  $S_{2n-252}$ ،  $S_{2n-254}$ ،  $S_{2n-256}$ ،  $S_{2n-258}$ ،  $S_{2n-260}$ ،  $S_{2n-262}$ ،  $S_{2n-264}$ ،  $S_{2n-266}$ ،  $S_{2n-268}$ ،  $S_{2n-270}$ ،  $S_{2n-272}$ ،  $S_{2n-274}$ ،  $S_{2n-276}$ ،  $S_{2n-278}$ ،  $S_{2n-280}$ ،  $S_{2n-282}$ ،  $S_{2n-284}$ ،  $S_{2n-286}$ ،  $S_{2n-288}$ ،  $S_{2n-290}$ ،  $S_{2n-292}$ ،  $S_{2n-294}$ ،  $S_{2n-296}$ ،  $S_{2n-298}$ ،  $S_{2n-300}$ ،  $S_{2n-302}$ ،  $S_{2n-304}$ ،  $S_{2n-306}$ ،  $S_{2n-308}$ ،  $S_{2n-310}$ ،  $S_{2n-312}$ ،  $S_{2n-314}$ ،  $S_{2n-316}$ ،  $S_{2n-318}$ ،  $S_{2n-320}$ ،  $S_{2n-322}$ ،  $S_{2n-324}$ ،  $S_{2n-326}$ ،  $S_{2n-328}$ ،  $S_{2n-330}$ ،  $S_{2n-332}$ ،  $S_{2n-334}$ ،  $S_{2n-336}$ ،  $S_{2n-338}$ ،  $S_{2n-340}$ ،  $S_{2n-342}$ ،  $S_{2n-344}$ ،  $S_{2n-346}$ ،  $S_{2n-348}$ ،  $S_{2n-350}$ ،  $S_{2n-352}$ ،  $S_{2n-354}$ ،  $S_{2n-356}$ ،  $S_{2n-358}$ ،  $S_{2n-360}$ ،  $S_{2n-362}$ ،  $S_{2n-364}$ ،  $S_{2n-366}$ ،  $S_{2n-368}$ ،  $S_{2n-370}$ ،  $S_{2n-372}$ ،  $S_{2n-374}$ ،  $S_{2n-376}$ ،  $S_{2n-378}$ ،  $S_{2n-380}$ ،  $S_{2n-382}$ ،  $S_{2n-384}$ ،  $S_{2n-386}$ ،  $S_{2n-388}$ ،  $S_{2n-390}$ ،  $S_{2n-392}$ ،  $S_{2n-394}$ ،  $S_{2n-396}$ ،  $S_{2n-398}$ ،  $S_{2n-400}$ ،  $S_{2n-402}$ ،  $S_{2n-404}$ ،  $S_{2n-406}$ ،  $S_{2n-408}$ ،  $S_{2n-410}$ ،  $S_{2n-412}$ ،  $S_{2n-414}$ ،  $S_{2n-416}$ ،  $S_{2n-418}$ ،  $S_{2n-420}$ ،  $S_{2n-422}$ ،  $S_{2n-424}$ ،  $S_{2n-426}$ ،  $S_{2n-428}$ ،  $S_{2n-430}$ ،  $S_{2n-432}$ ،  $S_{2n-434}$ ،  $S_{2n-436}$ ،  $S_{2n-438}$ ،  $S_{2n-440}$ ،  $S_{2n-442}$ ،  $S_{2n-444}$ ،  $S_{2n-446}$ ،  $S_{2n-448}$ ،  $S_{2n-450}$ ،  $S_{2n-452}$ ،  $S_{2n-454}$ ،  $S_{2n-456}$ ،  $S_{2n-458}$ ،  $S_{2n-460}$ ،  $S_{2n-462}$ ،  $S_{2n-464}$ ،  $S_{2n-466}$ ،  $S_{2n-468}$ ،  $S_{2n-470}$ ،  $S_{2n-472}$ ،  $S_{2n-474}$ ،  $S_{2n-476}$ ،  $S_{2n-478}$ ،  $S_{2n-480}$ ،  $S_{2n-482}$ ،  $S_{2n-484}$ ،  $S_{2n-486}$ ،  $S_{2n-488}$ ،  $S_{2n-490}$ ،  $S_{2n-492}$ ،  $S_{2n-494}$ ،  $S_{2n-496}$ ،  $S_{2n-498}$ ،  $S_{2n-500}$ ،  $S_{2n-502}$ ،  $S_{2n-504}$ ،  $S_{2n-506}$ ،  $S_{2n-508}$ ،  $S_{2n-510}$ ،  $S_{2n-512}$ ،  $S_{2n-514}$ ،  $S_{2n-516}$ ،  $S_{2n-518}$ ،  $S_{2n-520}$ ،  $S_{2n-522}$ ،  $S_{2n-524}$ ،  $S_{2n-526}$ ،  $S_{2n-528}$ ،  $S_{2n-530}$ ،  $S_{2n-532}$ ،  $S_{2n-534}$ ،  $S_{2n-536}$ ،  $S_{2n-538}$ ،  $S_{2n-540}$ ،  $S_{2n-542}$ ،  $S_{2n-544}$ ،  $S_{2n-546}$ ،  $S_{2n-548}$ ،  $S_{2n-550}$ ،  $S_{2n-552}$ ،  $S_{2n-554}$ ،  $S_{2n-556}$ ،  $S_{2n-558}$ ،  $S_{2n-560}$ ،  $S_{2n-562}$ ،  $S_{2n-564}$ ،  $S_{2n-566}$ ،  $S_{2n-568}$ ،  $S_{2n-570}$ ،  $S_{2n-572}$ ،  $S_{2n-574}$ ،  $S_{2n-576}$ ،  $S_{2n-578}$ ،  $S_{2n-580}$ ،  $S_{2n-582}$ ،  $S_{2n-584}$ ،  $S_{2n-586}$ ،  $S_{2n-588}$ ،  $S_{2n-590}$ ،  $S_{2n-592}$ ،  $S_{2n-594}$ ،  $S_{2n-596}$ ،  $S_{2n-598}$ ،  $S_{2n-600}$ ،  $S_{2n-602}$ ،  $S_{2n-604}$ ،  $S_{2n-606}$ ،  $S_{2n-608}$ ،  $S_{2n-610}$ ،  $S_{2n-612}$ ،  $S_{2n-614}$ ،  $S_{2n-616}$ ،  $S_{2n-618}$ ،  $S_{2n-620}$ ،  $S_{2n-622}$ ،  $S_{2n-624}$ ،  $S_{2n-626}$ ،  $S_{2n-628}$ ،  $S_{2n-630}$ ،  $S_{2n-632}$ ،  $S_{2n-634}$ ،  $S_{2n-636}$ ،  $S_{2n-638}$ ،  $S_{2n-640}$ ،  $S_{2n-642}$ ،  $S_{2n-644}$ ،  $S_{2n-646}$ ،  $S_{2n-648}$ ،  $S_{2n-650}$ ،  $S_{2n-652}$ ،  $S_{2n-654}$ ،  $S_{2n-656}$ ،  $S_{2n-658}$ ،  $S_{2n-660}$ ،  $S_{2n-662}$ ،  $S_{2n-664}$ ،  $S_{2n-666}$ ،  $S_{2n-668}$ ،  $S_{2n-670}$ ،  $S_{2n-672}$ ،  $S_{2n-674}$ ،  $S_{2n-676}$ ،  $S_{2n-678}$ ،  $S_{2n-680}$ ،  $S_{2n-682}$ ،  $S_{2n-684}$ ،  $S_{2n-686}$ ،  $S_{2n-688}$ ،  $S_{2n-690}$ ،  $S_{2n-692}$ ،  $S_{2n-694}$ ،  $S_{2n-696}$ ،  $S_{2n-698}$ ،  $S_{2n-700}$ ،  $S_{2n-702}$ ،  $S_{2n-704}$ ،  $S_{2n-706}$ ،  $S_{2n-708}$ ،  $S_{2n-710}$ ،  $S_{2n-712}$ ،  $S_{2n-714}$ ،  $S_{2n-716}$ ،  $S_{2n-718}$ ،  $S_{2n-720}$ ،  $S_{2n-722}$ ،  $S_{2n-724}$ ،  $S_{2n-726}$ ،  $S_{2n-728}$ ،  $S_{2n-730}$ ،  $S_{2n-732}$ ،  $S_{2n-734}$ ،  $S_{2n-736}$ ،  $S_{2n-738}$ ،  $S_{2n-740}$ ،  $S_{2n-742}$ ،  $S_{2n-744}$ ،  $S_{2n-746}$ ،  $S_{2n-748}$ ،  $S_{2n-750}$ ،  $S_{2n-752}$ ،  $S_{2n-754}$ ،  $S_{2n-756}$ ،  $S_{2n-758}$ ،  $S_{2n-760}$ ،  $S_{2n-762}$ ،  $S_{2n-764}$ ،  $S_{2n-766}$ ،  $S_{2n-768}$ ،  $S_{2n-770}$ ،  $S_{2n-772}$ ،  $S_{2n-774}$ ،  $S_{2n-776}$ ،  $S_{2n-778}$ ،  $S_{2n-780}$ ،  $S_{2n-782}$ ،  $S_{2n-784}$ ،  $S_{2n-786}$ ،  $S_{2n-788}$ ،  $S_{2n-790}$ ،  $S_{2n-792}$ ،  $S_{2n-794}$ ،  $S_{2n-796}$ ،  $S_{2n-798}$ ،  $S_{2n-800}$ ،  $S_{2n-802}$ ،  $S_{2n-804}$ ،  $S_{2n-806}$ ،  $S_{2n-808}$ ،  $S_{2n-810}$ ،  $S_{2n-812}$ ،  $S_{2n-814}$ ،  $S_{2n-816}$ ،  $S_{2n-818}$ ،  $S_{2n-820}$ ،  $S_{2n-822}$ ،  $S_{2n-824}$ ،  $S_{2n-826}$ ،  $S_{2n-828}$ ،  $S_{2n-830}$ ،  $S_{2n-832}$ ،  $S_{2n-834}$ ،  $S_{2n-836}$ ،  $S_{2n-838}$ ،  $S_{2n-840}$ ،  $S_{2n-842}$ ،  $S_{2n-844}$ ،  $S_{2n-846}$ ،  $S_{2n-848}$ ،  $S_{2n-850}$ ،  $S_{2n-852}$ ،  $S_{2n-854}$ ،  $S_{2n-856}$ ،  $S_{2n-858}$ ،  $S_{2n-860}$ ،  $S_{2n-862}$ ،  $S_{2n-864}$ ،  $S_{2n-866}$ ،  $S_{2n-868}$ ،  $S_{2n-870}$ ،  $S_{2n-872}$ ،  $S_{2n-874}$ ،  $S_{2n-876}$ ،  $S_{2n-878}$ ،  $S_{2n-880}$ ،  $S_{2n-882}$ ،  $S_{2n-884}$ ،  $S_{2n-886}$ ،  $S_{2n-888}$ ،  $S_{2n-890}$ ،  $S_{2n-892}$ ،  $S_{2n-894}$ ،  $S_{2n-896}$ ،  $S_{2n-898}$ ،  $S_{2n-900}$ ،  $S_{2n-902}$ ،  $S_{2n-904}$ ،  $S_{2n-906}$ ،  $S_{2n-908}$ ،  $S_{2n-910}$ ،  $S_{2n-912}$ ،  $S_{2n-914}$ ،  $S_{2n-916}$ ،  $S_{2n-918}$ ،  $S_{2n-920}$ ،  $S_{2n-922}$ ،  $S_{2n-924}$ ،  $S_{2n-926}$ ،  $S_{2n-928}$ ،  $S_{2n-930}$ ،  $S_{2n-932}$ ،  $S_{2n-934}$ ،  $S_{2n-936}$ ،  $S_{2n-938}$ ،  $S_{2n-940}$ ،  $S_{2n-942}$ ،  $S_{2n-944}$ ،  $S_{2n-946}$ ،  $S_{2n-948}$ ،  $S_{2n-950}$ ،  $S_{2n-952}$ ،  $S_{2n-954}$ ،  $S_{2n-956}$ ،  $S_{2n-958}$ ،  $S_{2n-960}$ ،  $S_{2n-962}$ ،  $S_{2n-964}$ ،  $S_{2n-966}$ ،  $S_{2n-968}$ ،  $S_{2n-970}$ ،  $S_{2n-972}$ ،  $S_{2n-974}$ ،  $S_{2n-976}$ ،  $S_{2n-978}$ ،  $S_{2n-980}$ ،  $S_{2n-982}$ ،  $S_{2n-984}$ ،  $S_{2n-986}$ ،  $S_{2n-988}$ ،  $S_{2n-990}$ ،  $S_{2n-992}$ ،  $S_{2n-994}$ ،  $S_{2n-996}$ ،  $S_{2n-998}$ ،  $S_{2n-1000}$ ،  $S_{2n-1002}$ ،  $S_{2n-1004}$ ،  $S_{2n-1006}$ ،  $S_{2n-1008}$ ،  $S_{2n-1010}$ ،  $S_{2n-1012}$ ،  $S_{2n-1014}$ ،  $S_{2n-1016}$ ،  $S_{2n-1018}$ ،  $S_{2n-1020}$ ،  $S_{2n-1022}$ ،  $S_{2n-1024}$ ،  $S_{2n-1026}$ ،  $S_{2n-1028}$ ،  $S_{2n-1030}$ ،  $S_{2n-1032}$ ،  $S_{2n-1034}$ ،  $S_{2n-1036}$ ،  $S_{2n-1038}$ ،  $S_{2n-1040}$ ،  $S_{2n-1042}$ ،  $S_{2n-1044}$ ،  $S_{2n-1046}$ ،  $S_{2n-1048}$ ،  $S_{2n-1050}$ ،  $S_{2n-1052}$ ،  $S_{2n-1054}$ ،  $S_{2n-1056}$ ،  $S_{2n-1058}$ ،  $S_{2n-1060}$ ،  $S_{2n-1062}$ ،  $S_{2n-1064}$ ،  $S_{2n-1066}$ ،  $S_{2n-1068}$ ،  $S_{2n-1070}$ ،  $S_{2n-1072}$ ،  $S_{2n-1074}$ ،  $S_{2n-1076}$ ،  $S_{2n-1078}$ ،  $S_{2n-1080}$ ،  $S_{2n-1082}$ ،  $S_{2n-1084}$ ،  $S_{2n-1086}$ ،  $S_{2n-1088}$ ،  $S_{2n-1090}$ ،  $S_{2n-1092}$ ،  $S_{2n-1094}$ ،  $S_{2n-1096}$ ،  $S_{2n-1098}$ ،  $S_{2n-1100}$ ،  $S_{2n-1102}$ ،  $S_{2n-1104}$ ،  $S_{2n-1106}$ ،  $S_{2n-1108}$ ،  $S_{2n-1110}$ ،  $S_{2n-1112}$ ،  $S_{2n-1114}$ ،  $S_{2n-1116}$ ،  $S_{2n-1118}$ ،  $S_{2n-1120}$ ،  $S_{2n-1122}$ ،  $S_{2n-1124}$ ،  $S_{2n-1126}$ ،  $S_{2n-1128}$ ،  $S_{2n-1130}$ ،  $S_{2n-1132}$ ،  $S_{2n-1134}$ ،  $S_{2n-1136}$ ،  $S_{2n-1138}$ ،  $S_{2n-1140}$ ،  $S_{2n-1142}$ ،  $S_{2n-1144}$ ،  $S_{2n-1146}$ ،  $S_{2n-1148}$ ،  $S_{2n-1150}$ ،  $S_{2n-1152}$ ،  $S_{2n-1154}$ ،  $S_{2n-1156}$ ،  $S_{2n-1158}$ ،  $S_{2n-1160}$ ،  $S_{2n-1162}$ ،  $S_{2n-1164}$ ،  $S_{2n-1166}$ ،  $S_{2n-1168}$ ،  $S_{2n-1170}$ ،  $S_{2n-1172}$ ،  $S_{2n-1174}$ ،  $S_{2n-1176}$ ،  $S_{2n-1178}$ ،  $S_{2n-1180}$ ،  $S_{2n-1182}$ ،  $S_{2n-1184}$ ،  $S_{2n-1186}$ ،  $S_{2n-1188}$ ،  $S_{2n-1190}$ ،  $S_{2n-1192}$ ،  $S_{2n-1194}$ ،  $S_{2n-1196}$ ،  $S_{2n-1198}$ ،  $S_{2n-1200}$ ،  $S_{2n-1202}$ ،  $S_{2n-1204}$ ،  $S_{2n-1206}$ ،  $S_{2n-1208}$ ،  $S_{2n-1210}$ ،  $S_{2n-1212}$ ،  $S_{2n-1214}$ ،  $S_{2n-1216}$ ،  $S_{2n-1218}$ ،  $S_{2n-1220}$ ،  $S_{2n-1222}$ ،  $S_{2n-1224}$ ،  $S_{2n-1226}$ ،  $S_{2n-1228}$ ،  $S_{2n-1230}$ ،  $S_{2n-1232}$ ،  $S_{2n-1234}$ ،  $S_{2n-1236}$ ،  $S_{2n-1238}$ ،  $S_{2n-1240}$ ،  $S_{2n-1242}$ ،  $S_{2n-1244}$ ،  $S_{2n-1246}$ ،  $S_{2n-1248}$ ،  $S_{2n-1250}$ ،  $S_{2n-1252}$ ،  $S_{2n-1254}$ ،  $S_{2n-1256}$ ،  $S_{2n-1258}$ ،  $S_{2n-1260}$ ،  $S_{2n-1262}$ ،  $S_{2n-1264}$ ،  $S_{2n-1266}$ ،  $S_{2n-1268}$ ،  $S_{2n-1270}$ ،  $S_{2n-1272}$ ،  $S_{2n-1274}$ ،  $S_{2n-1276}$ ،  $S_{2n-1278}$ ،  $S_{2n-1280}$ ،  $S_{2n-1282}$ ،  $S_{2n-1284}$ ،  $S_{2n-1286}$ ،  $S_{2n-1288}$ ،  $S_{2n-1290}$ ،  $S_{2n-1292}$ ،  $S_{2n-1294}$ ،  $S_{2n-1296}$ ،  $S_{2n-1298}$ ،  $S_{2n-1300}$ ،  $S_{2n-1302}$ ،  $S_{2n-1304}$ ،  $S_{2n-1306}$ ،  $S_{2n-1308}$ ،  $S_{2n-1310}$ ،  $S_{2n-1312}$ ،  $S_{2n-1314}$ ،  $S_{2n-1316}$ ،  $S_{2n-1318}$ ،  $S_{2n-1320}$ ،  $S_{2n-1322}$ ،  $S_{2n-1324}$ ،  $S_{2n-1326}$ ،  $S_{2n-1328}$ ،  $S_{2n-1330}$ ،  $S_{2n-1332}$ ،  $S_{2n-1334}$ ،  $S_{2n-1336}$ ،  $S_{2n-1338}$ ،  $S_{2n-1340}$ ،  $S_{2n-1342}$ ،  $S_{2n-1344}$ ،  $S_{2n-1346}$ ،  $S_{2n-1348}$ ،  $S_{2n-1350}$ ،  $S_{2n-1352}$ ،  $S_{2n-1354}$ ،  $S_{2n-1356}$ ،  $S_{2n-1358}$ ،  $S_{2n-1360}$ ،  $S_{2n-1362}$ ،  $S_{2n-1364}$ ،  $S_{2n-1366}$ ،  $S_{2n-1368}$ ،  $S_{2n-1370}$ ،  $S_{2n-1372}$ ،  $S_{2n-1374}$ ،  $S_{2n-1376}$ ،  $S_{2n-1378}$ ،  $S_{2n-1380}$ ،  $S_{2n-1382}$ ،  $S_{2n-1384}$ ،  $S_{2n-1386}$ ،  $S_{2n-1388}$ ،  $S_{2n-1390}$ ،  $S_{2n-1392}$ ،  $S_{2n-1394}$ ،  $S_{2n-1396}$ ،  $S_{2n-1398}$ ،  $S_{2n-1400}$ ،  $S_{2n-1402}$ ،  $S_{2n-1404}$ ،  $S_{2n-1406}$ ،  $S_{2n-1408}$ ،  $S_{2n-1410}$ ،  $S_{2n-1412}$ ،  $S_{2n-1414}$ ،  $S_{2n-1416}$ ،  $S_{2n-1418}$ ،  $S_{2n-1420}$ ،  $S_{2n-1422}$ ،  $S_{2n-1424}$ ،  $S_{2n-1426}$ ،  $S_{2n-1428}$ ،  $S_{2n-1430}$ ،  $S_{2n-1432}$ ،  $S_{2n-1434}$ ،  $S_{2n-1436}$ ،  $S_{2n-1438}$ ،  $S_{2n-1440}$ ،  $S_{2n-1442}$ ،  $S_{2n-1444}$ ،  $S_{2n-1446}$ ،  $S_{2n-1448}$ ،  $S_{2n-1450}$ ،  $S_{2n-1452}$ ،  $S_{2n-1454}$ ،  $S_{2n-1456}$ ،  $S_{2n-1458}$ ،  $S_{2n-1460}$ ،  $S_{2n-1462}$ ،  $S_{2n-1464}$ ،  $S_{2n-1466}$ ،  $S_{2n-1468}$ ،  $S_{2n-1470}$ ،  $S_{2n-1472}$ ،  $S_{2n-1474}$ ،  $S_{2n-1476}$ ،  $S_{2n-1478}$ ،  $S_{2n-1480}$ ،  $S_{2n-1$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

تئور رفتار شامار: خودشان اسیدها یا بازها را کلی مفید هستند که در هر

تفلیک شدن، ساختار درونی ماده تغییر کرده و موجب تغییر رنگ می شود



$$\textcircled{1} \rightarrow K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \Rightarrow [\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]}$$

اگر نسبت  $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} < \frac{1}{1}$  باشد رنگ قرمز اسید رای بینیم داریم  $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} > \frac{1}{1}$

$\textcircled{*} [\text{H}^+] = K_a \times 10 \rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a - 1$ 
 $\textcircled{**} \text{pH} = \text{p}K_a + 1$

اگر  $\text{pH}$  خیلی به اندازه 1 واحد کمتر از  $\text{p}K_a$  شامار باشد  $\Leftarrow$  شامار قرمز

رنگ اسید است و اگر  $\text{pH}$  به اندازه 1 واحد بیشتر از  $\text{p}K_a$  شامار باشد  $\Leftarrow$

شامار به قرمز رنگ بازی است. لسته  $\text{pH}$  در شامار تغییر رنگ می دهد  $= \text{p}K_a + 1$

اگر  $\text{p}K_a = 5 \Leftarrow$  اگر  $\text{pH} < 4$  رنگ اسید \*  
 اگر  $\text{pH} > 6$  رنگ باز \*

۴۸

Subject:

Year. Month. Date.

بار دین قوی ترک باید اندازه حد اقل  $PH$  قوی کنو بم اندازه 100 برابر غلظت

$[H^+]$  قوی کنو در تعادل جایگای شود

فصل متالین استفاده کنیم چون  $PH$  نقطه اردالین  $CH_3COOH + NaOH$  فصل متالین

$pKa$  مناسب بار فصل متالین دارد  $pKa = a$  و  $PH = a$  نقطه اردالین

مدنی پیدا سبون اسید قوی باز قوی:

$H_2O$  ناشی از تنگ آب قوی کنیم  $C_{HCl} > 10^{-6} M$  الر  $HCl$  در آب حل می شود

$[OH^-]$  ناشی از تنگ آب قوی کنیم  $C_{NaOH} > 10^{-6} M$  در آب  $[H^+] = C_{HCl} + [OH^-]$

$$[H^+] = C_{HCl} + \frac{K_w}{[H^+]} \quad ** \quad [OH^-] = C_{NaOH} + [H^+] = C_{NaOH} + \frac{K_w}{[OH^-]} **$$

رض کنیم 0.5 ml محلول  $HCl$  0.5 M با محلول 1 M  $NaOH$  قوی شود  $PH$  را

در نقاط مختلف محاسبه کنیم  $C_{HCl} = [H^+] \Rightarrow PH = -\log 0.05 = 1.3$  نقطه آغاز

$$C_{HCl} = \frac{5 \times 0.5 - 1 \times 1}{5 + 5} = 0.25 M$$

$$C_{HCl} = [H^+] \text{ و } at \ 24.9 \text{ ml } NaOH, \ C_{HCl} = \frac{5 \times 0.5 - 24.9 \times 1}{5 + 24.9}$$

**PAPCO**  $= 1.2 \times 10^{-4} M \Rightarrow PH = 3.92$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در نقطه ایزوالان  $pH = 7$

$C_{NaOH} = \frac{\text{mmol اسید اولیه} - \text{mmol سود افزوده}}{\text{حجم کل}}$  نقاط پس از ایزوالان

$C_{NaOH} = [OH^-] \rightarrow [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$  و  $\alpha + 25.1 = mL NaOH$

$$C_{NaOH} = \frac{25.1 \times 0.1 - 5.0 \times 0.5}{5.0 + 25.1} = 1.32 \times 10^{-2} M \Rightarrow [H^+] = 7.51 \times 10^{-11} \Rightarrow pH = 10.12$$

mL NaOH	pH
0	1.3
2.0	2.15
24.9	3.87
25	7
25.1	10.12

\* در تیتراسیون اسید باز قوی \*  
 $\Delta pH = 4 \Rightarrow \Delta [H^+] = 10^4$   
 از شناسایی نقطه استفاده کرد \*

عوامل مؤثر بر تیزر نقطه پایانی: 1 غلظت واکنشگرها (رابطه مستقیم) 2 میزان کامل بودن واکنش

اگر غلظت واکنشگرها کم شود در انتخاب شناسگر مناسب باید دقت شود چون

دامنه pH کمتری شود منحنی تیتراسیون باز قوی - اسید قوی:

$C_{NaOH} = \frac{\text{mmol اسید افزوده} - \text{mmol اولیه باز}}{\text{حجم کل}}$  نقاط قبل از ایزوالان

در نقطه ایزوالان  $pH = 7$

$C_{HCl} = \frac{\text{mmol اسید افزوده} - \text{mmol اولیه باز}}{\text{حجم کل}}$  پس از نقطه ایزوالان

PAPCO

Subject:

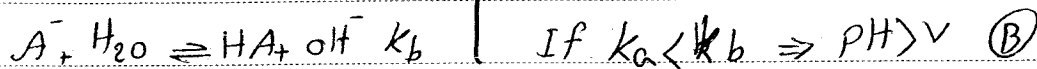
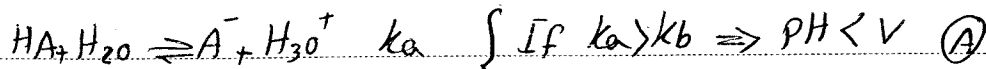
Year. Month. Date. ( )

عاشبه PH محلولها را بازه: محلول بازر حادتر اسید ضعیف و بازه نزدیک آن یا باز ضعیف

و اسید نزدیک آن می باشد در اثر افزایش اسید یا باز کم و لا یقیق شدن PH این تغییر کند

\* در تیتراسیون حاد اسید ضعیف با با باز قوی یا با باز ضعیف با اسید قوی از نقطه آغاز

تیتراسیون تا قبل از نقطه ایزوالان محلول با فرود وجود دارد



$$[HA] = C_{HA} - [H_3O^+] + [OH^-], \quad [A^-] = C_{A^-} - [OH^-] + [H_3O^+]$$

مقدار از (HA) در  $A^-$  تبدیل شده از  $A^-$  تولید شده

$$\text{معمولاً: } | [H_3O^+] - [OH^-] | \ll C_{HA} \text{ or } C_{A^-} \Rightarrow \begin{cases} [HA] = C_{HA} \\ [A^-] = C_{A^-} \end{cases}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow [H_3O^+] = K_a \frac{[HA]}{[A^-]} \Rightarrow [H_3O^+] = K_a \frac{C_{HA}}{C_{A^-}}$$

$$\Rightarrow -\log [H_3O^+] = \log K_a - \log \frac{C_{HA}}{C_{A^-}} \Rightarrow PH = pK_a + \log \frac{C_{A^-}}{C_{HA}} \leftarrow \text{بانج}$$

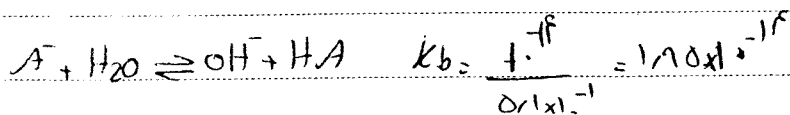
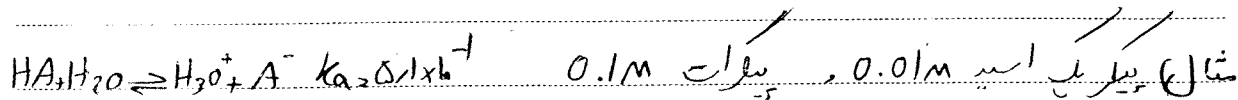
اگر  $K_a < K_b$  باشد،  $C_{HA}$  بزرگ باشد شرط  $Q < K_a$  مطابق است

اگر شرط فوق صادق نبود یکی از حالتها A یا B وجود دارد که با توجه به آنها می‌تواند

Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

را حل می کنیم یعنی با از  $[OH^-]$  و با از  $[H_3O^+]$  صرف نظر می کنیم



$$[HA] = C_{HA} - [H_3O^+]$$

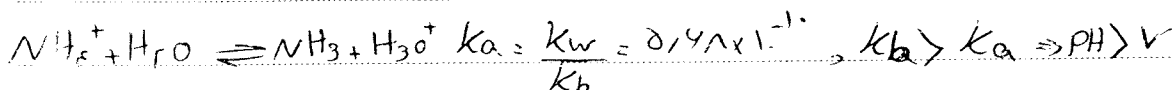
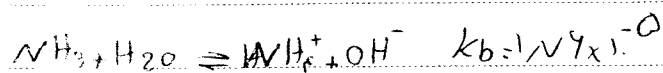
$$K_a > K_b \Rightarrow pH < 7 \Rightarrow [OH^-] \ll [H_3O^+] \quad [A^-] = C_{A^-} + [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \Rightarrow 5.1 \times 10^{-6} = \frac{[H_3O^+] \cdot (0.01 + [H_3O^+])}{0.1 - [H_3O^+]}$$

$$[H_3O^+] = 1.12 \times 10^{-4} M \Rightarrow pH = 3.95$$

معادله درجه دوم را حل می کنیم

مثال: محلولی را حساب کنید که  $0.2 M$   $NH_3$  و  $0.1 M$   $NH_4^+$  دارد



$$\Rightarrow [H^+] \text{ صرف نظر می کنیم} \quad [NH_3] = C_{NH_3} - [OH^-] + [H_3O^+] //$$

$NH_3$  ناشی از تبدیل  $NH_4^+$  ناشی از تبدیل  $NH_3$

$$[NH_4^+] = C_{NH_4^+} - [H_3O^+] + [OH^-]$$

چون  $K_b$  کوچکتر از  $10^{-7}$  است در  $C_{NH_3}$  بزرگ است؛  $[OH^-]$  نیز بزرگتر از  $[H_3O^+]$  است

$$\Rightarrow [NH_3] = \frac{K_b}{K_b + 1} C_{NH_3} \Rightarrow [NH_4^+] = C_{NH_4^+}$$

PAPCO

$$* \quad \frac{C_B}{K_b} > 10^4 \Rightarrow [OH^-] \text{ صرف نظر می کنیم}$$

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = 1,7 \times 10^{-5} = \frac{1,7 \times [OH^-]}{1} \Rightarrow [OH^-] = 1,17 \times 10^{-5} M \Rightarrow PH = 9,17$$

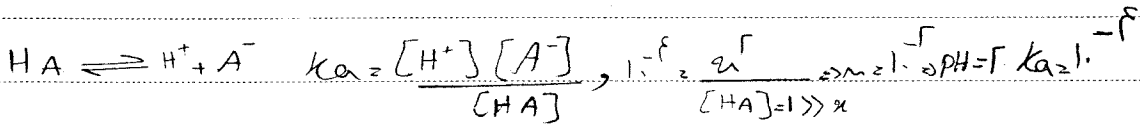
مثال ۱.۱ ml محلول ۱ M HCl داریم PH آنرا محاسبه کنید اگر آنرا ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ برابر کنیم

۱۰<sup>۵</sup>، ۱۰<sup>۴</sup>، ۱۰<sup>۳</sup> برابر رقیق کنیم دوباره PH آنرا محاسبه کنیم

۱.۰ ml x ۱ M = ۱.۰ mmol ثابت  $\Rightarrow PH = -\log 1 = 0$  ،  $\frac{1.0 \text{ mmol}}{10 \text{ ml}} = 0,1 M \Rightarrow PH = 1$   
 ۱۰۰ ml آنرا برابر کنیم

$\frac{1.0 \text{ mmol}}{100 \text{ ml}} = 0,01 M \Rightarrow PH = 2$ ،  $PH = 3$ ،  $PH = 4$ ،  $PH = 5$   
 ۱۰۰۰ برابر کنیم

مثال ۱.۱ ml محلول آمونیوم اسید HA داریم PH آنرا اگر شرایط منتهی بالا را اعمال کنیم حساب کنید



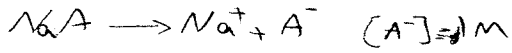
۱۰<sup>-۴</sup> برابر کنیم  $\frac{10^{-4}}{10 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-8}} = 10^{-4}$  و  $\frac{10^{-4}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3}$

$\Rightarrow \frac{10^{-4}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow [H^+] = 9,0 \times 10^{-5} \Rightarrow PH = 4,05$  /  $\frac{10^{-4}}{10 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow [H^+] = 2,7 \times 10^{-5} \Rightarrow PH = 4,57$

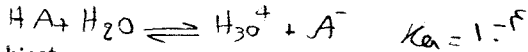
$\frac{10^{-4}}{10 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = [H^+] = 9,2 \times 10^{-5} \Rightarrow PH = 4,04$  /  $\frac{10^{-4}}{100 \text{ ml}} = \frac{x}{1-x} \Rightarrow x = [H^+] = 9,1 \times 10^{-5} \Rightarrow PH = 4,04$   
 مثال ۹۰ ml محلول رقیق ۱ M HA و ۱۰ ml ۱ M NaA است

PH را محاسبه کنید اگر شرایط منتهی بالا را اعمال شود مقدار PH را بر حسب C و K<sub>a</sub> حساب کنید





$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$



Subject:

Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

$1/1-x \quad x \quad 1/1+x$

چون  $x \ll [A^-], [HA]$

$10^{-4} = x(x) \Rightarrow x = [H^+] = 10^{-2} \Rightarrow pH = 2 \quad 1 \gg 10^{-4}$

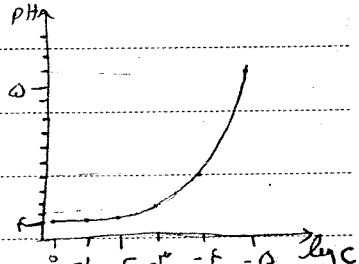
برابر یعنی  $10^{-4} = \frac{x \cdot x}{1} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2} \Rightarrow pH = 2 \quad 1 \gg 10^{-4}$

برابر یعنی  $100 \Rightarrow 10^{-4} = x \cdot x \Rightarrow [H^+] = 10^{-2} \Rightarrow pH = 2 \quad 1 \gg 10^{-4}$

$10^3 \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x \cdot (10^{-3} + x)}{10^{-3} - x} \Rightarrow x^2 + (1/10)x - 10^{-7} = 0 \Rightarrow [H^+] = 1.1 \times 10^{-4} \Rightarrow pH = 4.05$

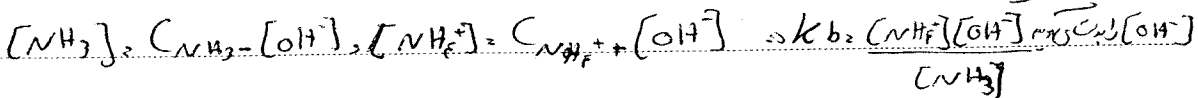
$10^4 \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x \cdot (10^{-2} + x)}{10^{-2} - x} \Rightarrow x^2 + (1/10)x - 10^{-6} = 0 \Rightarrow [H^+] = 1.1 \times 10^{-3} \Rightarrow pH = 3.05$

$10^5 \Rightarrow 10^{-4} = \frac{x \cdot (10^{-1} + x)}{10^{-1} - x} \Rightarrow [H^+] = 1.1 \times 10^{-2} \Rightarrow pH = 2.05$



خواص محلولهای بافر در اثر تغییراتی که اسید یا باز PH تغییر می کند در اثر تغییر شدن PH

تغییری که در محلول بافر بازنه با  $10^{-2} < \frac{C_b}{C_a}$  است یعنی تراشیدار  $[OH^-]$  صاف نظر کنیم



ظرفیت بافر: تعداد مولهای اسید یا باز در مورد نیاز برابر تغییر PH

1 واحد مثال  $1M CH_3COOH, 1M CH_3COONa$  ظرفیت بافر را تعیین کنید

$K_a = 1.75 \times 10^{-5}$

میزان مقاومت بافر در مقابل افزایش کمر اسید یا باز و یا رقیق است

$pH = 4.7 + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow pH = 5.7 \Rightarrow pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]} \Rightarrow 5.7 = 4.7 + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

$\frac{[A^-]}{[HA]} = 10 \Rightarrow [A^-] = 10[HA] \text{ و } [A^-] + [HA] = 1 \Rightarrow 11[HA] = 1 \Rightarrow [HA] = 1/11, \Delta [HA] = 1/11 - 1/10 = 0.8$

PAPCO

$mmol HCl = \frac{1 \text{ mol HA}}{1 \text{ L}} + \frac{1 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ L}} = 1.001 \text{ mol HCl} =$  ظرفیت بافر

Subject:

Year. Month. Date. ( )

عوامل موثر بر ظرفیت بافر: ۱ غلظت گونه‌ها در بازکننده رابطه مستقیم

۲ نسبت غلظت گونه‌ها در بازکننده (اسید یا باززدوج) هر چه به ۱ نزدیک باشد ظرفیت بیشتر است

در رابطه باخ چون نسبت بهم تقسیم پس از آن سیاه می‌گیریم  $\Delta pH$  کم است

معنی تتراسیون اسید ضعیف با باززدوج: ① در نقطه آغاز ② پس از اولیه قطره تا قبل از

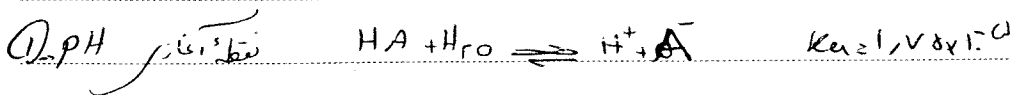
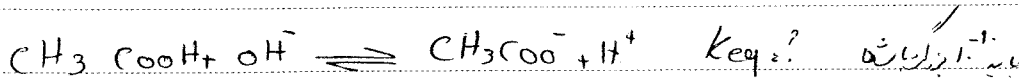
نقطه اکر دالان ③ در نقطه اکر دالان ④ پس از نقطه اکر دالان

①  $K_a$  داریم ②  $HA$  و  $A^-$  با غلظت‌ها در تتراسیون حساب کنیم  $K_{eq}$

③ نقطه باززدوج داریم  $K_b [OH^-]$  اضافه باززدوج تعیین کننده

\*\*\*  
\* بسیار مهم \*  
\*\*\*

مثال) تتراسیون ۵ ml اسید ۰.۱ M با ۰.۱ M NaOH



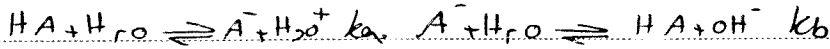
$\Rightarrow \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} > 1 \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{K_a [CH_3COOH]} = 1.32 \times 10^{-5} \Rightarrow pH = 4.88$

②  $C_{HA} = \frac{HA \text{ اولیه } mmol - mmol \text{ سود اضافه شده}}{\text{حجم کل}} = \frac{5 \times 0.1 - V_{OH^-} \times 0.1}{5 + V_{OH^-}}$

**PAPCO**  $C_{A^-} = \frac{\text{میلی مولها سود اضافه شده}}{\text{حجم کل}} = \frac{V_{OH^-} \times 0.1}{5 + V_{OH^-}}$

Subject:

Year. Month. Date. ( )



چون می‌توانیم اسید را از تقابل دوم مرتبه تقریبی کنیم

$$\left. \begin{aligned} [HA] &= C_{HA} - [H_3O^+] \\ [A^-] &= C_{A^-} + [H_3O^+] \end{aligned} \right\} \text{معمولاً}$$

$$K_a = \frac{(C_{A^-} + [H_3O^+]) [H_3O^+]}{(C_{HA} - [H_3O^+])}$$

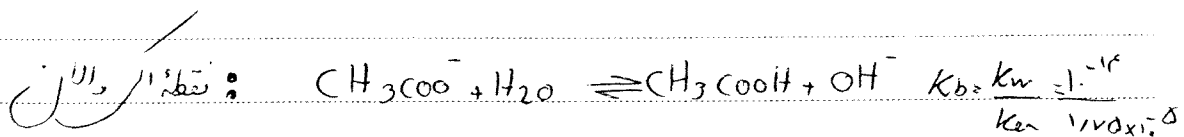
با با معادله درجه اول حل کنیم یا از  $[H_3O^+] = [A^-]$  نظر کنیم در مقابل  $C_{HA}$  و  $C_{A^-}$

اگر  $K_a$  نسبت به  $C_{HA}$  بزرگ باشد مرتبه تقریبی کنیم.

0.0499 M NaOH,  $C_{HA} = \frac{0.05 \times 1 - 0.0499 \times 1}{0.0499} = \frac{0.0001}{0.0499} \text{ M} \approx 10^{-4} \text{ M}$

$C_{A^-} = \frac{0.0499 \times 1}{0.0499} = 0.0499 \text{ M} \approx 0.05 \text{ M}$   $K_a = \frac{[H_3O^+](0.05)}{1.0} = 10^{-4}$

$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-5} \rightarrow \text{pH} = 4.3$  ترتیب درست است  $[H_3O^+] \ll C_{HA}, C_{A^-}$



$C_{A^-} = \frac{HA \text{ مول}}{\text{حجم کل}} = \frac{0.05 \times 1}{0.05} = 1.0 \text{ M}$   $\frac{C_B}{K_a} \gg 1 \rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b C_B}$

$= 5.7 \times 10^{-5}$   $K_b = \frac{[OH^-][HA]}{[A^-]}$

در نقطه ایزوالان  $[OH^-] \ll [A^-] = C_{A^-} - [OH^-]$  و  $[HA] = [OH^-]$

$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_{A^-}} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b C_{A^-}}$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\Rightarrow [H_2O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \Rightarrow pH = 8.73$$

انتخاب نشانگر بر مبنای نقطه ایزوالان است باید  $pKa = pH_{eq}$  <sup>نشانگر</sup>

باید نشانگر  $pKa = pH_{eq}$  تا خطی تغییر نکند. باید دامنه تغییر رنگ نشانگر

در حدود  $pH_{eq} \pm 1$  باشد  $pKa$  <sup>نشانگر</sup>  $[9.72 - 7.72]$  باید باشد

میلولهای اولیه HA - میلولهای سود اضافه شده  $C_{NaOH}$  پس از نقطه ایزوالان <sup>میل کل</sup>

$$[OH^-] = C_{NaOH} + [HA]$$

سود اضافی  $\rightarrow$   $[OH^-]$   $\leftarrow$  هیدروژن استات

چون  $K_b$  کوچک است در  $[OH^-]$  اشباع از سود خیلی زیاد است و  $[OH^-]$  است حاجبایی تعادل

بازر بست چپ می شود که باعث کم شدن  $[HA]$  می شود

a.t.  $50 \text{ ml } NaOH$   $[OH^-] = C_{NaOH} = \frac{50 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-3}}$

\*  $pH$  حارین از نقطه ایزوالان اسید ضعیف قوی تر با باز قوی تر  $pH = 10$  در  $10^{-4}$

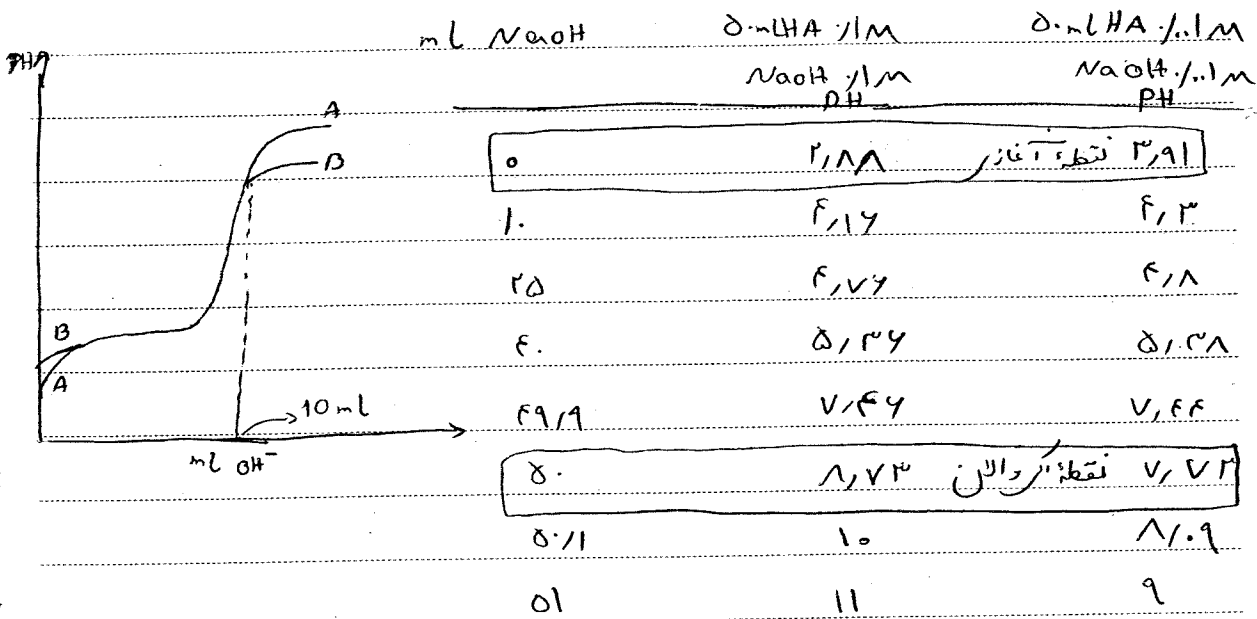
لیان است چون در هر دو حالت پس از نقطه ایزوالان  $[OH^-]$  باز قوی تر تعیین کننده  $pH$  است

Subject: \_\_\_\_\_

Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. ( ) \_\_\_\_\_

(A)

(B)



نکات: ① نقطه آغاز و نقطه ایزوالان در غلظت‌های رقیق‌تر اسید کمتر است

② در حجم‌های متوسط pH ها بطور جزئی با هم اختلاف دارند به علت خاصیت بافر محلولها

در ابتدای راه و در نزدیکی نقطه ایزوالان تغییرات pH زیادتر است چون خاصیت بافری

کمتر است. اگر شاخص‌ها در این میلی‌لیتر نقطه ایزوالان تغییر رنگ دهد

\*  
\* حتماً هم از این شاخص استفاده کنید \*  
\* ۵.۰۶

خطای تیتراسیون: ناشی از انتخاب نامناسب شاخص - تیتراسیون - خطای نسبی تیتراسیون

تأثیر شاخص بر دقت تیتراسیون: مشخص شدن آزمایش کننده

Subject:

Year. Month. Date. ( )

عوامل مؤثر بر رفتار شامانرها ۱ دما ۲ قدرت یونی ۳ حضور حلالها اثر

حضور ذرات کلونیفر با تفرودما و  $K_a$  تغییر کند.

شامانرها در حضور ذرات کلونیفر جذب سطحی می شود در نتیجه یون بزرگ تشکیل می شوند

نقل ۱۱: تیتراسیون خنثی شدن اسید بازها را پیچیده:

۲ اسید یا باز با قدرت های متفاوت

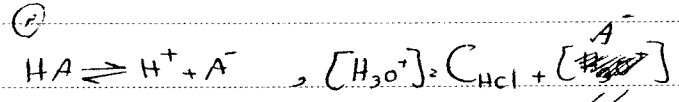
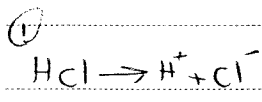
اسید یا باز چند عامل

ماده آمفوتر  $HA^-$

سیستم های پیچیده اسید-باز

مثال: اگر مخلوطی از  $0.15M HCl$  و  $0.1M HA$  داشته باشیم ( $K_a = 10^{-4}$ )

۲۵ ml ۰.۲M HCl



ناشی از تئلیک HA

از یون  $H_3O^+$  قوی تر است چ ی برد  $[A^-] \ll C_{HCl}$

$\Rightarrow [H_3O^+] = 0.15M \Rightarrow pH = 0.192$   $K_a$  کوچک است

③  $\rightarrow [HA] = C_{HA} - [A^-]$  و  $[H_3O^+] = C_{HCl} + [A^-]$

**PAPCO**  $K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = 10^{-4} = \frac{[A^-](0.15 + [A^-])}{0.1 - [A^-]} \Rightarrow [A^-] = 9.7 \times 10^{-5}$

$9.7 \times 10^{-5} \ll 0.15$

Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

فرض کنید به محلول مثال بالا سود ۱٪ اضافه کنیم

\* زمانی که اسید با قدرت‌های مختلف داریم ابتدا اسید قوی‌تر تیتر می‌شود \*

$$20 \times 0.12 = 1 \times V_{OH^-} \Rightarrow V_{OH^-} = 2.4 \text{ ml}$$

تا ۲۵ ml می‌توانیم از تقریب  $[A^-] \ll C_{HCl}$  استفاده کنیم

$$\text{at } 29 \text{ ml NaOH}, \quad C_{HCl} = \frac{20 \times 0.12 - 29 \times 0.1}{20 + 29} = 1.185 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$C_{HA} = \frac{20 \times 0.1}{20 + 29} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ M} \quad [H_3O^+] = C_{HCl} + [A^-]$$

$$\text{If } [A^-] \ll C_{HCl} \Rightarrow [H_3O^+] = 1.185 \times 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

$$10^{-4} = \frac{1.185 \times 10^{-3} \times [A^-]}{2.7 \times 10^{-3} - [A^-]} \Rightarrow [A^-] = 1.9 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \text{تقریب اشتباه است}$$

$$* K_a = \frac{(C_{HCl} + [A^-])[A^-]}{C_{HA} - [A^-]} \xrightarrow{\text{مطابقت درجه ۲}} [A^-] = 1.118 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = 1.185 \times 10^{-3} + 1.118 \times 10^{-3} = 2.3 \times 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = 2.52$$

نقطه ایزوالان اول: تمام HCl تیتر شده است  $\Leftarrow$  نقطه HA تقابلی می‌شود

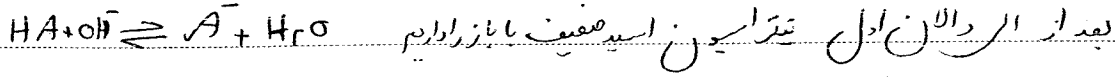
از دو اسید پرقوی‌تر و دیگر ضعیف‌تر است و شیمی ما حدود ۵ ml تا نقطه ایزوالان اول  
نقطه اسید قوی‌تر را در نظر بگیریم اما در حدود ۵ ml تا نقطه ایزوالان با  $[H^+]$  استی اسید ضعیف  $[A^-]$  را هم حساب کنیم

PAPCO

$$* [A^-] = \frac{K_a (C_{HA} - [A^-])}{C_{HCl} + [A^-]}$$

Subject:

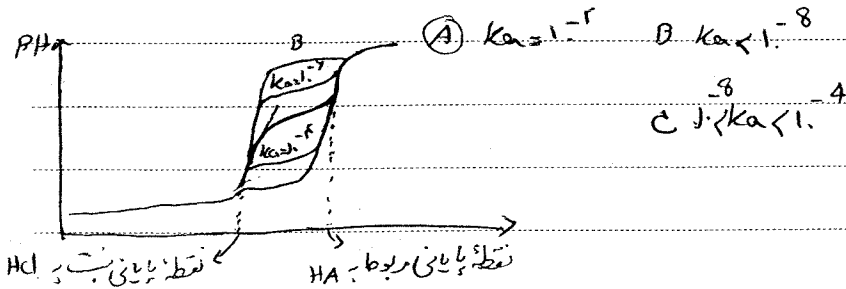
Year. Month. Date. ( )



برای یک سیستم اسید قوی - اسید ضعیف: [اسید قوی - اسید ضعیف] نسبتاً قوی  $10^{-3} < K_a < 10^{-8}$

اسید قوی - اسید ضعیف خلیه ضعیف  $10^{-8} < K_a < 10^{-4}$  اسید قوی - اسید ضعیف (  $10^{-8} < K_a < 10^{-4}$  )

مثال ۲۵ ml محلول ۰.۱ M HCl و ۰.۱ M HA داریم و با سود ۰.۱ M تیتری کنیم



① نقطه پایانی داریم (مقدار کل در اسید تیتری شود) ← A

② ~ ~ ~ (مقدار اسید قوی قابل تیتر است) نقطه پایانی HA مشاهده می شود ← B

③ نقطه پایانی داریم (مقدار اسید بطور جداگانه قابل تیتر است) ← C

اگر چهار اسید با هم داشته باشیم شرایط کاملاً شبیه شرایط بالا است.

اسیدها چند عاملی: اسیدهایی که دارای چند پروتون هستند می توانیم

نشان بدهیم که چگونه داشته باشیم.



Subject:

Year:      Month:      Date:      ( )

دو نقطه یانی داریم  $\frac{k_1}{k_r} > 10^4$  اسید  $H_2A$

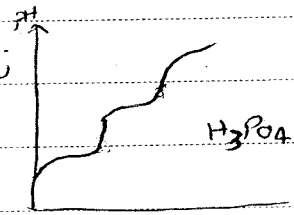
$H_3A$  اگر  $\frac{k_1}{k_r} > 10^4$  ،  $\frac{k_2}{k_r} > 10^4$  ،  $k_3 > 10^{-8}$  سه نقطه یانی داریم

$H_3PO_4$  :  $k_1 = 7 \times 10^{-3}$  ،  $k_2 = 6.3 \times 10^{-8}$  ،  $k_3 = 4.2 \times 10^{-12}$

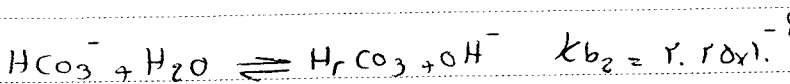
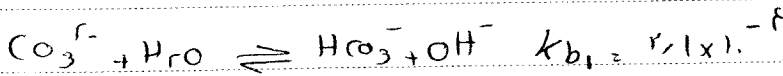
اگر اسید ضعیفی  $k_a < 10^{-8}$  باشد نقطه یانی واقعی نداریم باید تیز اسید را بر

حلال ساز غیر آبی انجام دهیم. نقطه یانی واقعی نداریم  $k_3 < 10^{-8}$

نقطه یانی دوم را بدینیم  $\frac{k_2}{k_3} = 10^5$  نقطه یانی اول را بدینیم  $\frac{k_1}{k_r} = 10^5$

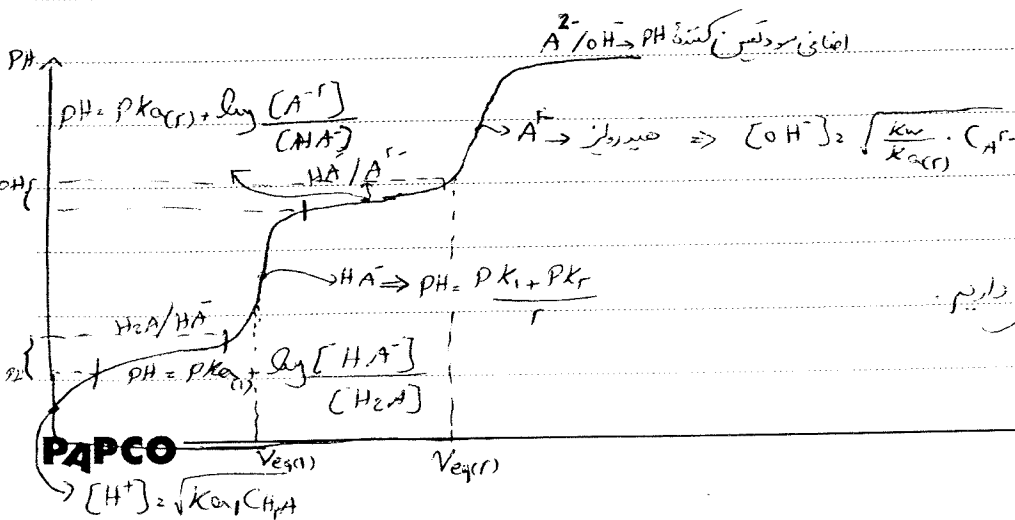


باز هم چند عامل داریم  $\frac{k_{b1}}{k_{br}} > 10^4$  ،  $k_{b1} > 10^{-8}$  دو نقطه یانی مشخص داریم



نقطه یانی مشخص داریم

حلال ساز \*

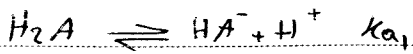


دو ناصه یانی داریم

۴۰

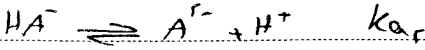
Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$\frac{K_1}{K_r} > 1.0$$

از رابطه دوم مرتبه نظری کنیم



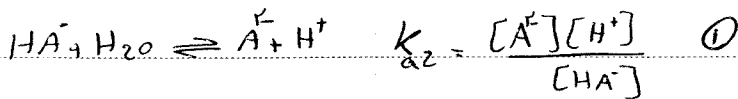
در قیبل از نقطه اگر در لای اول

در قیبل از نقطه اگر در لای دوم از معادله اول مرتبه نظری کنیم

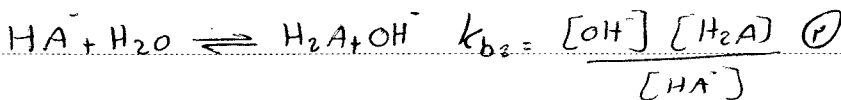
$$K_b = 1.17 \times 10^{-5} \Rightarrow K_{a2} = 5.17 \times 10^{-10} \Rightarrow pH = 9.124 \Rightarrow 1.124 - 1.124$$

رابطه بافر

نسبیت چهار پیچیده اسید باز: محاسبه PH مخلوطها را حاد  $HA^-$



$HA^-$  ماده آمفوتر



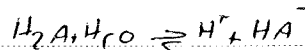
فعلول باز است. If  $K_{a1} < K_{b2}$  عمل اسید

$$C_{NaHA} = [HA^-] + [A^{2-}] + [H_2A] \quad (3)$$

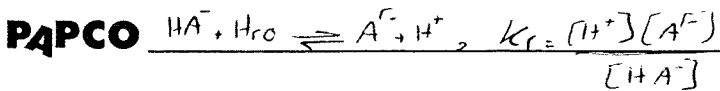
$$[Na^+] + [H_3O^+] = [HA^-] + [OH^-] + 2[A^{2-}]$$

$$C_{NaHA} + [H_3O^+] = [HA^-] + [OH^-] + 2[A^{2-}] \quad (4) \quad K_w = [H_3O^+][OH^-] \quad (5)$$

$$[H_3O^+] = [A^{2-}] + [OH^-] - [H_2A] \quad (6)$$



$$K_1 = \frac{[H^+][HA^-]}{[H_2A]}$$



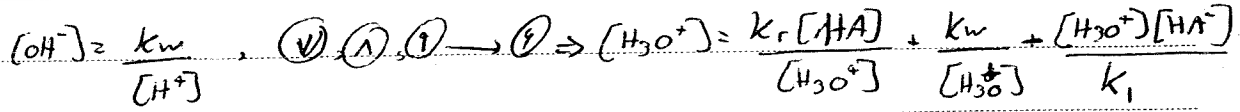
$$[H_2A] = \frac{[H^+][HA^-]}{K_1} \quad (7)$$

$$\Rightarrow [A^{2-}] = \frac{K_r [HA^-]}{[H^+]} \quad (8)$$

$K_w$

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$[H_3O^+]^2 \left( \frac{[HA^-]}{k_1} + 1 \right) = k_r [HA^-] + k_w$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{\frac{k_r [HA^-] + k_w}{\frac{[HA^-]}{k_1} + 1}} \quad \text{تقریب} \quad [HA^-] \approx C_{NaHA} = C_{HA^-}$$

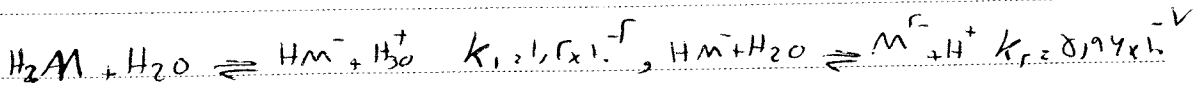
$$\Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{\frac{k_r C_{HA^-} + k_w}{\frac{C_{HA^-}}{k_1} + 1}}$$

زمانی تقریب درست است  $[A^-]$  نیز از  $[HA^-]$  باشد

$$\text{if } k_w \ll k_r C_{HA^-}, \frac{C_{HA^-}}{k_1} \gg 1 \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{k_r k_1} \quad *$$

$$pH = (pK_1 + pK_2) \times \frac{1}{2} \quad \text{در وقتی از مقدار مستقل از  $[HA^-]$  است}$$

منحنی تیتراژ  $Ca^{2+}$   $25ml$   $(Ca^{2+})$   $0.1M$  با  $0.1M$   $Na_2CO_3$  را رسم کنید  
 \* \* \*  
 \* حل می‌شود \*  
 \* \* \*



نکات: 1.  $\frac{k_1}{k_2}$  دو نقطه پایانی جدا مشخص دارد 2. چون  $k_2$  کوچک است

لذا در قبل از نقطه اکسیدان اول از تبدیل  $HM^-$  به  $M^{2-}$  صرف نظر کنیم ←

$[H_2M]$  و  $[HM^-]$  را محاسبه کنیم در رابطه  $K_1$  قرار دهیم

**PAPCO**  $C_{HM} = H_2M$   $mml$  -  $mml$  اضافه نشده -  $mml$   $H_2M$   $mml$

حجم کل محلول

۴۶

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$C_{HM^-} = \frac{\text{mmol سولفات اضافه شده}}{\text{حجم کل محلول}}$$

$$[H_2M] = C_{HM^-} - [H_3O^+]$$

$$[HM^-] = C_{HM^-} + [H_3O^+]$$

اگر  $k_1$  بزرگ باشد از  $[H_3O^+]$  بی‌توانیم صرف نظر کنیم.  $[H_2M]$  و  $[HM^-]$  را در رابطه

$k_1$  تزاری درصیم  $[H_3O^+]$  را در هر نقطه محاسبی کنیم

$$[H_3O^+] = \frac{k_1 C_{HM^-} + k_w}{\frac{C_{HM^-}}{k_1} + 1}$$

در نقطه اول  $HM^-$  داریم فقط ←

پس از نقطه اول  $HM^-$  و  $H_2M$  از تبدیل  $HM^-$  به  $H_2M$  صرف نظر

کنیم چون  $HM^-$  فقط تبدیل می‌شود. ابتدا باید  $[M^{2-}]$  و  $[HM^-]$  را یابیم  
پس از نقطه اول  $HM^-$

$$C_{HM^-} = \frac{\text{mmol سولفات اضافه شده} - \text{mmol اولیه } H_2M}{\text{حجم کل}}$$

II

$$C_{HM^-} = \frac{\text{mmol اولیه } H_2M - (V_{OH^-} - 25) C_{OH^-}}{\text{حجم کل}}$$

$$C_{M^{2-}} = \frac{\text{mmol سولفات اضافه شده از پس از اول} - (V_{OH^-} - 25) C_{OH^-}}{\text{حجم کل}}$$

$$[HM^-] = C_{HM^-} - [H_3O^+] \quad \text{و} \quad [M^{2-}] = C_{M^{2-}} + [H_3O^+] \Rightarrow k_2 \Rightarrow [H_3O^+] \Rightarrow pH$$



در نقطه اول  $M^F$  داریم فقط

$$k_b = \frac{k_w}{k_a}$$

PAPCO

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

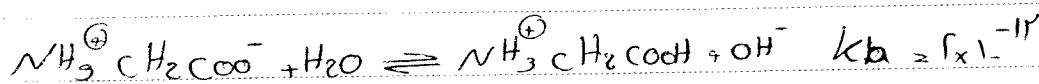
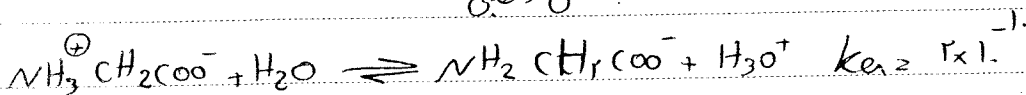
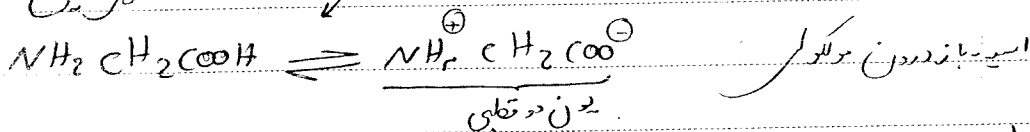
$$C_{M^2-} = \frac{H_2M}{K_a} \quad [OH^-] = \sqrt{K_b C_{M^2-}}$$

حجم کل / اضافی  
 پس از نقطه ایزوالان دوم،  $[OH^-]$  حاصل از خود تعیین کننده PH است.

معنی پیکر ایون گونه‌ها را معترفه باید ابتدا مشخص کنید  $K_a$  آن تورزات یا  $K_b$

آن. آمینو اسیدها؛ دارای گروه عاملی است: اگر گروه عاملی بر کسلیک و آمینو

گروه عاملی آمینو و خاصیت بازی / داکترن: طرفت رتات / کلرین



یک گونه یون دو قطبی در میان الکتریل مهاجرت انجام می دهد

اگر PH محلول حاوی آمینو اسید را طوری تنظیم کنیم که  $[NH_3^+CH_2COO^-] = [NH_3^+CH_2COOH]$

در نتیجه آمینو اسید هیچگونه مهاجرتی به سمت کاتد و آنود ندارد به این PH ، PH

ایزد الکتریل یا نقطه ایزو الکتریل گویند و این PH ، یک ثابت نیز می باشد

گروه اسیدها است

۴۷

Subject:

Year. Month. Date. ( )

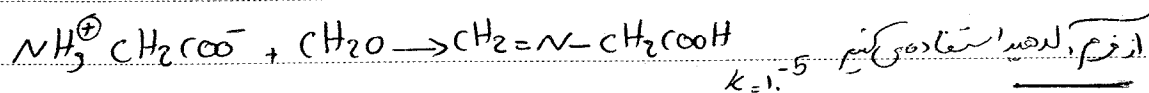
$$K_a = \frac{[NH_4^+][CH_2COO^-]}{[NH_3^+CH_2COO^-]} \quad K_b = \frac{[NH_3^+CH_2COOH][OH^-]}{[NH_3^+CH_2COO^-]}$$

$$\frac{K_a}{K_b} = \frac{[H_3O^+]}{[OH^-]} \quad [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{K_b}} \quad \text{برای امینو اسیدها}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-10} \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-12}}} \Rightarrow pH = 6$$

\* این امینو اسید را به ترتیب نشان می‌دهد  $K_a, K_b > 10^{-8}$  ات

\* برای امینو اسیدهایی که خاصیت اسیدی و بازی آنها ضعیف است (کوچک از  $10^{-8}$ )



رنگ محلولها اسید چند پروتون را به صورت تابعی از pH:

$$\alpha_0 = \frac{[H_2A]}{C_{H_2A}} = \alpha_{H_2A} \quad \alpha_1 = \alpha_{HA^-} = \frac{[HA^-]}{C_{H_2A}} \quad \alpha_2 = \alpha_{A^{2-}} = \frac{[A^{2-}]}{C_{H_2A}}$$

$$C_{H_2A} = [H_2A] + [HA^-] + [A^{2-}] \quad (C)$$

برای تعیین  $\alpha_0$  مقادیر  $[A^{2-}]$  و  $[HA^-]$  از  $K_1$  و  $K_2$  بر حسب  $[H_2A]$  می‌نویسیم

$$K_1 = \frac{[HA^-][H_3O^+]}{[H_2A]} \Rightarrow [HA^-] = \frac{K_1 [H_2A]}{[H_3O^+]} \quad K_2 = \frac{[A^{2-}][H_3O^+]}{[HA^-]}$$

$$\Rightarrow [A^{2-}] = \frac{K_1 K_2 [H_2A]}{[H_3O^+]^2} \quad (D) \quad (D), (C), (C) \Rightarrow (E)$$

**PAPCO**  $\alpha_0 = \frac{[H_2A]}{[H_2A] + \frac{K_1 [H_2A]}{[H_3O^+]} + \frac{K_1 K_2 [H_2A]}{[H_3O^+]^2}}$

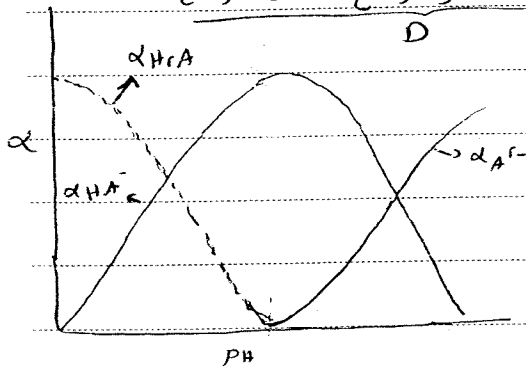
Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\alpha_0 = \frac{[H_3O^+]^r}{[H_3O^+]^r + k_1[H_3O^+] + k_1 k_r}$$

$$\alpha_1 = \frac{k_1[H_3O^+]}{D}$$

$$\alpha_r = \frac{k_1 k_r}{D}$$



$$\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_r = 1$$

H<sub>n</sub>A

$$\alpha_0 = \frac{[H_3O^+]^n}{[H_3O^+]^n + k_1[H_3O^+]^{n-1} + k_1 k_r [H_3O^+]^{n-r} + \dots + k_1 k_r k_n}$$

$$\alpha_1 = \frac{k_1 [H_3O^+]^{n-1}}{D}$$

$$\alpha_r = \frac{k_1 k_r [H_3O^+]^{n-r}}{D}$$

$$\alpha_n = \frac{k_1 k_r k_n}{D}$$

فصل ۱۲ تیتراسیون خنثی شدن

تهیه محلولها استاندارد اسید: HCl, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> استفاده می شود

HCl ← از محلول غلیظ ← محلول با غلظت تقریبی مورد نظر تهیه می کنیم ← در مقابل

استاندارد اولیه تیتری کنیم \* استاندارد هار اولیه برابر استاندارد نزن اسیدها 18% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> \*

THAM ← تریس هیدروکسید متیل آمینومان (HOCH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CNH<sub>2</sub>

II سدیم تترابورات دک هیدرات B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>r-</sup> + 7H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> → 4H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O

PAPCO HgO + H<sub>2</sub>O → 2K<sup>+</sup> + Hg B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>r-</sup> + 2OH<sup>-</sup> HgO f

Subject:

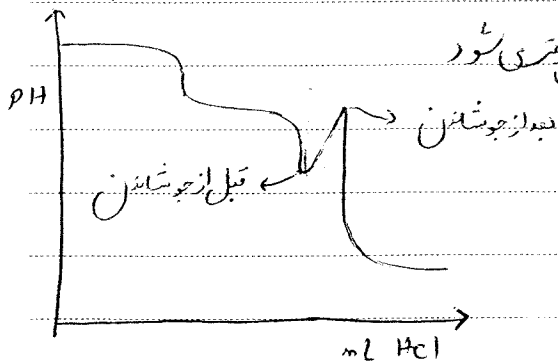
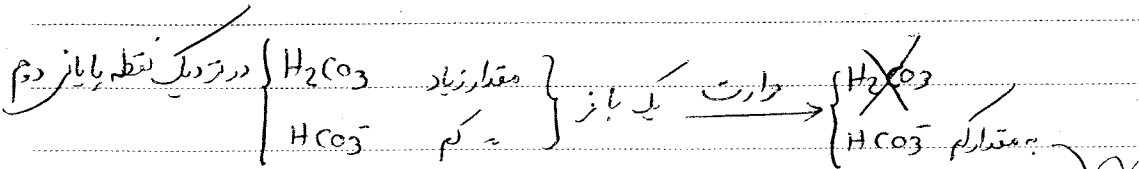
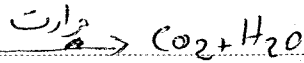
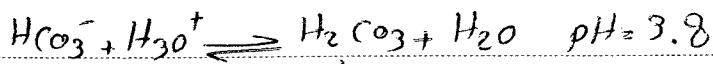
Year. Month. Date. ( )

$Na_2CO_3$ : ترکیبی با خلوص بالا و قابل دسترس است. ارزان است. فقط وزن الرودالین

کمی دارد. وقتی با اسید وارد کنش می شود از نقطه پایانی دارد. از نقطه پایانی دوم

برای استاندارد کردن استفاده می شود از نقطه پایانی اول استفاده نمی شود.

چون در نقطه پایانی دوم تغییرات  $pH$  ~~بزرگ~~ <sup>است</sup>  $pH = 8.3$   $CO_3^{2-} + H_3O^+ \rightleftharpoons HCO_3^- + H_2O$



روش دیگر استاندارد کردن استفاده از پیتا اسید معلوم:



Subject:

Year. Month. Date. ( )

وزن معین  $Na_2CO_3$  + مقدار اضافی از  $HCl$  ← برآورد  $(H_2CO_3)$  خارج می شود

← رد می کنیم (در این محلول اضافی  $HCl$ ) ← با محلول سود استاندارد تبدیل کنیم

از  $NaOH$ ،  $KOH$ ،  $Ba(OH)_2$  استفاده می کنیم که بیشتر از  $NaOH$  استفاده

می کنیم چون ارزان تر، در دسترس، با خنک از اسیدها رسوب ایجاد نمی کند

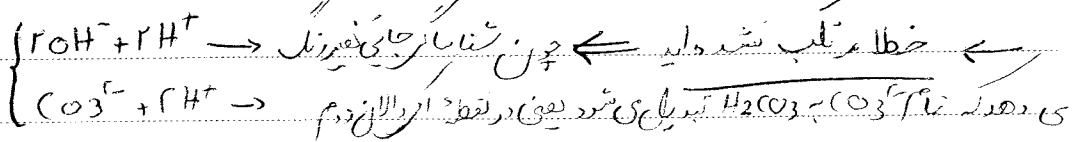
\* سود یک استاندارد اولیه نیست: 1. جاذبه الرطوبه است 2. بصورت خالص قابل تهیه نیست \*

3. در هوا پایدار نیست. جامد  $NaOH$  همراه با  $Na_2CO_3$  است

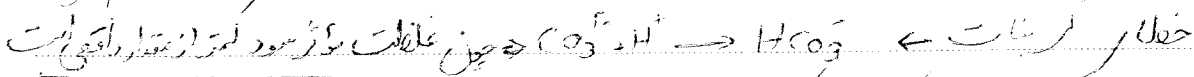
$Na_2CO_3$  از دو جابجایی شونده: 1 از سود جامد اولیه ← محلول استاندارد سود  $\xrightarrow{\text{دو جابجایی شونده}}$   $CO_2$  هوا را جذب می کند



\* محلول سود که  $CO_2$  جذب می کند ← تغییر رنگ اسید ← نشانگر در دامنه اسید تغییر رنگ ندهد ←



\* محلول سود که  $CO_2$  جذب می کند ← تغییر رنگ اسید ← نشانگر در دامنه باز تغییر رنگ ندهد ←



چون نشانگر جابجایی تغییر رنگ می دهد  $CO_3^{2-}$  به  $H_2CO_3$  تبدیل شده است (یعنی  $Na_2CO_3$ )

↓ مول اسید  $\times$  2 = مول سود  $\times$  1  
↑

Subject:

Year. Month. Date. ( )

روش تهیه محلول غار از کربنات: ① تهیه محلول غلیظ سود ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) در  $\text{NaOH}$  سببی کند

② از آب غار از  $\text{CO}_2$  بپار تهیه محلول سود استفاده می شود (باید آب منظر را جوشانده و

بلافاصله سرد شود و استفاده کرد)

③ درب ظرف های حاوی محلول های سود محکم بسته شود تا  $\text{CO}_2$  نفوذ نکند.

۱- محلول سود را نباید در ظروف شیشه ای نگه دارد شروع غلظت آن تغییر می کند

که ممکن است ظرف شیشه ای خورده شود و اگر درب آن شیشه ای باشد و

درب آن جوش نخورد

۲- باید محلول را در ظروف پلاستیک نگه دارد کنند

۳- شستن خوب بورت حاوی سود

Subject: \_\_\_\_\_

Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ ( )

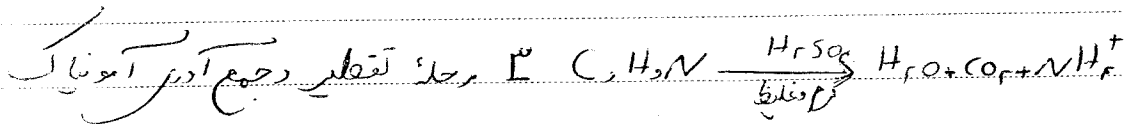
کاربردهای تیتراسیون خنثی شدن:

۱ تجزیه عنصر: 1 تعیین N در مواد مختلف (در مواد آلی روش کجلاال تعیین می شود) به گوگرد.

مراحل روش کجلاال: 1 مرحله کاهش مقدماتی: برخی از ترکیبات اگر کربن یا نیتروژن

هند باید ابتدا به آمین یا آمید احیا بشوند (مزدور است)

2 مرحله هضم کردن: ماده آلی در اسید سولفوریک گرم و غلیظ تجزیه می شود



در این مرحله محلول را قلیایی کرده و  $NH_3$  آزاد شده را در یک ظرف اسید جمع آدنر

می کنیم. 4 مرحله تیتر کردن:

قبل از روش جمع آدنر با در اسید بوردیک <sup>افغان</sup> به مقدار افغانی و اگر نامعلوم  $NH_3$  دارد می شود

با در  $HCl$  استاندارد با حجم مشخص  $NH_3$  وارد شود (جمع آدنر شود)



$$V_{std} (HCl) \times C_{std} - V_{off} \times C_{off} = V_{ind} \times C_{ind}$$

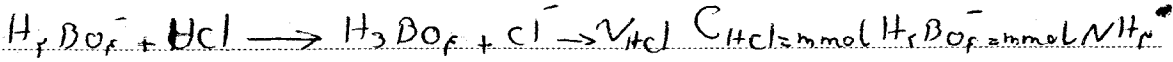
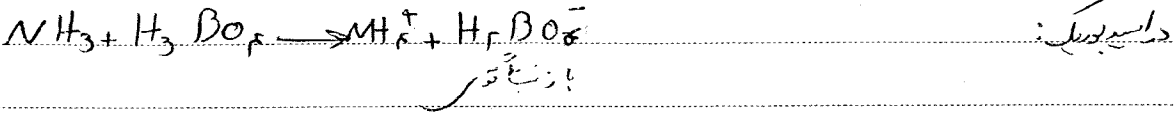
(افغانی)  $NH_3$   $(HCl)$   $(HCl)$

Subject:

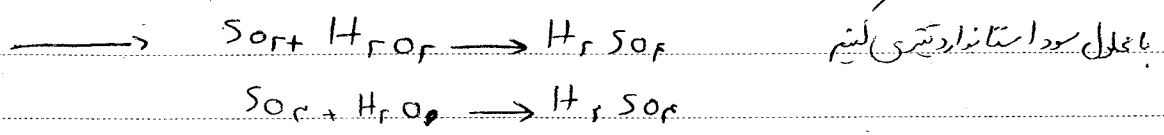
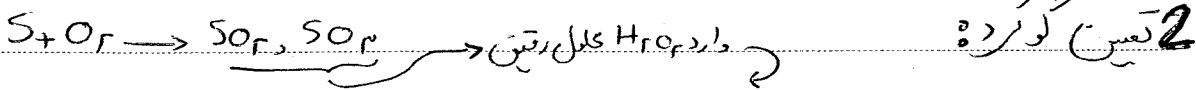
Year. Month. Date. ( )

دامنه تفویض در دامنه اسید بارش

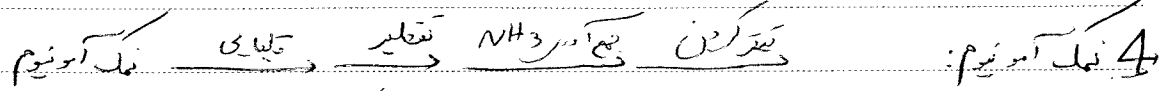
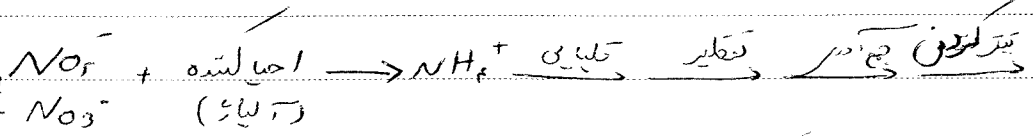
باید یک شنا ساز با حفلیت اسید  $H_2SO_4$  مشخص می کنیم هم برای  $HCl$  هم برای اسید بوریک



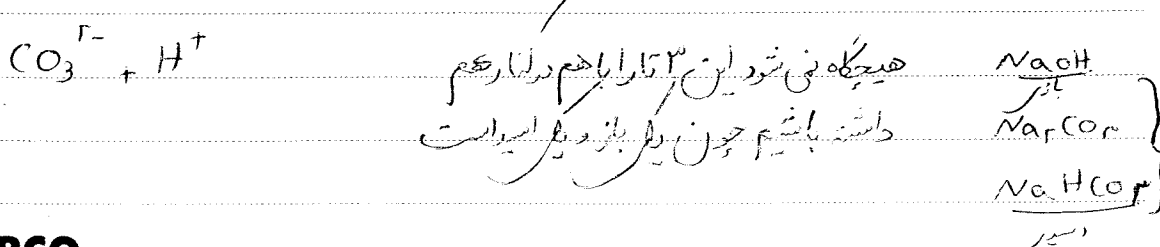
اگر ترکیب دمی با آمین برد مرحله کاهش مقدماتی نداریم



3 تعیین مواد معدنی (ن) نیترات هادی نیتریت ها



5 کربنات ها و مخلوط کربنات هادی کربنات ها: کربنات کلسیم بازر دارند پس با  $H^+$  تستی کنیم



P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ( )

با استفاده از تیتراسیون خفشی شدن } شناسایی کیفی ← تشخیص می کند  
اندازه گیری

حجم HCl مورد نیاز تا نقطه پایانی قبل متالین  $V_{Ph}$  شناساگر باز استازاد HCl + حجم مشخصی از نمونه  
قبل متالین

بروز کردن بزرگ  $V_{bcg}$  شناساگر لیسیر استازاد HCl + حجم مشخصی از نمونه  
بزرگ بروز کردن

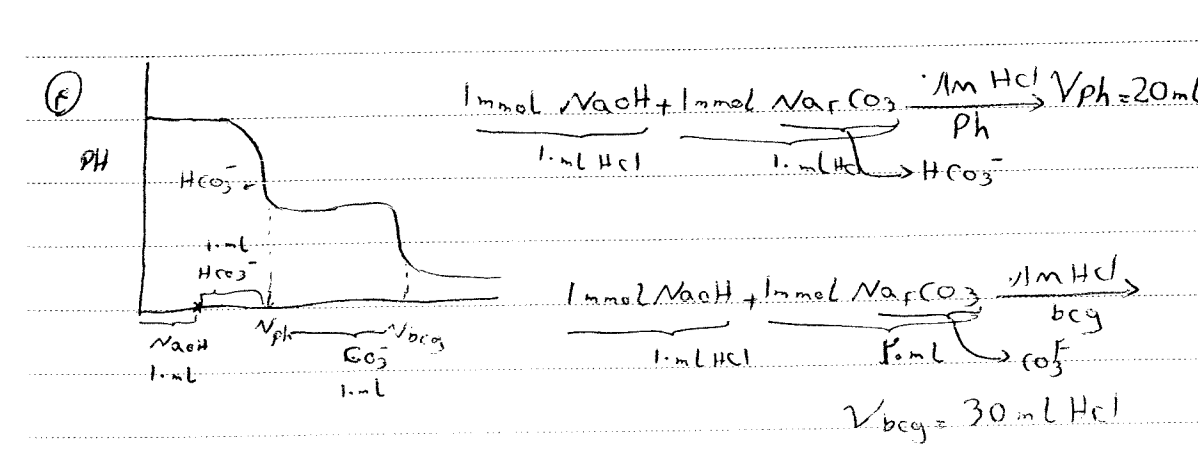
① If  $V_{ph} = V_{bcg}$  → چون مقدار سدیم فقط NaOH پس شناساگر آنتر با لیسیر یک مقداری دهد

②  $V_{ph} = \frac{1}{2} V_{bcg}$  → فقط  $Na_2CO_3$  (  $V_{ph} = V_{bcg}$  ) → فقط NaHCO<sub>3</sub>

③  $V_{ph} > \frac{1}{2} V_{bcg}$  → NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ④  $V_{ph} < \frac{1}{2} V_{bcg}$  → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub>

⑤ 1 mmol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $CO_3^{2-} + H^+ (1M) \xrightarrow{\text{قبل متالین}} HCO_3^-$   $V_{ph} = 1 \text{ mL HCl}$

1 mmol CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>  $CO_3^{2-} + 2H^+ (1M) \xrightarrow{\text{بزرگ بروز کردن}} H_2CO_3$   $V_{bcg} = 20 \text{ mL}$



Subject:

Year. Month. Date. ( )

علاوه بر محلول باقیمانده از گزنه ها، سدیم کربنات و سدیم کربنات بی

۲۵ ml از این محلول تا رسیدن به نقطه پایانی قتل فنالتین به ۱۲ ml ۱M HCl نیاز دارد.

نیاز دارد ۲۵ ml از این محلول به نقطه ادرانه (bcg) به ۲۴ ml ۱M HCl نیاز دارد.

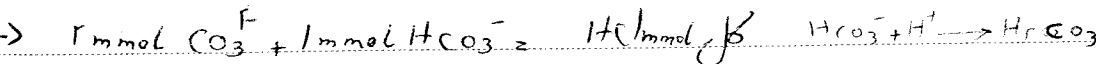
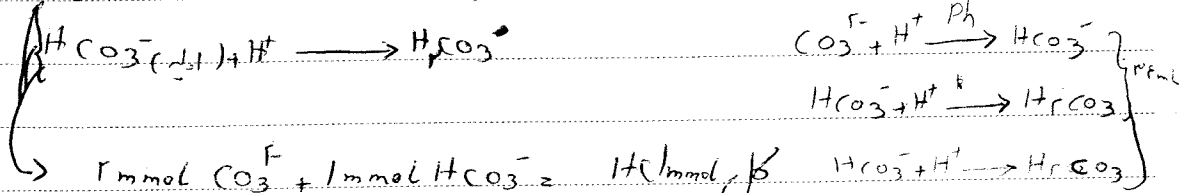
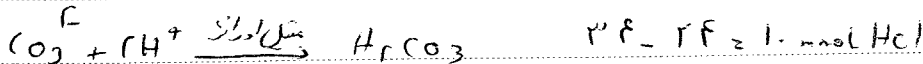
نیاز دارد.  $V_{ph} < \frac{1}{f} V_{bcg} \Rightarrow 12 < 14$   $V_{ph} = 12$  و  $V_{bcg} = 24$

داریم  $Na_2CO_3$  و  $NaHCO_3$

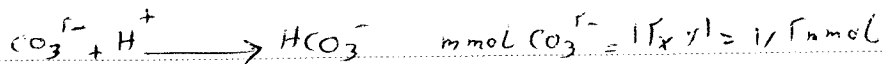
تا نقطه پایانی قتل فنالتین  $CO_3^{2-}$  با  $H^+$  قتل می شود و  $HCO_3^-$  تبدیل می شود

این حجم ه حجم HCl مورد نیاز برای تبدیل بی کربنات به کربنات است

تا نقطه پایانی قتل ادرانه  $CO_3^{2-}$  و  $HCO_3^-$  و پس به  $H_2CO_3$  تبدیل می شود



$2 \times 1/2 + n = 24 \times 1/1 \Rightarrow n = 12 \text{ mmol } HCO_3^-$

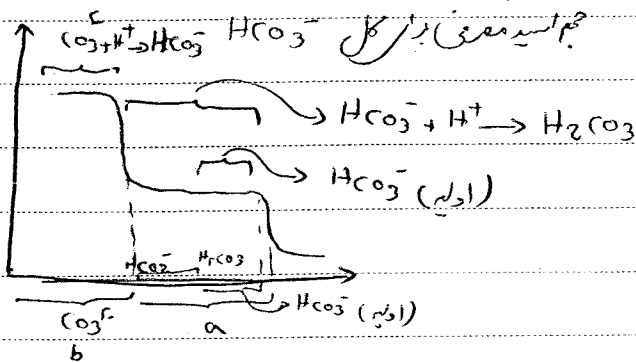


Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$C_{CO_3^{2-}} = \frac{1.2 \text{ mmol } CO_3^{2-}}{20} \quad C_{HCO_3^-} = \frac{1 \text{ mmol } HCO_3^-}{20}$$

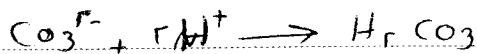
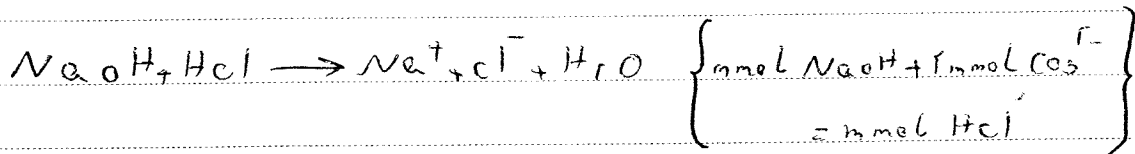
حجم اسید معنی برابر  $HCO_3^-$  اولیه  $= (V_{bcg} - V_{ph}) - V_{ph}$



ردش دینکله: ① برابر مخلوط کربنات سود:

حجم مشخصی از نمونۀ حاصل بود در کربنات + HCl است تراز بزرگ بود در نقطه  $V_{HCl}$  (محل را جوابی)

سی دویم تا  $H_2CO_3$  (ازین رود تا پایت ازین رود) در این حجم سود + کربنات هر دو تبدیل شدن اند



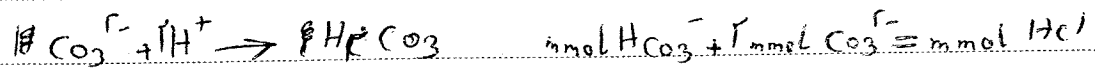
حجم مشخصی از نمونۀ  $BaCO_3(s) \leftarrow BaCl_2 +$  کربنات بررسی کند + سود

$\left\{ \text{mmol } HCl = \text{mmol } NaOH \right\}$  در این مرحله نقطه سود تیزی شود  $V_{HCl}$   $\leftarrow$   $HCl$  است اندازه تیزی کنیم

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )

برای غلظت کربنات‌های کربنات

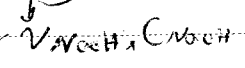
مجموعه شیمی از نمونه + HCl استاندارد نیز بر روی وزن  $V_{HCl}$  بی کربنات کربنات



مجموعه شیمی از نمونه + مجموع شیمی از محلول سود استاندارد (بصورت اضافی)  $\xrightarrow{BeCl_2}$   
 $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_3^{2-}$

$BeCO_3(s)$  تمام  $CO_3^{2-}$  در سببی کنند + اضافی بود با  $HCl$  استاندارد  $V_{HCl}$  یادداشت می شود  
 تیترونی کنیم

$\text{mmol } HCl = \text{mmol } NaOH$  اولیه بود ، اضافی  $\text{mmol } NaOH =$



میل بریل بود و کاشی کرده با  $HCO_3^-$  ، میل بریل معادل بی کربنات اولیه  $\leftarrow$  میل بریل کربنات اولیه محاسبه می شود

۲ تعیین مقدار کرده ها را عامل آبی :

۳ تعیین مقدار تیک ها: وزن ها و کلیات آن را دلار کرده ها را ~~میل بریل~~ بیونی ثابت و متراک

حسند در بدو کته تقسیم می شود تعویض کنندگان کاتون  $R-SO_3H^+$  بیونی ثابت نامنتی

در بین متراک نامنتی وارد (هر کاتونی می تواند باشد)

P4PCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )

تغییر کننده این  $R-NH_3^+ OH^-$  قابل تعویض است  
 با دیگر کاتیون

رزین تبادل کاتیونی به نرم  $H^+$  + محلول حاوی نیک  $H^+$  ← رزین خارج می شود

+ سودا استاندارد قندی کنته از در حجم بود غلظت  $H^+$  دان در آن غلظت نیک عابسی بود

رزین تبادل کاتیونی نرم  $OH^-$  + محلول نیک  $OH^-$  خارج می شود  $HCl$  استاندارد قندی کنیم

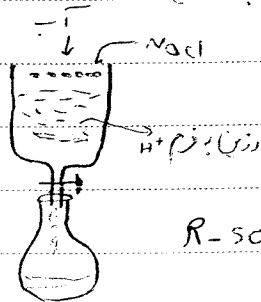
از در مقدار  $HCl$  غلظت نیک عابسی شود. نسبت به وقت متراکم به ثابت  $L$  است چون

ترکیب خنثی است (از نظر بار)  $R-SO_3^- H^+ + Na^+ \rightarrow R-SO_3^- Na^+ + H^+$

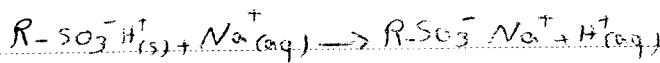
راه تهیه محلول جابر استاندارد  $HCl$  با سود:

درین معنی از  $NaCl$  (خالص خشک) را بری داریم ← در مقدار این آب حل می کنیم

در سرستون رزین تبادل کاتیونی به نرم  $H^+$



در یک بالن تا حجم مشخص رقیق کنیم



$$2 \text{ mmol NaCl} \equiv \text{mmol } H^+$$

$$C_{HCl} = \frac{\text{mmol } H^+}{\text{حجم بالن}}$$

Subject:

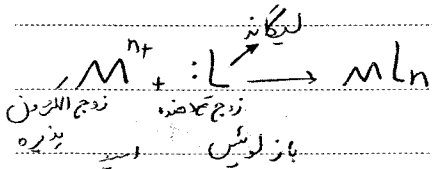
Year. Month. Date. ( )

برای تعیین  $NaOH$  استاندارد از همان روش قبلی در بارزین به نرم  $OH^-$  استفاده می‌کنیم

$$C_{NaOH} = \frac{mmol\ OH^-}{\text{حجم بالن}}$$

فصل ۱۳

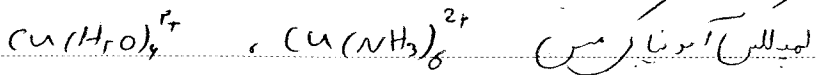
تعیین هار تشکیل کمپلکس: بر مبنای حجم ترکیبده غلظت کاتیون را تعیین می‌کنیم



لیگاند: گونه‌ای که در این جهت آزاد است که با

به صورت مولکول خنثی است یا به شکل یون باشد

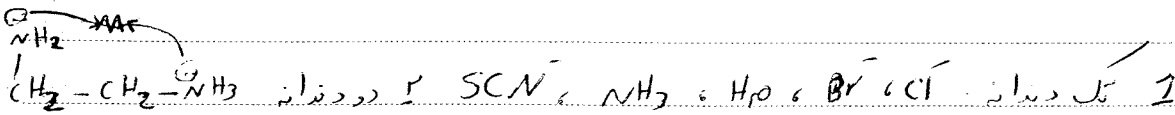
مثلاً مولکول خنثی ( $H_2O$ ،  $NH_3$ )، استیلن (کاتیون) یا یون ( $Cl^-$ ،  $SCN^-$ )



کمپلکس آبرنگی مس

\* تعداد پیوندهای دایمر که یک کاتیون با کونتر یون دهد و تشکیل یون دهد را عدد کوردیناسیون گویند

لیگاندها از لحاظ تعداد دندانه‌ها از محل‌هایی که می‌توانند زوج الکترون در اختیار قرار دهند



کلسیم ۳ دندانه ۴ چهار دندانه ۵ پنج دندانه ۶ شش دندانه اتیلن در آمین ترا استیک

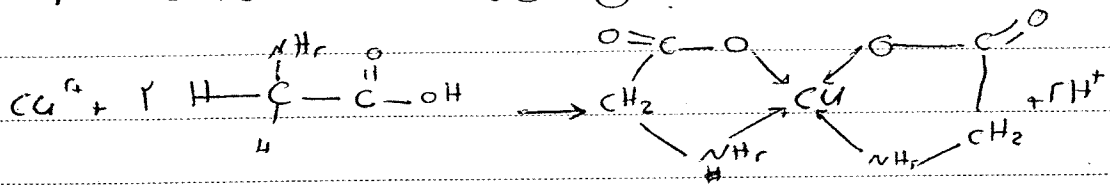
اسید  $EDTA$  لیگندهایی که بیش از ۲ دندانه دارند لیگاند چند دندانه

\* عوامل کیلیت کننده: لیگندهایی که از آنجا چند محل می‌تواند جهت در اختیار قرار دهد  $PAPCO$

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

\* **کریلیت:** کمپلکس ناشی از یون فلز و عامل کریلیت گفته می شود.

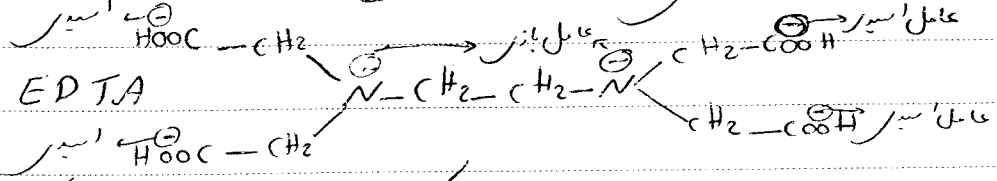
کمپلکس: کریلیت  $\rightarrow$  عامل کریلیت گفته می شود +  $M^{n+}$



\* **لیگاند:** چند داند به لیگاند هر یک دندانه ارجحیت دارند اگر تک دانه باشد دالتش به قدرت برسد از انجام می شود و نقطه پایانی قابل تشخیص نیست

اگر لیگاند چند دانه باشد هر یک مرحله انجام می شود

رقیق لیگاندیک دانه باشد استوکیومتری مشخص نیست چقدر هر مرحله انجام می شود



\* **دیزاکر:** EDTA: 6 دندانه است 2 بت استوکیومتری فلز به EDTA یک

\* **یک است:**  $K_{f3}$  آن پایین فلز بزرگ است 3 تمام کمپلکس ها آن

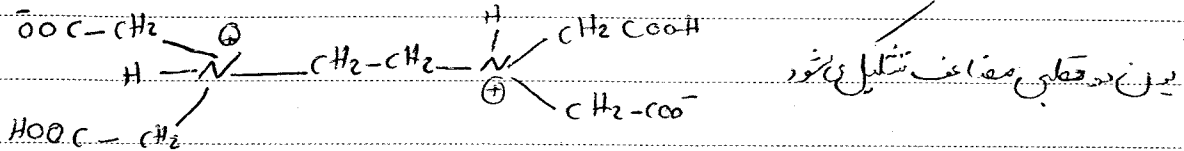
در آب محلول اند اگر کمپلکس ها آن بی رنگ یا کمی رنگی است لی ترانسمیتر است

برای تعیین نقطه پایانی استفاده کنیم

Subject:

Year. Month. Date. ( )

زمانی EDTA در آب حل می‌شود رفتارش مشابه رفتار آمینو اسید است

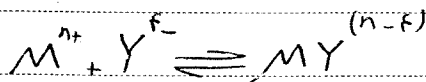


ناشی از جدا شدن H در عامل  $\rightarrow K_1 = 1.2 \times 10^{-2}$  و  $K_2 = 2.14 \times 10^{-3}$

گروه کربوکسیلیک

$K_3 = 6.92 \times 10^{-7}$ ,  $K_4 = 5.5 \times 10^{-11}$  در  $K_3$  مربوط به جدا شدن H از NH

گروه آمینویی



\* مقدار  $[Y^{f-}]$  تابع PH محیط است  $\leftarrow \downarrow PH \rightleftharpoons \downarrow CY^{f-}$  و برعکس \*

\* وقتی  $\downarrow PH$  گونه  $H_4Y$   $\uparrow$  در یک PH معین یک یا دو گونه از فرم‌ها مختلف

EDTA ظاهر علفک می‌شود. اگر  $\uparrow PH \leftarrow Y^{f-}$  در  $H_4Y, Y^{f-}$

در PH بالاتر از 10  $[Y^{f-}]$  زیاد است  $H_4Y, H_3Y^-, H_2Y^{2-}, H_3Y^-, H_4Y^-, H_2Y^{2-}$

طرز تهیه محلول استاندارد EDTA: 1 از نمک در سدیک  $(Na_2H_2Y_2 \cdot 2H_2O) EDTA$

استفاده کنیم بعد آنرا در دما 130-145 خشک کنیم  $Na_2H_2Y \leftarrow$  وزن

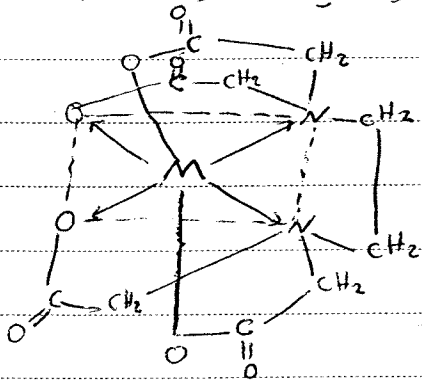
معینی از این نمک خشک را در حداقل حجم مورد حل کرده و تا حجم معینی رقیق کنیم

۱ در شرایط عادی جو تقریباً ۱۳٪ نمک در سدیک در آب و طریقت انفاغی است

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. ( )

وزن تصحیح شده را محاسبه (۱۳٪ وزن) و خلقت محلول را بر مبنای آن انجام دهید

۳ استاندارد کرم EDTA در مقابل یک استاندارد اولیه (CaCO<sub>3</sub>)



محاسبات تقابل مربوط به EDTA:

منبعی تیتراسیون تشکیل کمپلکس مثل منفری

رئوسیات  $\begin{matrix} PM \\ \downarrow \\ EDTA \end{matrix}$

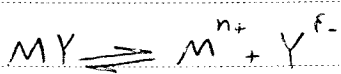
\* تمام تیتراسیون‌ها در محیط‌ها بافر شده با PH معلوم انجام می‌شود

برای مراحل محاسبه PM ۳ مرحله است: ۱. نقاط قبل از  $V_{eq}$  در نقطه  $V_{eq}$  پس از  $V_{eq}$

۱. قبل از نقطه ارج والان:  $C_{M^{n+}} = C_{EDTA}$  (معمولاً استفاده شده - معبر بر مبنای ادر لیه یون فلز  $M^{n+}$ )

چون  $k_f$  بزرگ است میزان  $M^{n+}$  ناشی از تفکیک را ناچیز فرض می‌کنیم  $M^{n+} + Y^{4-} \rightleftharpoons MY \quad k_f$

$$[M^{n+}] = C_{M^{n+}} + \frac{C_{EDTA}}{Y^{4-}}$$



۲. نقطه ارج والان: نقطه کمپلکس داریم

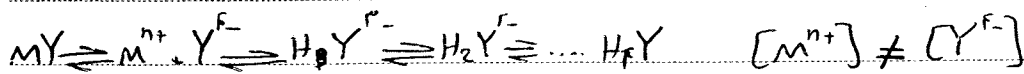
$$k_f = \frac{[MY]}{[M^{n+}][Y^{4-}]} \quad \alpha_Y = \frac{[Y^{4-}]}{C_T} \quad C_T = [Y^{4-}] + [HY^{3-}] + [H_2Y^{2-}] + [H_3Y^{-}] + [H_4Y]$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$[Y^{f-}] = \alpha_Y C_T \Rightarrow k_f = \frac{[MY]}{[M^{n+}](\alpha_Y C_T)}$$

یک مول کمپلکس که تولید شود یک مول EDTA می‌دهد به فرم‌های  $C_T$  است (در اینجه PH است)



$$[M^{n+}] = C_T, \quad k'_f = k_f \alpha_Y = \frac{[MY]}{[M^{n+}] C_T} \quad \text{در نقطه اکر دالین}$$

در PH واکش

$k'_f$  = ثابت تشکیل بشرط یا مشروط یا مؤثر در یک PH معین صادق است

$$[M^{n+}] = \frac{[MY]}{k'_f} \Rightarrow [M^{n+}] = \sqrt{\frac{[MY]}{k'_f}}$$

$[MY] = \frac{\text{میلی مول‌ها اولیه فلز}}{\text{جمع در نقطه اکر دالین}}$

$$\alpha_Y = \alpha_{Y^{f-}} = \frac{k_1 k_2 k_3 k_4}{[H^+]^f + k_1 [H^+]^3 + k_1 k_2 [H^+]^2 + k_1 k_2 k_3 [H^+] + k_1 k_2 k_3 k_4} = D$$

$$\alpha_0 = \alpha_{H_f Y} = \frac{[H^+]^f}{D} \quad \left( \alpha_Y \text{ فقط تابع } [H^+] \text{ است } \right)$$

$$k'_f = k_f \alpha_Y = \frac{[MY]}{[M^{n+}] C_T}$$

$I$  پس از نقطه اکر دالین

$$[MY] = \frac{\text{میلی مول‌ها اولیه فلز}}{\text{جمع کل محلول}} \quad C_T = \frac{\text{میلی مول‌ها EDTA اضافه شده}}{\text{جمع کل}}$$



۵۵

Subject:

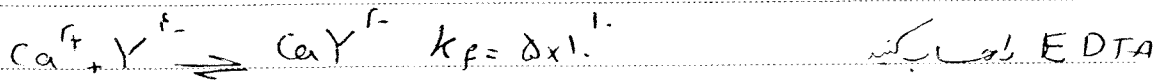
Year. Month. Date. ( )

$$C_T = \frac{1.50 - 1}{0.01} = 0.50 \text{ M} \quad \alpha = \frac{k_1 k_2 k_3 k_4}{D} = 1.0 \times 10^{-7}$$

$$1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-7} = \frac{0.50}{[Ca^{2+}] \times 0.01} \Rightarrow [Ca^{2+}] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ M}$$

۵.۰ ml از محلول  $Ca^{2+}$  با غلظت ۰.۱ M که در pH = ۱۰ بازنشده و با محلول ۰.۱ M

EDTA تیتر کنیم.  $P_{Ca^{2+}}$  را در ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۴۹.۹، ۵۰، ۵۰.۱، ۵۱، ۶۰ ml



$$K_f' = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}][Y^{4-}]}, \quad \alpha_Y = \frac{[Y^{4-}]}{C_T} \Rightarrow K_f' = k_f \cdot \alpha_Y = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}]C_T}$$

$$\alpha_Y = \frac{k_1 k_2 k_3 k_4}{[H^+]^4} = 1.0 \times 10^{-7} \Rightarrow K_f' = 1.0 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^{-7} = 1.0$$

0 ml EDTA:  $pCa = -\log [Ca^{2+}] = 2$

پس از اتریش ۷ ml از محلول EDTA تا نقطه اتریش  $K_f'$  بزرگ است

$$[Ca^{2+}] = [Ca^{2+}] = \frac{Ca^{2+} \text{ مابقی با اتریش} - V \times 0.1}{0.01 + V}$$

$V = 10 \text{ ml EDTA} \Rightarrow [Ca^{2+}] = \frac{0.01 - 0.01}{0.01 + 0.01} = \frac{0}{0.02} = 0 \text{ M} \Rightarrow P_{Ca} = 2.17$

۵.۰ ml EDTA  $C_{CaY^{2-}} = [CaY^{2-}] = \frac{Ca^{2+} \text{ مابقی با اتریش}}{1.0} = \frac{0.01}{1.0} = 0.01 \text{ M}$  در نقطه اتریش

**P4PCO** در نقطه اتریش  $[Ca^{2+}] = C_T \Rightarrow K_f' = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}]C_T} = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}]^2}$



Subject: \_\_\_\_\_

Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

$$\rightarrow [Ca^{2+}] = 5.2 \times 10^{-7} M \Rightarrow P_{Ca} = 6.28$$

پس از نقطه ارجحان - میلی مولار اولیه  $Ca^{2+}$  - میلی مولار افغانده شده EDTA،  $C_T = 50.1$  میلی مولار

$$C_T = \frac{50.1 \times 11 - 50 \times 11}{100 \times 11} = 9.99 \times 10^{-6} M$$

$$[CaY^{2-}] = \frac{50 \times 11}{100 \times 11} = 5 \times 10^{-4}$$

علاقت کاملت در نقطه ارجحان پس از آن از یک رابطه جابجایی شود فقط حجم کل فرقی کند چون یون فلز ( $Ca^{2+}$ ) نداریم تا با EDTA وارد واکنش شود

$$K_f = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}] C_T} \Rightarrow Ca^{2+} = 2.7 \times 10^{-8} M$$

حداقل باید ۲ واحد تغییر PM در نقطه ارجحان داشته باشیم تا تغییر رنگ مشاهده شود

مشاهده کنیم

چند نکته در مورد تغییر اسید کمپلکس متر: EDTA؛

1 در محیط بافر شده در PH معین انجام می شود

2 نسبت استوکیومتر تمام یون های فلز با EDTA 1 به 1 است

3 با EDTA می توان برخی از یون های فلز را در حضور برخی دیگر از یون های فلز نیز اندازه گیری کرد

مردان هیچ مزاحمتی در شرط  $K_f$  در یون فلز با EDTA - انداز کافی متفاوت باشد



Subject:

Year. Month. Date. ( )

1. بازنه کردن محلول  $Zn^{2+}$  با  $NH_3 + NH_4^+$  بازنه کردن  $Zn^{2+}$  با  $NH_3 + NH_4^+$  **\*\***

از روی کردن  $Zn^{2+}$  به صورت  $Zn(OH)_2$  جلوگیری کند.

$$\alpha_m = \frac{[M^{n+}]}{C_m} \quad C_m = [M^{n+}] + [ML] + [ML_2] + \dots + [ML_n]$$

$$\frac{1}{\alpha_m} = 1 + k_{f1}[L] + k_{f1}k_{f2}[L]^2 + \dots + k_{f(1)} \dots k_{f(n)} [L]^n$$

تقریباً یوهار فلز منهای مقدار لیگاند شده  $k_{f(1)} \dots k_{f(n)} [L]^n$

$\alpha_m$  را با این علت بدست می آوریم چون فلز با آمونیاک در حالت عاریت و اکسیداسیون در دست

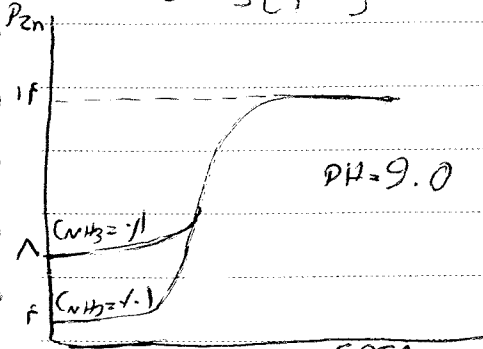
$$\alpha_{Y^4} = \frac{[Y^{4-}]}{C_T}$$

و غلظت خودیون فلز آزاد کمات

$$\alpha_m = \frac{[M^{n+}]}{C_m} \quad k_f = \frac{[MY]}{\alpha_m C_m \alpha_Y C_T} \Rightarrow k_f' = k_f \alpha_Y \alpha_m = \frac{[MY]}{C_m \cdot C_T}$$

$$k_f = \frac{[MY]}{[M^{n+}][Y^{4-}]}$$

ثابت در شرط  $[L] \ll [M^{n+}]$



\* اگر غلظت لیگاند کم زیاد شود

تغییر کمتری شود. غلظت لیگاند کلی باید

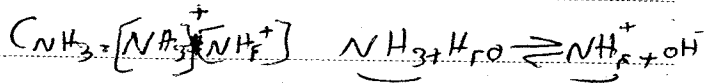
مناسب انتخاب شود یعنی طور انتخاب شود که از یک طرف مانع از رسوب کردن

یون فلز شود از طرف دیگر مانع از تشکیل اثر کمی دارنده باشد

Subject:

Year:      Month:      Date:      ( )

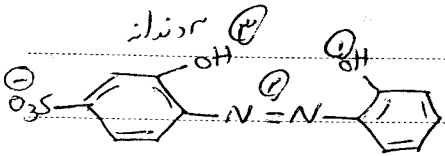
pH داین تیرامین  $\alpha\gamma$  و [لیگاند کلر] را کنترل می کند



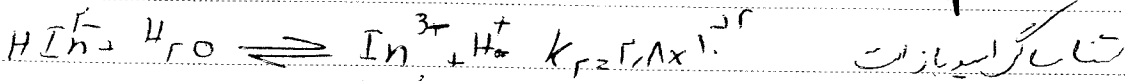
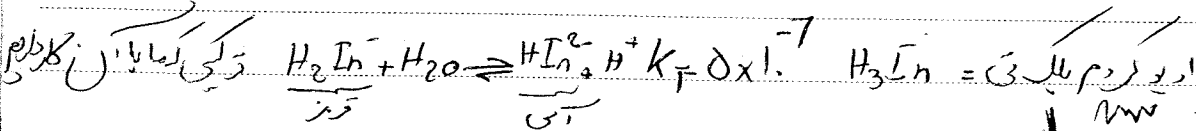
شناختن کار تیرامین با EDTA: (عوامل کیلیس) لسته چنددندانده اند که با یونهای

نادر ترکیبات رنگ ایجاد می کنند (لیگاند EDTA بی رنگ هستند)

شدهت رنگ در محدوده  $10^{-6}$  تا  $10^{-7}$  را تشخیص دهیم

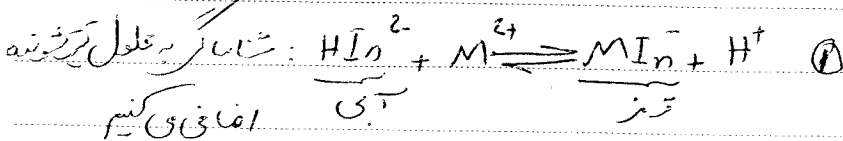


1 اریوردم پلگتی (لیگاند 3 دندانده) آرسازولک



چون رنگ تیز نارنجی قابل تمایز نیست باید کارکنیم رنگ آبی مشاهده شود

داین کار در pH 7 انجام می شود.

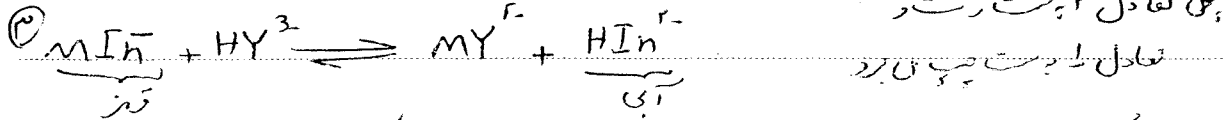
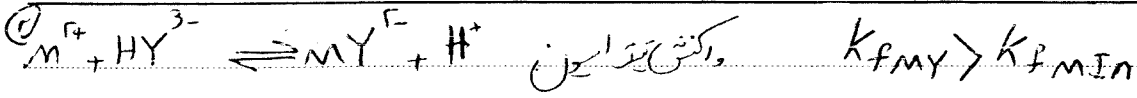


\*\*\*  
\*pH\*  
\*\*\*

$K_F$  بزرگ است چون لیگاند چنددندانده است

Subject: \_\_\_\_\_

Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )



شما اگر حار تیز است EDTA را شما اگر حار یون نظر گیرید

روش حار تیز است با بکارگیری EDTA (تولید حار تیز است EDTA):

۱. مقدار EDTA مستقیم ۲. تیز است معکوس ۳. تیز است جانشینی ۴. روش غیر مستقیم   
 روش غیر مستقیم: برابر اندازه گیری تیز است ها بکاری رود

مقدار  $SO_4^{2-}$  را تعیین کنیم ← مقدار معلوم  $Ba^{2+}$  اضافی  $BaSO_4$  در سوسین کند ←

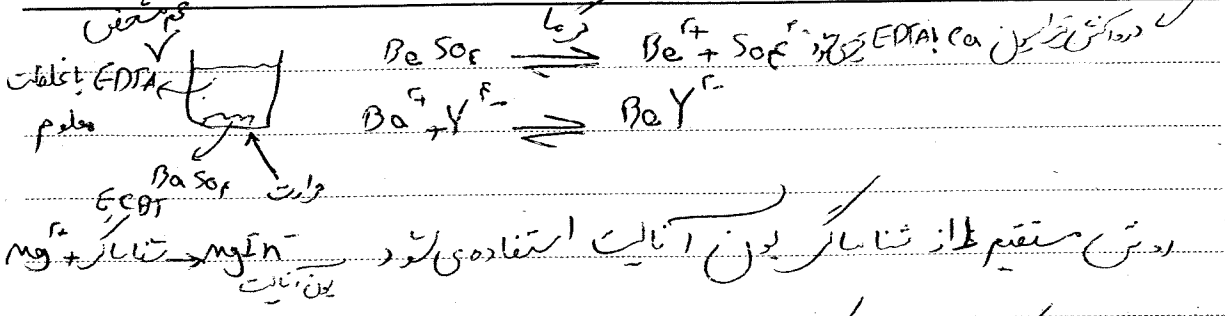
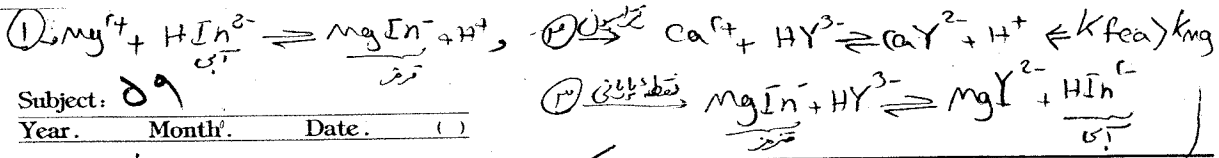
اضافی  $Ba^{2+}$  را با EDTA تیزی کنیم. ← مقدار  $Ba^{2+}$  که نامولکات واکنش کرده  $Ba^{2+}$  اضافی

$SO_4^{2-}$  را با  $Ba^{2+}$  وارد واکنش کنیم ←  $BaSO_4$  ← سوسین را در محلول EDTA اضافی بپوشانیم

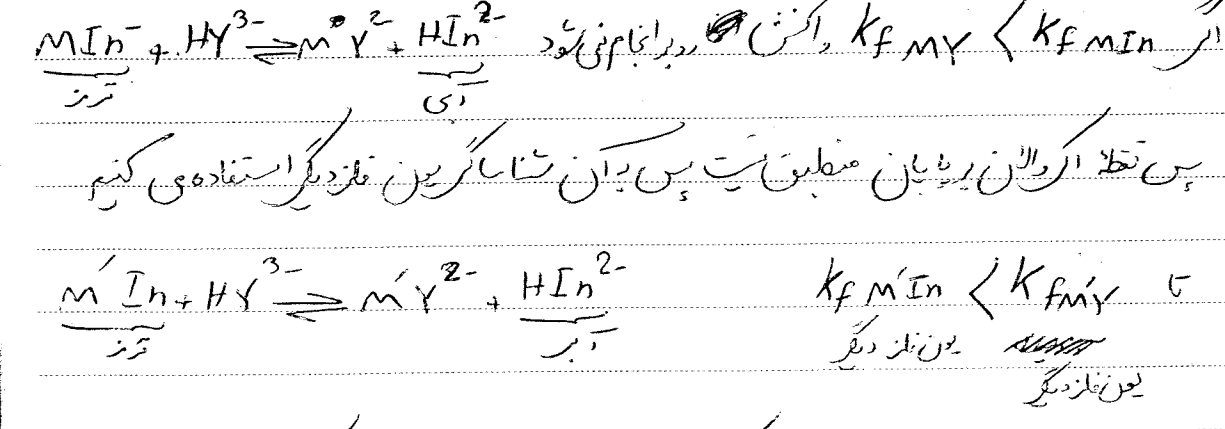
←  $BaY^{2-}$  تشکیل می شود ← اضافی EDTA را تیز کنیم ← مقدار EDTA اضافی را از

مقدار اولیه تیزی کنیم در نتیجه  $Ba^{2+}$  که با  $Ba^{2+}$  واکنش کرده را مشخص می کنیم ←

مقدار  $SO_4^{2-}$  که با  $Ba^{2+}$  واکنش کرده را تعیین می کنیم



یا از شناگر بین فلز دیگر استفاده می کنیم  
 $Ca^{2+} + EDTA \rightarrow CaEDTA$   
 $MgIn^{-}$  چون در  $Ca^{2+}$  نقطه اوردان بر نقطه پایان منطبق است پس این  $MgIn^{-}$  اضافی کنیم

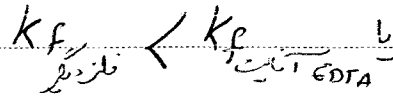
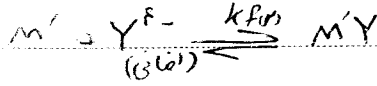
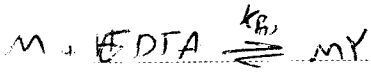


که پتانسیومتر هم از آلترود شناگر بین فلز استفاده شود (انتخابگر یونی)  
 آلترود  $Hg/HgY^{2-}$

تیرا یون معلوم: حجم اضافی از EDTA با خلقت معلوم اضافه کرده  $\leftarrow$  EDTA اضافی را  
 باید بین فلز دیگر لعل استناد آیری کنیم و برابر کاهش حطار این تیرا یون

Subject:

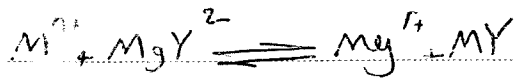
Year \_\_\_\_\_ Month \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ ( )



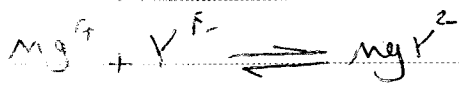
حلول است ندارد ←  $Zn^{2+}$  یا  $Mg^{2+}$

زمانی که شناسگر مناسب نداریم یا واکنش تریپون کندات از تریپون معکوس

استفاده می کنیم. در شرایط تریپون یون فلز در آب کند از این روش استفاده می کنیم



روش جانشینی: در محلول تریپون مقدار



افزاینده  $ZnY^{2-}$  اضافی کنند

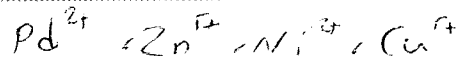
باید  $K_{MgY} > K_{ZnY}$  بر این اساس واکنش (1) به سمت راست برود.

علت جانشینی چون شناسگر مناسب بر این مقدار یون مناسب نداریم

راه حل این انتخابگر EDTA 0.1% کنترل PH استفاده از عوامل بوکس کننده

یک سر لیگاند هستند که بطور انتخابی با یون فلز خاص کمپلکس داده و مانع از واکنش

از یون فلز با EDTA می شود مثلاً (N) یک پروتئین خوب است برای  $Ca^{2+}$ ،  $Mg^{2+}$



51

Subject:

Year.      Month.      Date.      ( )

تجزیه (2)

PAPCO



Subject:

Year. Month. Date. ( )

« فصل اول »

مقدمه بر تعادلات السایش و کاهش

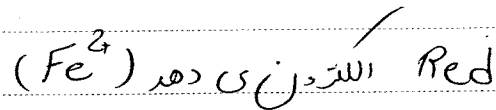
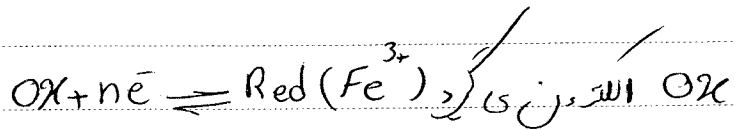
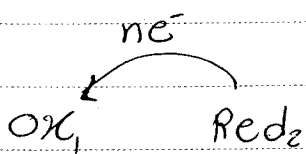
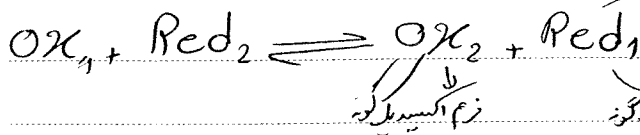
تعریف اللز و شیمی: بررسی فرایندهای ردولس (اکسایش و کاهش)

اطلاعات یعنی ← تجزیه یعنی

اطلاعات کسی ← تجزیه کسی

فرایندهای ردولس: فرایندهایی که در آن یک یا چند اللز از یک گونه به گونه دیگر منتقل می شود

دیگر منتقل می شود (یک گونه اللز می دهد سپس اکسیدی شود و گونه دیگر اللز می گیرد احیای شود)



نکته: اگر واکنش ردولس را با واکنش اسید باز مقایسه شود

در اسید باز  $H^+$  مبادله می شود اما در واکنش ردولس اللز مبادله می شود

Subject:

Year. Month. Date. ( )

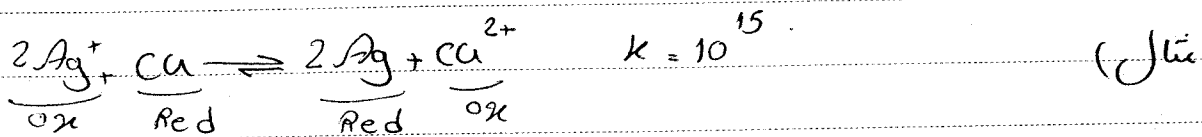
تلقه در واکنش اسیدهاز (برونستد) از سمت اسیدهاز قوی به سمت اسیدهاز

ضعیف کامل است

همچنین در ردوکس از سمت  $Ox_1$  و  $Red_2$  قوی تر به سمت  $Ox_2$  و  $Red_1$  ضعیف کامل است

که واکنش ردوکس کامل بزرگ است  $Ox_2 > Ox_1$  و  $Ox_1 \leftarrow Ox_2$  اکسندر قوی تر

از  $Ox_2$  است  $Red_2 > Red_1$  قدرت احیاکنندگی  $Red_2$  بیشتر از  $Red_1$  است



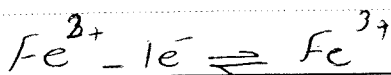
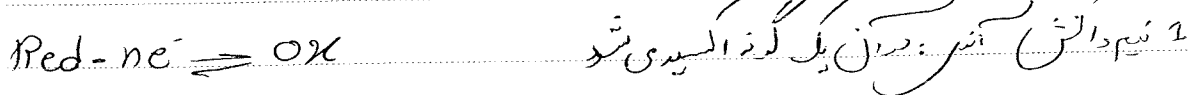
(مثالی برای اثر  $E^\circ$  مثبت تر)

قدرت اکسندگی  $Ag^+$  بیشتر از  $Cu^{2+}$  است  $\leftarrow$  مثال برای احیا بیشتر از  $Cu^{2+}$  است

قدرت احیاکنندگی  $Cu$  از  $Ag$  بیشتر است  $\leftarrow$  مثال برای الکتروش از  $Ag$  بیشتر است

هر واکنش ردوکس شامل دو نیم واکنش اکسندگی و کاتدی است که از جمع آنها واکنش

ردوکس بدست می آید



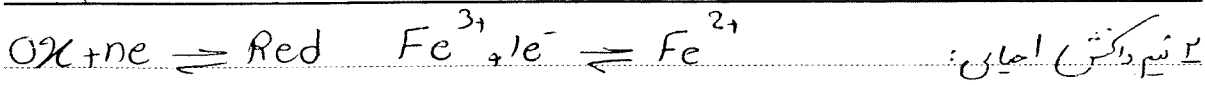
PAPCO



۵۲

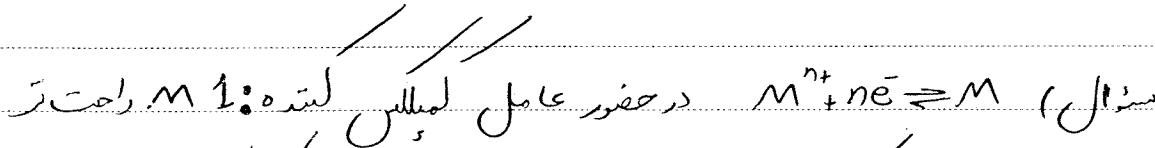
Subject:

Year. Month. Date. ( )



از حاصل جمع دو واکنش بالا واکنش رد و اکسیداسیون بدست می آید

قدرت اکسیدکننده  $Ox$  بیشتر می شود  
 و قدرت کاهش دهنده  $Red$  کمتر می شود  
 هر چه تمایل به راست بیشتر شود

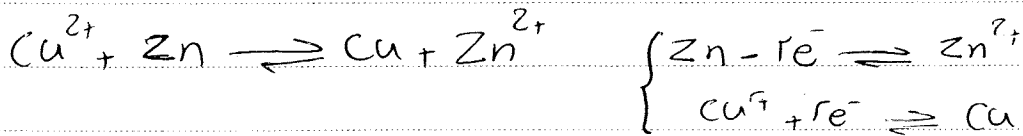


اکسید شده و اجای کمتر بشود  $M^{n+}$  سخت تر اجایی شود و اکسیدکننده کمتر می شود

رودش حار انجام واکنش حار الکترو شیمیایی: معمولاً بر دو صورت انجام می شوند

۱ مستقیم: اگر نه حار اکسید شونده را اجای شونده آنگاه بر هم نزدیک می شوند که انتقال

الکترون به طور مستقیم بین آنها انجام می شود



۲ رودش غیر مستقیم: در پیل حار الکترو شیمیایی انجام می شود به این صورت که اجزای واکنش دهند

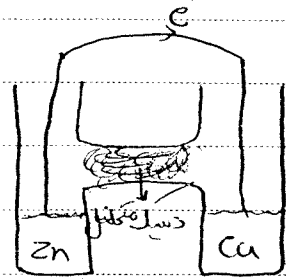
به طور مستقیم با هم تماس ندارند در محلول حار جداگانه قرار دارند و انتقال

Subject:

Year:      Month:      Date:      ( )

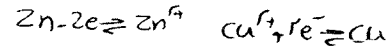
الترودن از Red به OK از طریق یک مدار خارجی انجام می شود

دیسک متخلخل باعث عبور یون های شود



1. دوازده اختلاف مستقیم واکنش ها جلوه گر می کند در حالتی که

اجازه بر عبور یون های دهنده تا موازنه بار صورت گیرد



۱. واکنش به صورت خود بخود انجام می گیرد  $Zn + Cu^{2+} \rightleftharpoons Zn^{2+} + Cu$

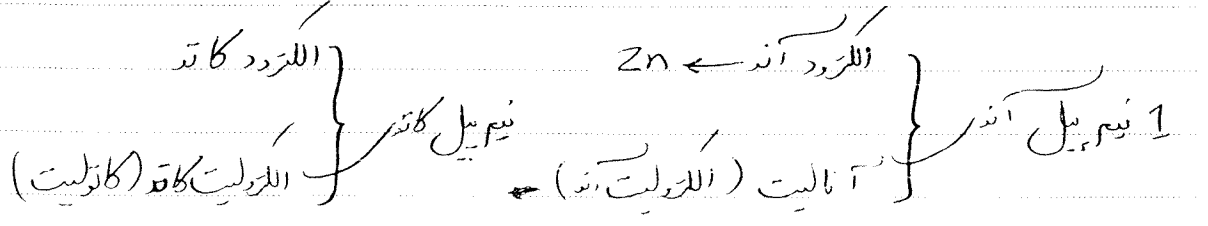
۲. واکنش تا رسیدن غلظت ها به غلظت ها بر تعادل پیش می رود و در اینجا

واکنش تمام می شود و ولتاژ اندازه گیری شده به نسیان تغییر می کند و واکنش بر بر رسیدن به تعادل

است و نشان دهنده اختلاف غلظت ها حالت اولیه با غلظت ها بر تعادل است

ولتاژ هر پیل در حالت تعادل مساوی می شود

ساخته یک پیل الکتروشیمیایی: معمولاً از دو قسمت اصلی و یک قسمت فرعی تشکیل شده



Subject:

Year. Month. Date. ( )

۳. اتصال مایع (مثل پیل زلف) جنس الکترولیت بستل به نیم واکنش اندر و کاهش دارد

در نسبت جیب کاتد نسبت راست کاتد

\* مکانیسم هدایت (الترلیت) در پیل هارنر لیتیم یونی: هدایت به سه طریق انجام می شود

1. در مدار خارجی هدایت التریلیت بر عمده التریون ها است

2. در داخل محلول هدایت التریلیت بر عمده یونیات 3 در سطح مشوک محلول و التریون

هدایت در اثر انجام واکنش هارنر کاهش انجام می شود

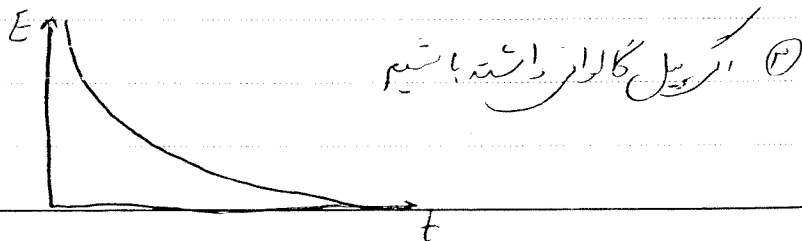
\* نیروی التریون موثر در پیل (پتانسیل پیل): نیروی پیش ران واکنش کل پیل است

در ابتدا پتانسیل آند کاتد با یلدر یلر متفاوت اند به خاطر این اختلاف واکنش پیل انجام

می شود که این واکنش  $E_c > E_a$  نخواهد بود و خود بخود انجام شود باید  $E_c < E_a$  باشد

و انجام واکنش  $E_c$  به  $E_a$  نزدیک می شود و در نهایت  $E_c = E_a$  حالت تعادل داریم

حالت 1) در حالت تعادل  $E_c = E_a$  2) در حالت تعادل  $E_{cell} = E_c - E_a = 0$



Subject:

Year. Month. Date. ( )

نکته: در پیل‌ها گالوان کردن کل را نشانی می‌دهد که پیل را قابل شارژ گویند

اما پیل‌هایی که را نشانی می‌دهند غیر قابل شارژ گویند

۲) پیل‌ها با اتصال مایع و بدون اتصال مایع: الف) پیل‌ها بدون اتصال مایع:

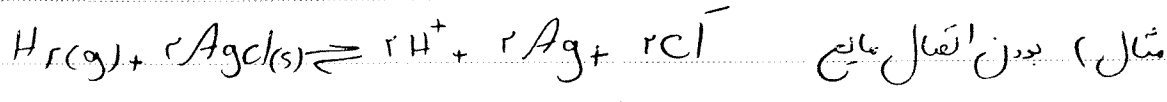
پیل‌هایی هستند هیچ حالتی بین آن‌ها وجود ندارد (الکترولیت‌اند یا الکترولیت

کانه مایع مخلوط هستند) چه موقعی توان پیل بدون اتصال مایع داشته باشیم؟

۱) واکنش مستقیم بین اجزای آنولیت و کاتولیت انجام نشود به عبارت دیگر آنولیت

و کاتولیت زامه می‌گیرند ۲) واکنش مستقیم بین اجزای واکنش دهنده انجام نشود

یا اگر هم انجام شود سرعت بسیار کم باشد



چون سرعت واکنش کم است می‌گویند گاز در هر در فاز جامد

آند  $H_2(g) \rightleftharpoons 2H^+ + 2e^-$   
 کاتد  $AgCl + e^- \rightleftharpoons Ag + Cl^-$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

د اثر الکترون را به شیبای تبدیل می کند (۲)  $\hookrightarrow$  cell E

(۳) نیاز به منبع تغذیه خارجی دارد (۴) باید به زود عا را از آن ببردن بشیم در کاتد

E بر همین جهت مثبت منبع تغذیه بر آید به سمتی که کاتد وصل می شود

سوار استغلاه و الکترولیت ، الکتروکاتود

نکته : در طور کلی در پیل های الکتروشیمیایی طبق قرار داد قطب مثبت به الکتروکاتود است داده

می شود که نسبت به پیل الکتروکاتود رجوع به عنوان کاتد عمل کند در عکس

نمایش شما تکی پیل ها همگی اندر سمت چپ و کاتد در سمت راست نوشته می شود

(۴) زمانی که ناز محوض می شود بار نشان دادن جدایی فازها از او بر این تکی استغلاه کنیم

(۵) باستی غلظت افزای محلول بر حسب مولر و فشار اجزا گاز بر حسب atm حلیم

آنها نوشته شود (۴) در نوشتن از الکتروکاتود دارد اولیت می شود اگر پیل نیکل داشت

دارد پیل نیکل می شود و دارد کاتولیت می شود و از الکتروکاتود ببردن می کنیم

(۵) بر این نیم دگش های که اجزا در نیم دگش هر دو بصورت محلول هستند از الکتروکاتود

PAPCO

می اثر مثل بلاتین استغلاه می کنیم

Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

مثال نیم واکنش  $Fe - e^- \rightleftharpoons Fe^{3+}$  از الود پلاتین استفاده می کنیم در

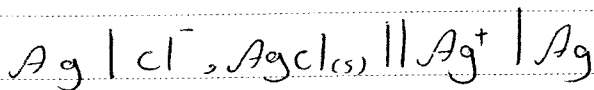
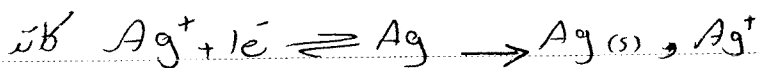
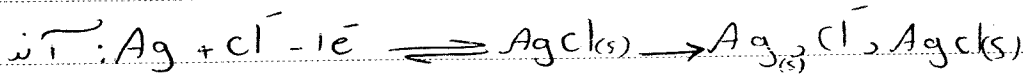
اگر الود  $Fe$  قرار دهیم  $Fe - 2e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$  یا  $Fe - 3e^- \rightleftharpoons Fe^{3+}$

و اگر گاز هم در واکنش باشد باید از پلاتین استفاده کنیم  $H_2(g) - 2e^- \rightleftharpoons 2H^+$

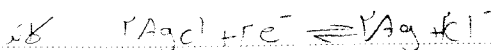
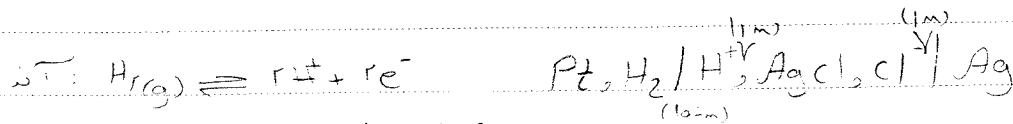
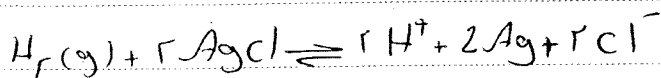
مثال) نمایش شمایلیکریل در واکنش هونی کن به صورت  $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl(s)$

است بنویسید ۱) ابتدا نیم واکنش ها را بنویسید و کاتد را مشخص کنیم ۲) ازن در دیگر در نیم واکنش ها را بنویسید

۳) نمایش شمایلیکریل را رسم می کنیم



مدرین نمایش شمایلیکریل را رسم کنیم که در واکنش کلرین به صورت زیر باشد



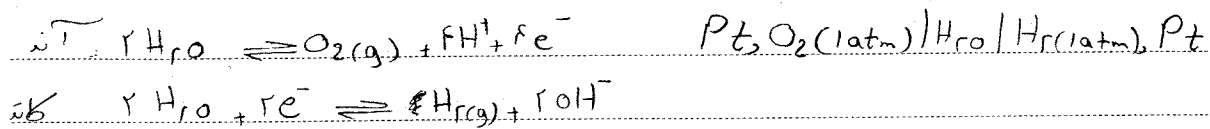


۵۵

Subject:

Year. Month. Date. ( )

تمرین نوشتن شارژها را در این لایه انجام دهید. اگر در این لایه شارژها را با هم ترکیب کنید، واکنش کلی را می‌توانید به دست آورید.



مفهوم پتانسیل الکتروشیمیایی:

$$\text{M}^{n+} + n\text{e}^- \xrightleftharpoons[\text{P}]{\text{O}} \text{M}$$

اگر پتانسیل الکتروشیمیایی مثبت باشد، واکنش انجام می‌شود.  $\text{M}^{n+}$  به فلز  $\text{M}$  برخورد می‌کند و  $n$  الکترون از فلز جدا می‌گردد.

پتانسیل مثبت، محلول مثبت‌تری می‌شود. در این صورت گویند الکتروشیمیایی مثبت، محلول دارد.

پتانسیل مثبت را

اگر واکنش انجام می‌شود  $\text{M}$  الکترون‌ها را در تئیف قرار می‌دهد و خودش به صورت  $\text{M}^{n+}$

دارد محلول می‌شود. الکتروشیمیایی مثبت، محلول مثبتی را

پتانسیل یک کیت نسبی در تقایب است که با پتانسیل مرجع سنجیده می‌شود.

که معمولاً پتانسیل الکتروشیمیایی را به مرجع الکتروشیمیایی استاندارد  $\text{H}_2$  (SHE) **PAPCO**

Subject:

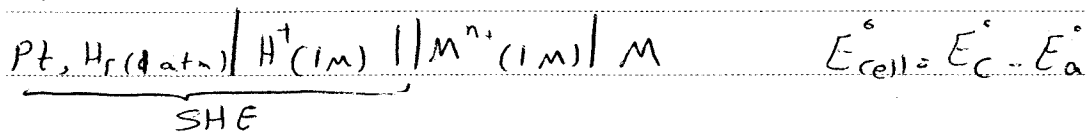
Year. Month. Date. ( )

در شرایط استاندارد می‌سنجند و بر آن پتانسیل استاندارد الکترود می‌سنجند

پتانسیل استاندارد الکترود ( $E^\circ$ ): پتانسیل الکترود در شرایط استاندارد نسبت به SHE

پتانسیل سلول متشکل از الکترود مورد نظر و الکترود استاندارد هیدروژن (SHE) <sup>گالوانی</sup> غلظت ۱M و دما ۲۵°C

در آن گونه‌ای که الکترود مورد نظر به عنوان کاتد عمل کند



$$E_{\text{cell}}^\circ = E_{\text{M}}^\circ - E_{\text{SHE}}^\circ = E_{\text{M}}^\circ$$

نمونه:  $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{H}^+ \mid \text{H}_2 \mid \text{Pt}$  در الکترود مورد نظر به صورت کاتد عمل کند

در این صورت  $E_{\text{cell}}^\circ = E_{\text{M}}^\circ$  از در جهت حرکت  $\text{Zn}$  می‌توانیم تشخیص

به هم که  $\text{M}$  نقش کاتد دارد یا آنکه

مثال: پیل در شرایط استاندارد با SHE، و  $\text{Zn}$  تشکیل شده است

$$E_{\text{cell}}^\circ = 0.8$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^\circ = -0.76 \text{ V}$$

نمونه: مقدار  $E_{\text{cell}}^\circ$  در جدول برابر نیم‌واکنش‌ها را احیای داده می‌شود بنابراین

مقدار  $E_{\text{cell}}^\circ$  برابر هرگونه نشان دهنده نشانه‌ها قابل نوشتن است **PAPCO**

۶۸

Subject:

Year. Month. Date. ( )

است  $OX + ne \rightleftharpoons Red$   $E^\circ$  هر چه  $E^\circ$  تا پیل و اکسید است

بیشتری شود. نکته: مقادیر  $E^\circ$  نسبت به مرجع SHE داده شده است ( $E_{SHE}^\circ = 0$ )

در غیر از SHE، SCE (الترود کالومیل اشباع) و مرجع  $Ag/AgCl$  هم داریم

$$E_{M}^{\circ R} = E_{M}^{\circ SHE} - E_{R}^{\circ SHE}$$

$$E_{Ag/AgCl}^{\circ}$$

$$E_{SHE}^{\circ} = 0$$

$$E_{SCE}^{\circ} = 1.242$$

مثال

$$E_{Zn}^{\circ SCE} = -1.8 - 1.242, E_{Zn}^{\circ AgCl} = -1.8 - 0.12, E_{Zn}^{\circ SHE} = -1.8 - 0$$

نکته: اگر ما طرفین یک نیم واکنش را در تابعی ضرب کنیم  $E^\circ$  تغییر نمی کند

\* عوامل مؤثر بر پتانسیل یک  $\frac{1}{2}$  الترود: ① غلظت، طبق معادله نرنست

② دما، معادله نرنست ③ تأثیر واکنش هم جانبی (تشکیل کمپلکس در سوب)

④ اثر  $PH$  ⑤ اثر قدرت یونی (پتانسیل زینال)

اثر غلظت (معادله نرنست): الف) مثلیفی:  $OX + ne \rightleftharpoons Red$

اگر  $[OX], [Red]$   $E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[OX]}{[Red]}$  هر گاه  $[Red], [OX]$  تغییر کند

طبق اثر لوشاتلیه تعادل جابجایی می شود و پتانسیل تغییر می کند **P4PCO**

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$[Ox] \lll$  تقابل به سمت راست اثرایش می یابد  $\lll E$  زیاد می شود

بحث کلی:  $Ox + ne \rightleftharpoons Red$  طبق معادله نرنست  $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$

$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[Red]}{[Ox]}$   $R = 8.314 \frac{J}{mol \cdot K}$  ،  $T$ : دما مطلق

$F$ : عدد فارادیه  $\frac{96485 C}{eq}$

$$E = E^\circ - \frac{.0592}{n} \log \frac{[Red]}{[Ox]}$$

توجه: در فرم بالا  $E^\circ$  همیشه اجابی هست

توجه: مقادیر غلظت، مقادیر غلظت ها در تقابل هستند، اگر واکنش جبرامه

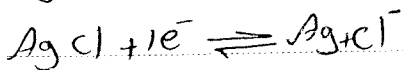
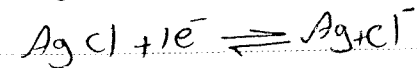
انجام شود، باید انجام شود، پس غلظت ها در تقابل بدست می آوریم و در معادله

بالا قرار دهیم. (ابتدائین واکنش هدیه جان قابل برتر این شود بعد  $E$  محاسبه کنیم)

مثال) پتانسیل الکترود نقره در محلولی که نسبت به آن  $0.1 M$  بوده در با  $AgCl$

اشباع شده را حساب کنید  $E_{Ag^+/Ag} = 0.80 V$ ،  $PK_{sp} AgCl = 10$

ابتدائین واکنش قابل استفاده را می نویسیم



**PAPCO**  $E = E^\circ_{Ag^+/Ag} - \frac{.0592}{1} \log \frac{1}{[Ag^+]}$  ، در آن کاتد

۱۸

Subject:

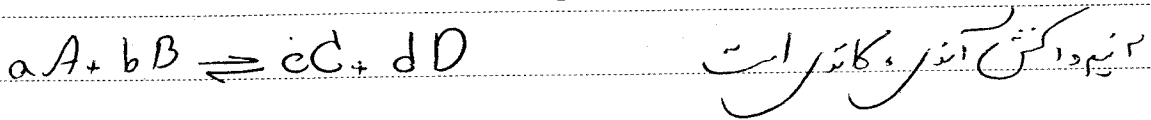
Year. Month. Date. ( )

$$E = E_{Ag^+/Ag}^\circ - \frac{0.0592}{1} \log [Cl^-]$$

در کاتد آنز پوت آمده با هم برابر است

$$[Ag^+] = \frac{1.1}{0.1} = 1.1 \Rightarrow E = 0.18 - 0.0592 \log \frac{1}{1.1} = 0.132$$

نکته: معادله نرنست برای توان برابر یک و واکنش ردوکس هم نوشت



$$E = E_{\text{واکنش}}^\circ - \frac{0.0592}{n_{\text{واکنش}}} \log \frac{[D]^d [C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

$$E^\circ = E_c^\circ - E_a^\circ$$

n واکنش، n موازنه واکنش

نکته: در حالت تعادل  $E = 0$  و  $Q = K$

$$0 = E_{\text{واکنش}}^\circ - \frac{0.0592}{n} \log K$$

$$E_{\text{cell}} = E_c^\circ - E_a^\circ$$

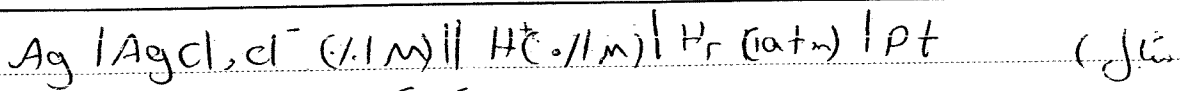
محاسبه پتانسیل یک پیل:

$$E_{\text{cell}} = E_c - E_a$$

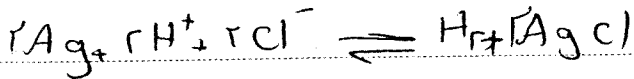
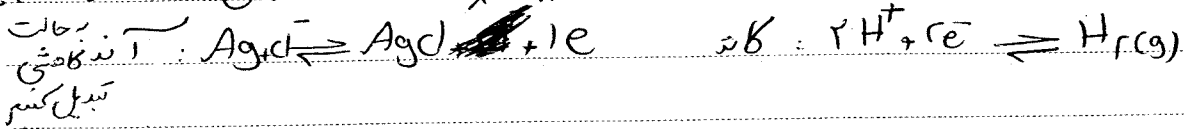
معادله نرنست از معادله نرنست محاسبی شود

Subject:

Year. Month. Date. ( )



\* نیم واکنش اکسایش است برای استفاده در معادله درست باید



$E_{cell} = E_H - E_{AgCl}$        $0.2 = E_{AgCl} \quad \text{و} \quad E_{H^+/H_2} = 0$

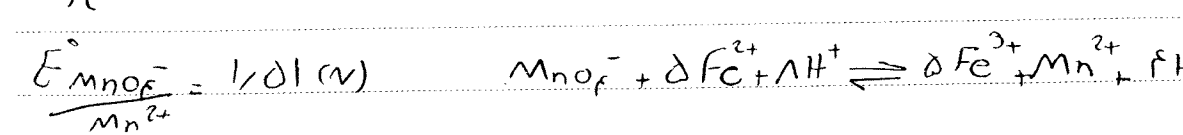
$= E_{H^+/H_2} - \frac{0.0592}{r} \log \frac{P_{H_2}}{[H^+]^2} - E_{AgCl} + \frac{0.0592}{1} \log [Cl^-]$       Red

$E_{cell} = (E_{H^+/H_2} - E_{AgCl/Ag}) - \frac{0.0592}{r} \log \frac{1}{[H^+]^2 [Cl^-]^2}$

تقریباً ۵ ml محلول  $Fe^{2+}$  ۰.۱ N در اختیار داریم. آن ۲ ml محلول پرینتلات

بتاسیم ۰.۱ N اضافی کنیم، بتاسیل را براب SCE و SHE

حساب کنید (محیط اسید است،  $[H^+] = 1 M$  است)  $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0.77 V$



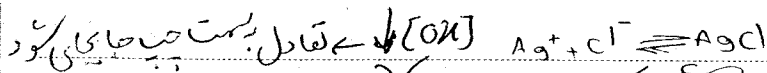
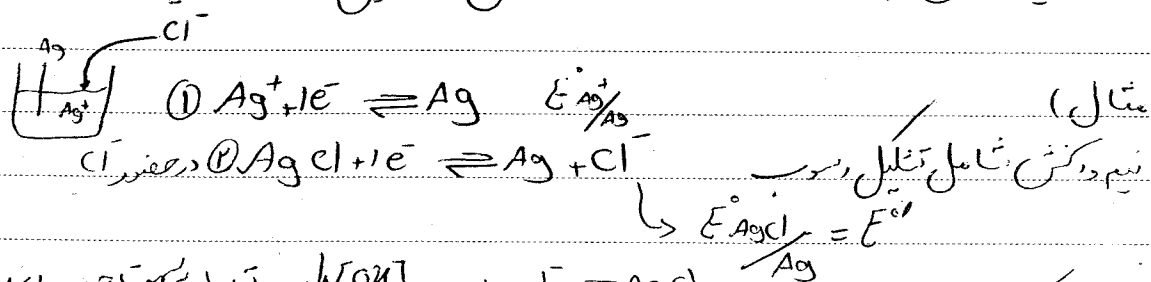
۵۹

Subject:

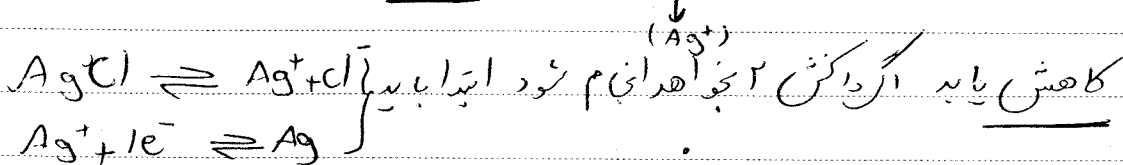
Year. Month. Date. ( )

از واکنش هار جانبی بر  $E^\circ$  و الف) نیم واکنش هار شامل تشکیل رسوب

$E^\circ$  این واکنش را با  $E^\circ$  نیاش می دهند و آن پتانسیل مشرب  $b$  گویند



بحث یعنی: هرگاه فرم  $OX$  دارد واکنش رسوب شود انتظار داریم پتانسیل



چون واکنش ۱ به تنهایی انجام می شود و اگر راحت از دومی انجام می شود

$E^\circ$  نیم واکنش اول از دومی بیشتر است

بحث کنی:  $E = E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} - 0.0592 \log \frac{1}{[\text{Ag}^+]}$   $E^\circ$  نیم واکنش اول

$E = E^\circ_{\text{AgCl}/\text{Ag}} - 0.0592 \log \frac{[\text{Cl}^-]}{}$

$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K_{sp} \Rightarrow [\text{Ag}^+] = \frac{K_{sp}}{[\text{Cl}^-]}$

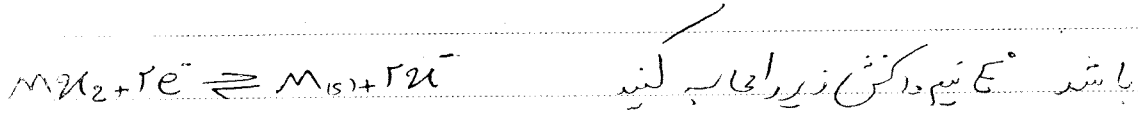
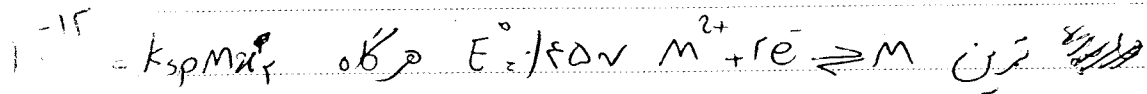
$$\Rightarrow E = E_{Ag^+/Ag}^\circ - \frac{0.059}{1} \log \frac{[Cl^-]}{K_{sp}} \Rightarrow E_{Ag^+/Ag}^\circ + \frac{0.059}{1} \log K_{sp}$$

$$- \frac{0.059}{1} \log [Cl^-] \quad \text{②} \quad \boxed{E' = E_{Ag^+/Ag}^\circ + \frac{0.059}{n} \log K_{sp}}$$

$$\text{②, ③} \Rightarrow E_{Ag^+/Ag}^\circ = E' = E_{Ag^+/Ag}^\circ + \frac{0.059}{1} \log K_{sp}$$

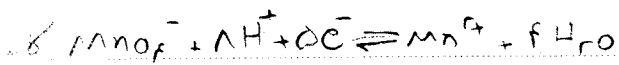
$$E' < E_{Ag^+/Ag}^\circ \Leftrightarrow \log K_{sp} < 0 \Rightarrow K_{sp} < 1$$

نکته: با توجه به فرمول می‌توانیم بدانیم که اگر  $E' < E_{Ag^+/Ag}^\circ$  است بهر آن دریم



$$E = E_{M^{2+}/M}^\circ - \frac{0.059}{2} \log \frac{1}{[M^{2+}]} = E_{M^{2+}/M}^\circ - \frac{0.059}{2} \log [M^{2+}] + \frac{0.059}{2} \log K_{sp}$$

$$E = E_{M^{2+}/M}^\circ - \frac{0.059}{2} \log [M^{2+}]^2 \Rightarrow E_{M^{2+}/M}^\circ = E_{M^{2+}/M}^\circ + \frac{0.059}{2} \log K_{sp}$$



حساب کنید



$$E_{cell} = 1.01 - 0.77 = 0.24V = 0.24 \times 10 \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1} \times \frac{1}{1} = 2.4 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

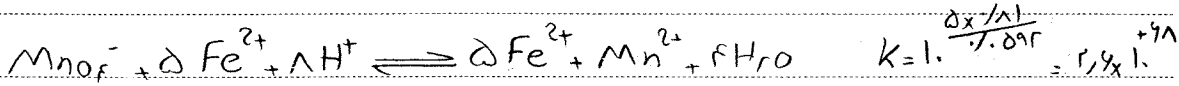


V.

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\frac{0.1 \text{ eq Fe}^{2+}}{1 \text{ L Fe}^{2+}} \times \frac{1.6 \text{ lit}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ eq}} = 0.16 \text{ mol Fe}^{2+}$$



$$0.16 \text{ mol Fe}^{2+} \quad 0.16 \text{ mol}$$

$$0.16 \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$0.16 \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$K = 1. \frac{n E^\circ}{0.059}$$

$$[\text{Mn}^{2+}] = \frac{0.16 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.16 \text{ M} \quad [\text{Fe}^{3+}] = \frac{1.28 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 1.28 \text{ M}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{1.28 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 1.28 \text{ M}$$

$$K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]^8 [\text{Mn}^{2+}]}{[\text{Fe}^{2+}]^8 [\text{MnO}_4^-]} \Rightarrow 1.0 = \frac{(1.28)^8 (0.16)}{(0.16)^8 x [\text{MnO}_4^-]}$$

$$\Rightarrow [\text{MnO}_4^-] = 1.28 \text{ M}$$

$$E = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^\circ - \frac{0.059}{5} \log \frac{[\text{Mn}^{2+}]}{[\text{MnO}_4^-]} + E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\circ + \frac{0.059}{1} \log \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}$$

$$E = 1.51 - \frac{0.059}{5} \log \frac{0.16}{1.28} + 0.77 + 0.059 \log \frac{0.16}{1.28} = 1.51$$

$$E = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^\circ - \frac{0.059}{1} \log \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}$$

$$E = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^\circ - \frac{0.059}{5} \log \frac{[\text{Mn}^{2+}]}{[\text{MnO}_4^-] [\text{H}^+]^4}$$

اگر داخل محلول چندین واکنش باشد باید E داریم که این E مربوط به تمام واکنشها

است و برابر همه آنها صادق است و زمانی صادق است که اللترو داکت است با هم

در بخار هم با آن اللترو داکت است و در کل به این معنی است

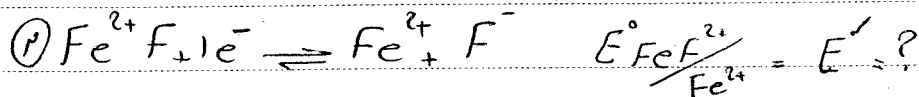
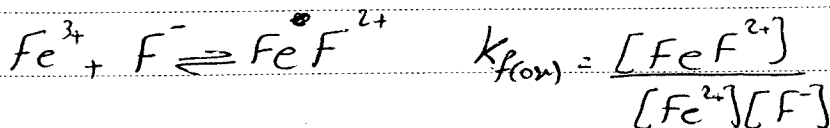
Subject:

Year. Month. Date. ( )

\* اگر داخل محلول  $Fe^{2+}$  مقطر باشد، ما اینم بتانسیل اعمین است  $E = E^\circ - 0.0592 \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]}$

\*  $E_{Fe^{3+}}$  نیم واکنش خارج شامل تشکیل کمپلکس (افت) از نرم  $OX$  تشکیل کمپلکس

درد ۰، اگر  $Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}$  داشته باشیم مقدار  $F^-$  به آن اضافه کنیم



$$\textcircled{1} \rightarrow E = E_{Fe^{3+}}^\circ - 0.0592 \log \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$\textcircled{2} E = E' - 0.0592 \log \frac{[Fe^{2+}][F^-]}{[FeF^{2+}]}$$

$$K_{f(ox)} \Rightarrow [Fe^{3+}] = \frac{[FeF^{2+}]}{K_{f(ox)}[F^-]}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow E = E_{Fe}^\circ - 0.0592 \log \frac{[Fe^{2+}] K_{f(ox)} [F^-]}{[FeF^{2+}]}$$

$$\Rightarrow E = E_{Fe}^\circ - 0.0592 \log K_{f(ox)} - 0.0592 \log \frac{[Fe^{2+}][F^-]}{[FeF^{2+}]} \textcircled{3}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{2} \Rightarrow E' = E_{\frac{FeF^{2+}}{Fe^{2+}}}^\circ = E_{Fe^{3+}}^\circ - 0.0592 \log K_{f(ox)}$$

$$E' < E^\circ \leftarrow \log K_{f(ox)} = K_{f(ox)} \textcircled{*}$$

PAPCO

از نرم  $OX$  تشکیل کمپلکس درد  $E' < E^\circ$  می شود  
چون نرم  $OX$  دارد یعنی می تواند با آن به صورت  $Fe^{3+}$  کمپلکس تشکیل دهد  $E' < E^\circ$

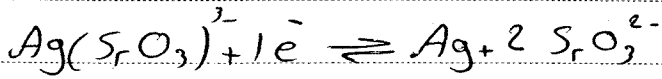
اگر فرم Ox تشکیل کمپلکس دهد معادله را معکوس می کنیم با معادله اول جمع می کنیم و در آن فرم Red وارد واکنش کمپلکس

Subject: ✓ ۱

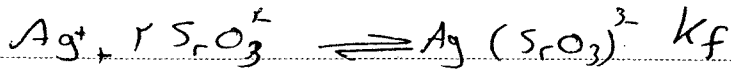
Year. Month. Date. ( )

شود واکنش Ox را با هم جمع می کنیم  
واکنش Ox + Red : Ox + Red  
واکنش تشکیل کمپلکس

عین واکنش زیر را بدست آورید در حالیکه واکنش هم انجام شود

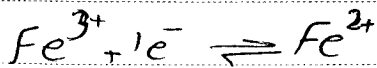


$$E_{Ag^+/Ag}^\circ = 0.18V$$

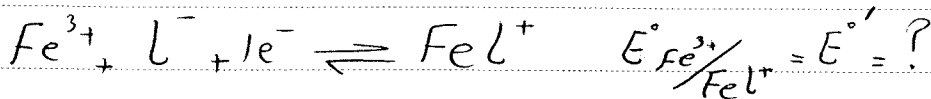
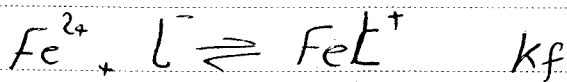


$$E' = E^\circ_{Ag} = \frac{-1.072}{n} \log K_{fOx}$$

حالت ب) اگر فرم Red تشکیل کمپلکس دهد



لنگا نرنا در واکنش می دهد به محیط افشان کنیم



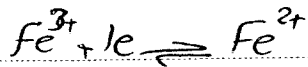
دیدگاه کینتی:  $E' < E^\circ$  چون کمالات  $Fe^{2+}$  واکنشی در دسترس و قابل اول  
به دست راست می رود و  $E'$  از  $E^\circ$  ارله (زرتری) شود

$$E' = E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \frac{-1.072}{n} \log K_f(Red)$$

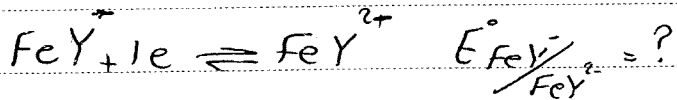
حالت ج) هم فرم Ox و هم Red تشکیل کمپلکس می دهد

Subject:

Year. Month. Date. ( )



در محلول EDTA افزاینده کنیم



یعنی: بستگی به مقدار عدد  $k_f(ox)$  و  $k_f(red)$  دارد تا بدانی  $E^{\circ}$  زیرگزارت یا  $E^{\circ}$

اگر نرم Red کمپلکس قدر تر باشد  $E^{\circ}$  بیشتری شود

$$E^{\circ} = E_{FeY^{+}/FeY^{2+}}^{\circ} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^{\circ} - 0.059 \log \frac{k_f(ox)}{k_f(red)}$$

\* نتیجه: ① اگر  $k_f(red) < k_f(ox) \Rightarrow E^{\circ} > E^{\circ}$  که  $E^{\circ}$  کاهش پیدا می کند

اگر  $k_f(ox) < k_f(red) \Rightarrow E^{\circ} < E^{\circ}$

اگر  $k_f(ox) = k_f(red) \Rightarrow E^{\circ} = E^{\circ}$

اثر pH بر پتانسیل الکترود (نیم واکنش) و دطر کل در نیم واکنش های که به یون

$H^{+}$  تولید می کند می شود پتانسیل به pH محیط وابسته خواهد شد بر این

نیم واکنش های توان یک پتانسیل استاندارد وابسته به pH تقریباً کوکمان پتانسیل

نشان دهد اثر pH بر الکترود خواهد بود که این پتانسیل را  $E^{\circ}$  (مربوط) گویند



Subject:

Year. Month. Date. ( )

با یون محیط کوزار افکار کنیم (اسید متفریک) یا با  $Fe^{3+}$  داکترش دصدتا  $CrO_7^{2-}$

$Fe^{2+}$   $E_{CrO_7^{2-}} = 1.77$   
 $E_{Fe^{2+}} = 1.72$   $E_{Fe^{2+}}$  کمتر از  $E_{CrO_7^{2-}}$  داشته تا

$Fe^{2+}$  اکسید شود  
 $E_{ox/red} = 1.98$   
 $ox + ne^- \rightleftharpoons Red$  اثر قدرت یونی بر کمپلکس (پتانسیل نرمال) %

$$E = E^\circ - \frac{1.0592}{n} \log \frac{a_{red}}{a_{ox}} \quad a_i = [i] f_i$$

↑ ضریب فعالیت      ↑ ضریب فعالیت

\* در قدرت یونی کم  $f_i \approx 1 \Rightarrow a_i = [i]$  هر چه قدرت یونی افزایش یابد  $f_i$  کاهش

$$E = E^\circ - \frac{1.0592}{n} \log \frac{[Red] f_{red}}{[Ox] f_{ox}}$$

پیدا می کنند

$$E = E^\circ - \frac{1.0592}{n} \log \frac{f_{red}}{f_{ox}} - \frac{1.0592}{n} \log \frac{[Red]}{[Ox]} \Rightarrow E = E^\circ - \frac{1.0592}{n} \log \frac{[Red]}{[Ox]}$$

$E^\circ'$

$$E^\circ' = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log \frac{f_{red}}{f_{ox}} \quad E^\circ' = E^\circ \leftarrow f_i \approx 1$$

\* در قدرت یونی کم  $f_i \approx 1$

$$Fe^{3+} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+} \quad E = E^\circ - \frac{1.0592}{1} \log \frac{\delta Fe^{2+}}{\delta Fe^{3+}} = \frac{1.0592}{1} \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]}$$

$E^\circ''$

هم تانته: اثر قدرت یونی به طور کیفی بستگی دارد به  $Red$  و  $Ox$  دارد اگر بار هم

$Ox$  بیشتر از بار هم  $Red$  باشد در این صورت  $\delta_{Red} > \delta_{Ox}$  از یک نشی سرد  $\leftarrow$

$E^\circ' < E^\circ$  در بعضی موارد  $E^\circ' > E^\circ$   $\leftarrow$  هر چه بار بیشتر باشد میزان کمتر شدن از  $E^\circ$  اثرات

P4PCO

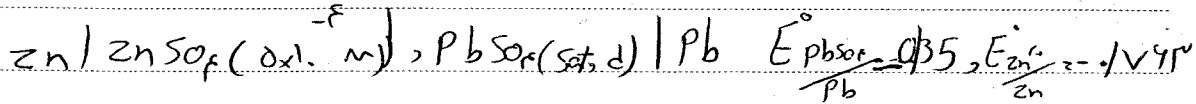
ضریب فعالیت  $Fe^{2+}$  بیشتر از ضریب فعالیت  $Fe^{3+}$  از یک کمتری شود  $\leftarrow \frac{\delta Fe^{2+}}{\delta Fe^{3+}}$  بزرگتر از 1 شود.

۷۴

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال) با دو مقدار فن فریب فعالیت بتانسیل میل زیر احاط کنید \*

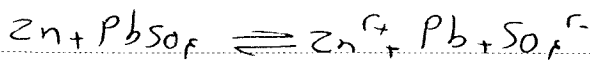
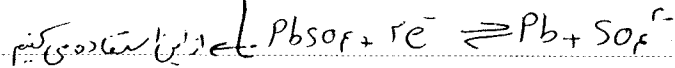
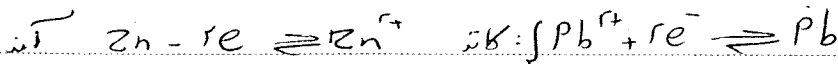


همچو واکنشی اینجا منی شود، تا این حد قدرت یونی دهات دارند.  $Pb^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Zn^{2+}$

چون  $SO_4^{2-}$  و  $Pb$  از سربسی ایو از غلظت آنها برده تندی کنیم

$$\mu = \frac{1}{r} \sum C_i Z_i^2 = \frac{1}{r} (0.1 \times 2^2 + 0.01 \times 2^2) = 2 \times 10^{-2}$$

$$-\log \delta_i = \frac{0.512 \sqrt{\mu}}{1 + 0.33 \sqrt{\mu}} \Rightarrow \delta_{SO_4^{2-}} = 0.82, \delta_{Zn^{2+}} = 0.825$$



$$E_{cell} = E_c - E_a = \left\{ E_{PbSO_4/Pb}^\circ - \frac{0.0592}{2} \log [SO_4^{2-}] \delta_{SO_4^{2-}} \right\}$$

$$- \left\{ E_{Zn^{2+}/Zn}^\circ - \frac{0.0592}{2} \log \frac{1}{\delta_{Zn^{2+}} [Zn^{2+}]} \right\} = -0.25 - (0.863) + 0.613$$

بتانسیل الکترود در در کلورید کربن، در 0.1 M EDTA، با فن

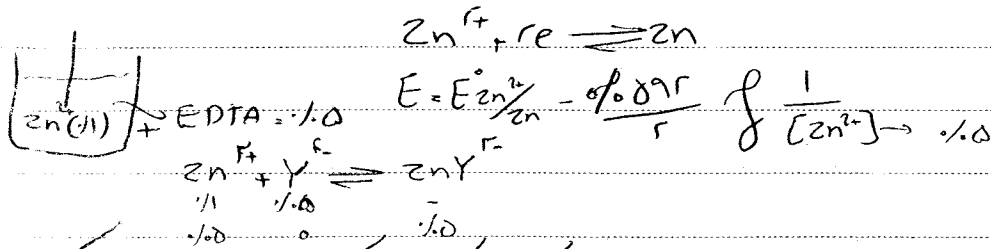
شده در  $pH=8$  یا با احاط کنید  $E_{Zn^{2+}/Zn}^\circ$

P4PCO

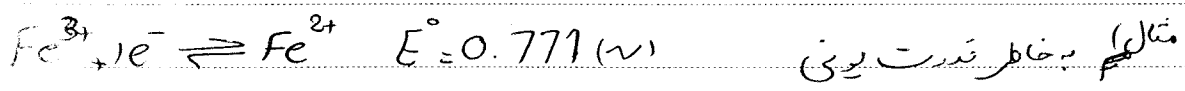
۷۵

Subject:

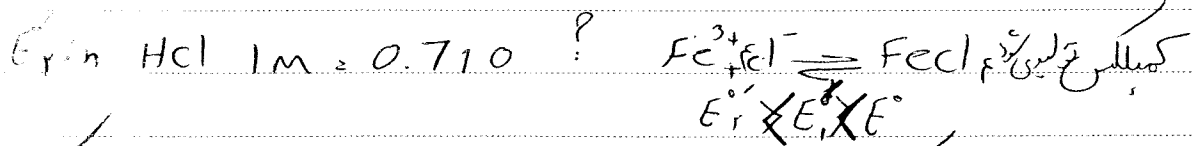
Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )



پتانسیل فرمال عبارت از پتانسیل یک الکترود در یک محلول در شرایطی که غلظت گونه‌ها در هر یک در نیم واکنش و غلظت سایر اجزاء موجود در محلول کاملاً معلوم باشد. پتانسیل فرمال اثرات واکنش‌ها را جانی، قدرت یونی و... پتانسیل استاندارد الکترود در برگرد



$$E_1^{\circ} (in HClO_4 \ 1M) = 0.731 \quad E_1^{\circ} > E_1^{\circ}$$



کاربرد پتانسیل الکترود: ① محاسبه پتانسیل یک محلول ② محاسبه ثابت تعادل یک

واکنش ردوکس ③ محاسبه  $E^{\circ}$  نیم‌ها در پی ④ محاسبه ثابت هر فرموده پتانسیل

تقریباً ثابت تشکیل کمپلکس و ثابت تفکیک اسید



Subject:

Year. Month. Date. ( )

① محاسبه پتانسیل الکترود و پتانسیل یک پیل : پتانسیل هر سطح الکترود داخل

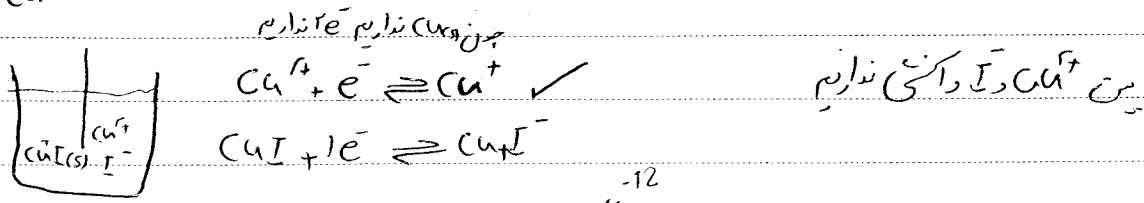
محلل طبق معادله نرنست به غلظت گونه‌های الکترود فعال موجود در محلل

وابسته است در این جا معادله نرنست را برابر نیم واکنش‌ها را موجود بنویسیم

غلظت‌ها را تعادل دادیم بنویسیم (بعد از انجام هر واکنش کمیایی)

مثال: پتانسیل الکترود پلاتین در محلل استوایی از یدید مس (I) در ۱۰<sup>-۲</sup> مول

غلظت یون آید  $Cu^{2+}$  در آن  $10^{-12}$  مول است را حساب کنید  $k_{sp} CuI = 1.0 \times 10^{-12}$ ,  $E_{Cu^{2+}/Cu^+} = 0.153$

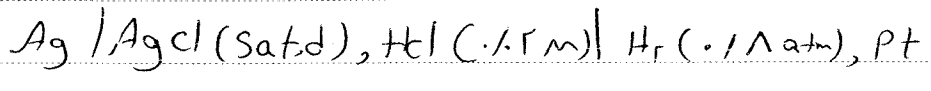


$$E = E_{Cu^{2+}/Cu^+} - \frac{0.0592}{1} \log \frac{[Cu^+]}{[Cu^{2+}]}$$

$$[Cu^+] = \frac{k_{sp}}{[I^-]} = 1.0 \times 10^{-12}$$

$E_{cell} = E_c - E_a$  محاسبه پتانسیل پیل

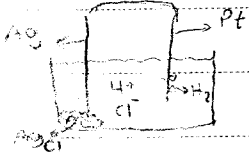
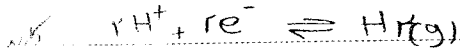
تقریباً پتانسیل پیل را حساب کنید پیل گالوانزات یا الکترود لیتی



$E_{H^+} = 0$   $E_{AgCl/Ag} = 0.222 V$

Subject:

Year:      Month:      Date: ( )

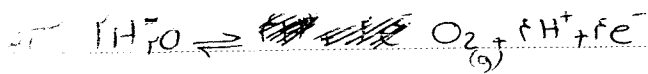
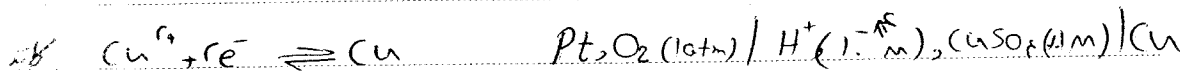


$$E_c = E_{\text{H}^+/\text{H}_2} - \frac{0.059}{r} \log \frac{P_{\text{H}_2}}{[\text{H}^+]^2} \quad E_a = E_{\text{AgCl}/\text{Ag}} - \frac{0.059}{r} \log [\text{Cl}^-]$$

$$E_{\text{cell}} = \left\{ 0 - \frac{0.059}{r} \log \frac{1}{[\text{H}^+]^2} \right\} - \left\{ -1.22 - \frac{0.059}{r} \log 0.1 \right\} = -0.42$$

پیل الکتروکیمیایی \*  
\* لازم برای شروع رسوب کردن  $\text{Cu}^{2+}$  در محلول  $0.1 \text{ M}$  سولفات مس را محاسبه کنید \*  
\*

کنید فرض کنید محلول به اندازه ۱ لیتر سولفات مس دارد که  $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-4}$  مولار است



$$E_c = \frac{0.059}{r} \log \frac{1}{[\text{H}^+]^2} = 0.17 \text{ V}$$

$$E_{\text{cell}} = E_c - E_a$$

$$E_a = 1.229 - \frac{0.059}{r} \log \frac{1}{P_{\text{O}_2} (1 \times 10^{-4})^2} = 0.995$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مخاسبه ثابت تعادل: اگر یک واکنش ردوکس به نرم کلر  
 $\alpha A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

راسته باشیم معادله واتن یک میل است  
 $E = E_{\text{کاتد}}^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log Q$   
 $E_{\text{کاتد}}^{\circ} = E_c - E_a$

در حالت تعادل  $E_c = E_a$  و  $E_{\text{کاتد}} = 0$  و  $Q = K$

$$0 = (E_c^{\circ} - E_a^{\circ}) - \frac{0.0592}{n} \log K \Rightarrow *K = 10^{\frac{n(E_c^{\circ} - E_a^{\circ})}{0.0592}} \leftarrow$$

بنگه: ① اگر یک واکنش خود به خود باشد ( $E > 0$ ) در این صورت  $K$  عدد بزرگی می شود

یا واکنش از چپ به راست کامل است (محدود کننده ندارد) در بالعکس

② برای یک نیم واکنش قسمی توان یک جین را بطور نوشت  
 $ox + ne \rightleftharpoons Red$

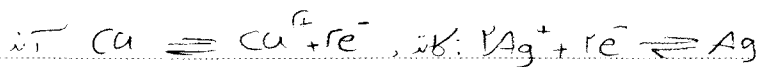
$$K = 10^{\frac{nE^{\circ}}{0.0592}}$$

$E^{\circ}$  مربوط به نیم واکنش به صورتی است که نوشته شده است

\* \* \*  
 \* \* \*  
 \* \* \*  
 یک قطره مس در محلول ۰.۵ M نترات نقره قرار داده می شود غلظت حلال تعادل  
 (  $Ag^+$ ,  $Cu^{2+}$  )

$$E_{\frac{Ag^+}{Ag}}^{\circ} = 0.8V \quad E_{\frac{Cu^{2+}}{Cu}}^{\circ} = 0.34V$$

گفته می شود که در محلول را احباب کنید



$$Cu + 2Ag^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2Ag \quad K = 10^{\frac{2 \times (0.8 - 0.34)}{0.0592}} = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2} = 1.47 \times 10^{10}$$

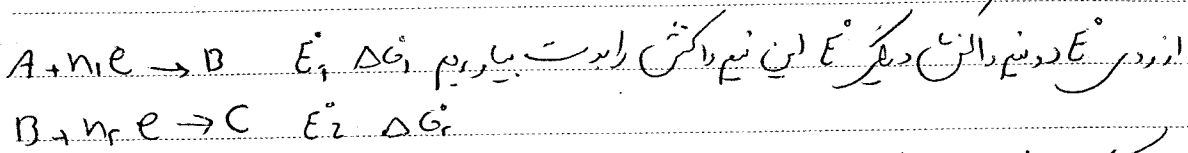
$$1.47 \times 10^{10} = \frac{0.20}{x^2} \Rightarrow x = [Ag^+] = 1.19 \times 10^{-5}$$

PAPCO

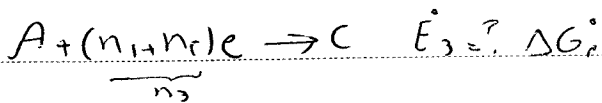
حاصل نمودن بصورت محدود کننده نیست بلکه این محدود کننده است  $[Cu^{2+}] = 0.20$

Subject: \_\_\_\_\_  
 Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

معمولاً  $E^\circ$  سیستم‌های پیلوری و زمانی که یک نیم‌واکنش حاصل جمع دو نیم‌واکنش دیگر است



$\Delta G$  یک کمیت تابع حالات

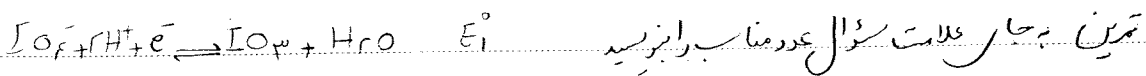
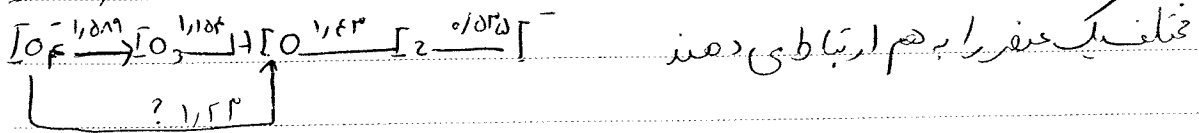


$$\Delta G_3 = \Delta G_1 + \Delta G_2 \quad \Delta G = -nFE^\circ$$

$$-n_3 FE_3^\circ = -n_1 FE_1^\circ - n_2 FE_2^\circ \Rightarrow E_3^\circ = \frac{n_1 E_1^\circ + n_2 E_2^\circ}{n_3}$$

نمودارهای لاتیمر: نمودارهایی هستند که نشان می‌دهند استاندارد اعداد الکتریکی

پتانسیل‌های



$$[IO_4^-] + 7H^+ + 4e \rightleftharpoons HIO + 3H_2O \quad E_3^\circ \quad E_3^\circ = \frac{1 \times E_1^\circ + 5 \times E_2^\circ}{4} = \frac{1.089 + 5 \times 1.154}{4} = 1.22$$

استفاده از  $E^\circ$  سلول‌های استاندارد ثابت‌های هر ژنرمینامیک: سلول‌های مناسبی

طراحی می‌شود و پتانسیل استاندارد شرایط جریان هزاران باره گرمی شود (بر مبنای)

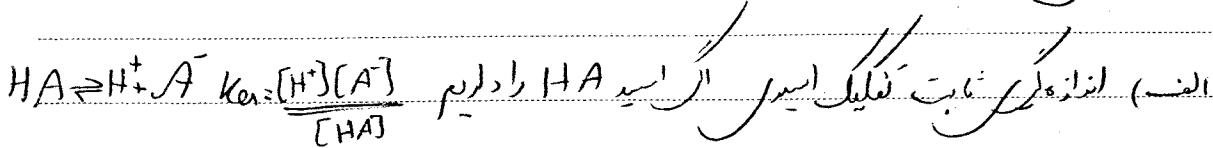
۷۵

Subject:

Year. Month. Date. ( )

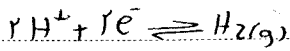
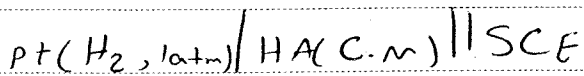
بزرگ داخل مژدی لزوم  $\Leftarrow$  غلظت ها داخل سل تغییر نمی کنند چون جریان عبور نمی کنند

از در مقدار پتانسیل می توانیم ثابت زمودینا میکر را محاسبه کنیم



باید سل را طراحی کنیم که اطلاعات لازم برای  $K_a$  بر ما بدهد

طراحی سلها: الف) سل که غلظت  $[H^+]$  را پاره باشد

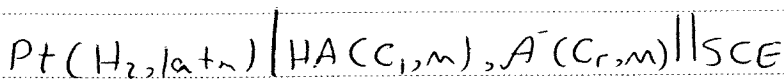


$K_a$  زود باشد

از در  $E_{cell}$  که اندازه گیری شده

طبق واکنش ردبرو  $[H^+] = [A^-]$  را محاسبه می کنیم و  $[HA] = C - [H^+]$

چون جریان منفی در  $C$  تغییر ایجاد نمی شود  $\Leftarrow$   $K_a$  را می توان محاسبه کرد



$$E_{cell} \Rightarrow [H^+] , E_{cell} = E_{H^+/H_2} - \frac{1.052}{r} \log \frac{1}{[H^+]^2}$$

$$[HA] = C_1 - [H^+] , [A^-] = C_2 + [H^+] \rightarrow \text{حاسب می شود } K_a$$

Subject:

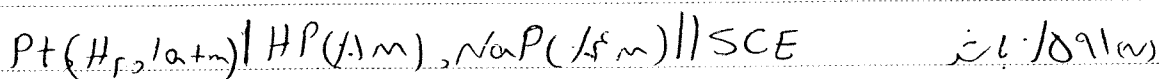
Year. Month. Date. ( )

مثال: محلول استیجاری نیم سل با SCE و  $Pt|H_2$  عوین شود

محلول استیجاری SCE که نیم سل در آن باشد با هم تأثیر در ردند محاسبات

ندارد E آن نیم سل را عا به کنید

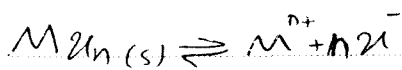
مثال: ثابت تفکیک اسید HP را عا کنید در صورتی که پیل زیر برابر پتانسیل



$$E_{SCE} = 0.1242, \quad E_{cell} = E_c - E_a = 0.1591 = 0.1242 - E_a$$

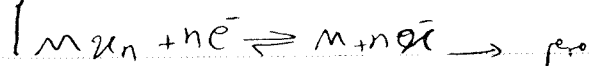
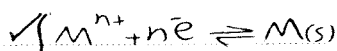
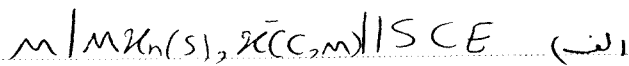
$$E_a = -0.1242 \text{ V} \Rightarrow [H^+] + e^- \rightleftharpoons H_2(g), \quad E_a = E_{H^+/H_2}^{\circ} - \frac{0.0592}{2} \log \frac{P_{H_2}}{[H^+]^2}$$

$$\Rightarrow [H^+] = 1.24 \times 10^{-4} \Rightarrow K_a = \frac{[H^+][P^-]}{[HP]} = \frac{(1.24 \times 10^{-4}) \times (0.1)}{(1.1)} = 1.12 \times 10^{-5}$$



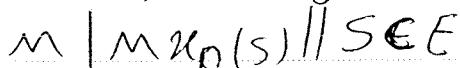
\* \* \*  
استاد با استفاده از E سلول  
\* \* \*

$$K_{sp} = [M^{n+}][\alpha^-]^n$$



$$E_{cell} \Rightarrow M^{n+}, \alpha\alpha\alpha\alpha$$

$$E_a = E_{M^{n+}/M}^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{1}{[M^{n+}]}$$



$$E_{cell} \Rightarrow M^{n+} \alpha\alpha\alpha\alpha \rightarrow [M^{n+}] = \frac{1}{n} [\alpha^-]$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

✓✓  
~~موضوع: تعیین یک الکتروده در محلول  $Na_2SeO_3$  با~~

سلولیت  $Ag_2SeO_3$  اشباع شده است تراکم فنات اگر این الکتروده در مقابل الکتروده استاندارد

هیدروژن به عنوان کاتد عمل کند و پتانسیل برابر  $0.45$  وجود داشته باشد مقدار

برای ارب  $Ag_2SeO_3$  حساب کنید  $E_{Ag^+/Ag}^\circ = 0.8$   $E_{cell} = E_c - E_a = 0.45$

$$E_c = E_{Ag^+/Ag}^\circ - 0.0592 \log \frac{1}{[Ag^+]} \Rightarrow 0.45 = 0.8 - 0.0592 \log \frac{1}{[Ag^+]} \Rightarrow [Ag^+] = 1.12 \times 10^{-4}$$

$$[SeO_3^{2-}] = 0.1 \Rightarrow K_{sp} = [Ag^+]^2 [SeO_3^{2-}] = 1.144 \times 10^{-4}$$

$$M + nL \rightleftharpoons ML_n \quad K_f = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n}$$

محاسبه ثابت تشکیل کمپلکس

$$M | ML_n (C_1, M), L (C_2, M) || SCE \quad E_{cell} \rightarrow [M^{n+}]$$

$$M | ML_n (C, M) || SCE \quad E_{cell} \rightarrow [M^{n+}] = \frac{1}{n} [E_{cell}]$$

نکته: گاهی اوقات مدار طراحی شود که جابجایی غلظت هر  $ML_n$  یا  $M$  داده شده

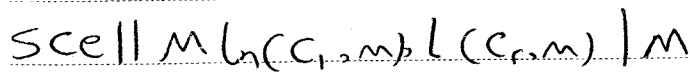
مقدار  $M^{n+}$  در  $L$  داده می شود ابتدا باید اکسید را بنویسیم

PAPCO

Subject :

Year.      Month.      Date.      ( )

تمرین) رابطه استخراج کنید  $E_{cell}$  میل زیاده  $k_f$  ارتباط دهد



$$E_{cell} = E_c - E_a = E_c - \frac{1}{2} i R_f \Rightarrow E_c = E_{cell} + \frac{1}{2} i R_f = E_m^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{1}{[M^{n+}]}$$

$$k_f = \frac{[M(L_n)]}{[M^{n+}][L]^n} \Rightarrow [M^{n+}] = \frac{[M(L_n)]}{[L]^n k_f} \Rightarrow$$

$$E_c = E_{cell} + \frac{1}{2} i R_f = E_m^{\circ} - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[M(L_n)]}{[L]^n k_f}$$

میل های غلظتی و تمرین) یک تیغه مس را در محلول  $1 \text{ M}$  و تیغه دیگر را در محلول  $1 \text{ M}$

مس قرار می دهیم در دو الکترود به هم وصل می کنیم بتانسیل میل را در لحظه تعادل مناسب کنیم صفر

به هم بستن سولها به صورت سری: هرگاه در میل به صورت سری رکورد بگیر متقبل میشوند

در این صورت اندک میل باکاتر میل دیگر و کاتد یک میل به کاتد میل دیگر متقبل می شود

در این حالت بتانسیل کل برابرات با مجموع بتانسیل هر کدام از میل ها

تمرینات فصل ۱۴: تمرینات فرد



Subject:

Year. Month. Date. ( )

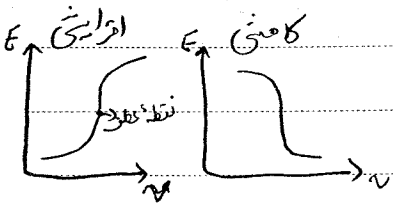
نفل ۱۵

تند در تیتراسیون اکسایش کاهش ۸ در آن ها واکنش تیتراسیون یک

واکنش ردوکس هست و در این تیتراسیون ها غلظت تغییر می کند که پتانسیل

تغییر می کند با اندازه گیر پتانسیل و رسم پتانسیل برآیند پتانسیل معنی تیتراسیون

بدست می آید



نکته: معنی تیتراسیون ردوکس معنی شکل هستند

نقطه غلظت نشان دهنده نقطه پایانی است

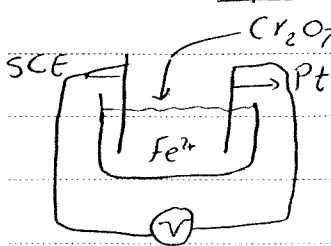
در این تیتراسیون ها یا  $OX$  یا  $Red$  تیر می شود یا  $Red$  یا  $OX$

اگر تیتراسیون  $OX$  باشد معنی افزایشی است و اگر تیتراسیون  $Red$  باشد معنی کاهش می آید

برای این تیتراسیون باید سلول مناسب طراحی شود که شامل یک الودر و رجع با

پتانسیل ثابت و الودر مناسب که پتانسیل آن به غلظت وابسته باشد و

ولت متر

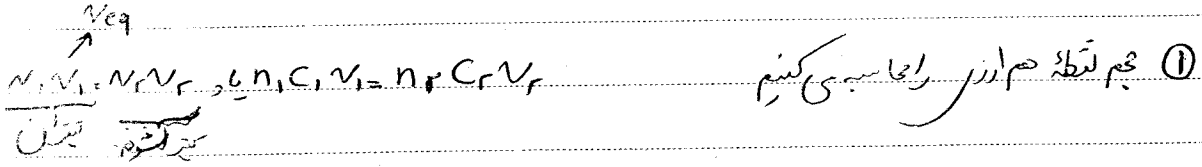


Subject:

Year: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

تیتراسیون

نحوه استخراج منحنی های رددلس: در حجم های مختلفی از تیتدان E را محاسبه کنیم

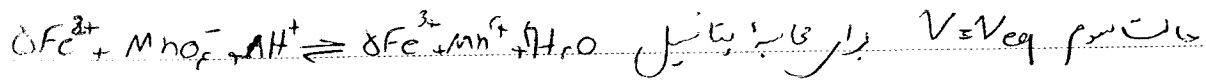


با توجه به حجم نقطه هم ارز و هم تیتدان حالتها زیر را داریم: حالت اول:  $V = 0$  تیتدان

بتاسیل نامعین بوده قابل محاسبه نمی باشد. حالت دوم  $V < V_{eq}$  قبل از نقطه هم ارز

محدود کننده تیتدان است یعنی از تیتراشونده به محصل تبدیل می شود و بجز آن از

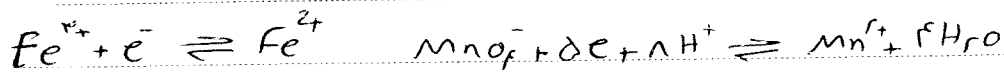
سیستم تیتراشونده در معادله زنت استفاده کنیم چون غلظتها را داریم



از سیستم تیتدان در تیتراشونده از هر دو استفاده می کنیم (به طور همزمان)

انت (معادله زنت را برابر هر دو سیستم می نویسیم ب. هر معادله را در الکترونها خودش

مربوطی کنیم) طریقی معادله را حاصل کرده و بتاسیل نقطه هم ارز را بدست می آوریم



$$E_{eq} = E_{Fe^{2+}/Fe^{3+}} - \frac{1 \cdot 0.059}{1} \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]}$$

**PAPCO**

$$E_{eq} = E_{MnO_4^-/Mn} - \frac{1 \cdot 0.059}{5} \log \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-][H^+]^8}$$

V9

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$4 E_{eq} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \Delta E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} - \frac{1}{4} \cdot 0.059 \log \frac{[Mn^{2+}][Fe^{2+}]}{[MnO_4^-][Fe^{3+}][H^+]^4}$$

$$E_{eq} = \frac{E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \Delta E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}}{4} - \frac{1}{4} \cdot 0.059 \log \frac{[Mn^{2+}][Fe^{2+}]}{[MnO_4^-][Fe^{3+}][H^+]^4}$$

این معادله را با تبدیل نقطه اکسایش و کاهش برای دو طرف

در نقطه اکسایش و کاهش  $\Rightarrow$

$$\begin{cases} [Fe^{3+}] = \Delta [Mn^{2+}] \\ [Fe^{2+}] = \Delta [MnO_4^-] \end{cases}$$

$$\frac{[Mn^{2+}][Fe^{2+}]}{[MnO_4^-][Fe^{3+}][H^+]^4} = \frac{\Delta [MnO_4^-][Mn^{2+}]}{[MnO_4^-] \Delta [Mn^{2+}][H^+]^4} = \frac{1}{[H^+]^4}$$

$$E_{eq} = \frac{E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \Delta E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}}{4} - \frac{1}{4} \cdot 0.059 \log \frac{1}{[H^+]^4} \xrightarrow{pH=0} E_{eq} = \frac{E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \Delta E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}}{4}$$

تقریب در نقطه اکسایش و کاهش برابر با تبدیل نقطه اکسایش و کاهش است

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad E_{eq} = E_{Cr_2O_7^{2-}} - \frac{1}{6} \cdot 0.059 \log \frac{[Cr^{3+}]^2}{[Cr_2O_7^{2-}][H^+]^{14}}$$

$$Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + e^- \quad E_{eq} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - 0.059 \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]} \quad \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]} = \frac{6[Cr_2O_7^{2-}]}{[Cr^{3+}]}$$

$$4 E_{eq} = 4 E_{Cr_2O_7^{2-}} + E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - \frac{1}{4} \cdot 0.059 \log \frac{[Cr^{3+}]^2 [Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}] [Cr_2O_7^{2-}] [H^+]^{14}}$$

$$E_{eq} = \frac{4 E_{Cr_2O_7^{2-}} + E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}}{4} - \frac{1}{4} \cdot 0.059 \log \frac{2 [Cr^{3+}]}{[H^+]^{14}} \cdot \log \frac{1}{4} \frac{[Fe^{3+}]}{[H^+]^{14}}$$

Subject:

Year.      Month.      Date.      ( )

حالت چنانچه  $V > V_{eq}$  تیترشونده به صورت محدود کننده است (تأیید شود)

تیتران به صورت اضافی در جود دارد از سیستم تیتران استفاده کنیم

مثال: در تیتراسیون ۵۰ ml محلول ۱۱ N از  $Fe^{2+}$  با پرمنگنات پتاسیم ۱۱ N

در پتانسیل را نسبت به SCE در نقطه اکسیدان و ۱۰ ml ± از نقطه اکسیدان به دست آورید و زنی کنید

$[H^+] = 1$  در نقطه تیتراسیون تعیین می کنند  $\Delta Fe^{2+} + MnO_4^- + H^+ \rightleftharpoons \Delta Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \Rightarrow V_{\text{مصرف}} = 50 \text{ ml} \pm 10 = 40, 60 \text{ ml}$$

قبل از  $V_{eq}$  از  $Fe^{2+}$  تیترشونده  $[f \text{ } V = 40 \text{ ml}]$

$$N_{Fe^{2+}} = \frac{50 \times 11 - 40 \times 11}{90} = \frac{1}{90} \frac{\text{eq}}{\text{L}}, \quad N_{Fe^{3+}} = \frac{40 \times 11}{90} = \frac{4}{90} \frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$[Fe^{2+}] = \frac{1}{90} \frac{\text{eq}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{eq}} = \frac{1}{90}, \quad [Fe^{3+}] = \frac{4}{90} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

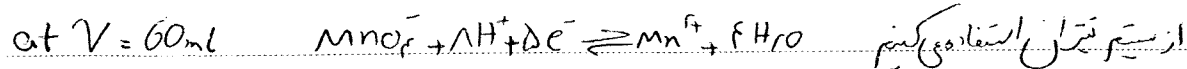
$$E = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - 0.0592 \log \frac{1/90}{4/90} = a(\text{SHE}) \Rightarrow E_{SCE} = a - 0.1772$$

در نقطه هم از آن وقتا معادله استخراج شده و پس ساده می کنیم

$$E_{eq} = E_{Fe} + 0.0592 \log \frac{1}{[H^+]^4} = \frac{1.771 \times 5 \times 1.5}{4}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$$N_{\text{MnO}_4^-} = \frac{60 \times 0.1 - 50 \times 0.1}{110} = \frac{1}{110} \frac{\text{eq}}{\text{L}} \quad N_{\text{Mn}^{2+}} = \frac{50 \times 0.1}{110} = \frac{5}{110} \frac{\text{eq}}{\text{L}}$$

$$[\text{MnO}_4^-] = \frac{1}{110} \frac{\text{eq}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{5 \text{ eq}} = \frac{1}{550} \quad [\text{Mn}^{2+}] = \frac{5}{110} \frac{\text{eq}}{\text{L}} \times \frac{1}{5 \text{ eq}} = \frac{1}{110}$$

$$E = E_{\text{Mn}} = \frac{-1.51 \text{ V}}{5} \log \frac{[\text{Mn}^{2+}]}{[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8}$$

$$E_{\text{eq}} = \frac{n_1 E_1 + n_2 E_2}{n_1 + n_2} = \frac{-1.51 \text{ V}}{5} \log \frac{\text{غلظت نم‌ها Red}}{\text{غلظت نم‌ها Ox}} \quad \text{نقطه 0}$$

② به طور کلی وقتی نسبت استوکیومتری یک ماده اولیه به محلول در هر دو نیم‌واکنش 1 باشد

عبارت‌ها در جدول ~~نشان داده می‌شود~~ <sup>نگاریم</sup> ~~شود~~ دیگر در نیم‌واکنش  $\text{H}^+$  مانده فقط

$[\text{H}^+]$  باقی‌مانده در غیر این صورت عبارت جدول <sup>نگاریم</sup> عبارت از نسبت استوکیومتری ~~شود~~

دارد باقی‌مانده

③ هرگاه نسبت ~~ها~~ استوکیومتری مواد اولیه به واکنش دهنده ~~ها~~ یک به یک باشد می‌توانیم

تنها هم‌ارزها را در غلظت کوئید استفاده کنیم

④ اگر در واکنش کل یک تیراژ  $\text{H}^+$  ذخایر داشته باشد  $E$  همواره  $\text{pH}$  داشته است

Subject:

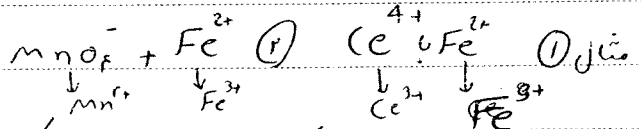
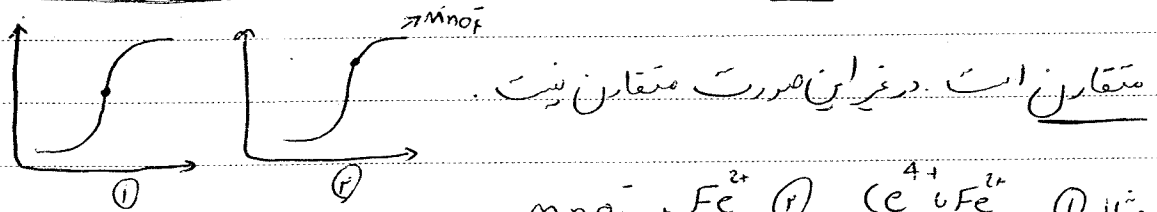
Year. Month. Date. ( )

مثال ۱) بتاسیل در نقطه ایزالان  $Ti^{3+}$  و  $Ce^{4+}$  جقدرات  
 هر نیم واکنش  
 بت هار استوکیومتر ۱ به ۱ است  
 $E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^{\circ} = 1.44$   
 $E_{Ti^{3+}/Ti^{2+}}^{\circ} = 1.25$   
 $E_{eq} = \frac{1 \times 1.44 + 2 \times 1.25}{3}$

نشان  
 عوامل موثر بر شکل منحنی هار ردوکس: ۱) اگر نیتران اکسده باشد معنی اثر ایزالیش  
 \*\*\*  
 \*\*\*

دیگر کاهنده باشد معنی کاهش است. ۲) هنگامی که تعداد الکترون هار در دو نیم واکنش

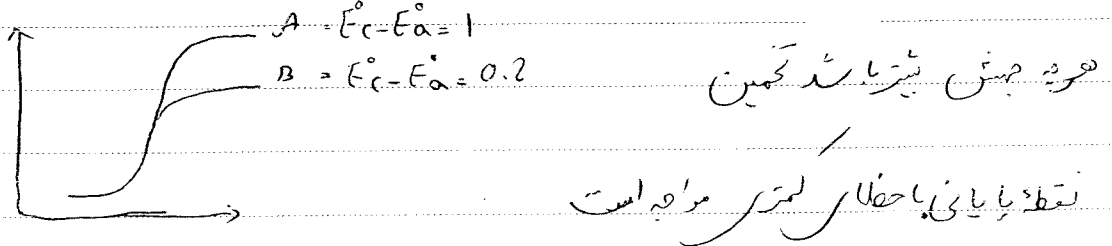
نتران دایر شونده با هم برابر باشد در این صورت معنی نتراسیون حول نقطه عطفت



\* نقطه عطفت به گونه ایزالیش نزدیک تر است که  $n$  بزرگتر دارد.

۳) هر چه ثابت تعادل واکنش ردوکس بزرگتر باشد جهش در نقطه هم ایزالیش بزرگتر شود

هر چه  $E^{\circ}$  واکنش بزرگتر باشد  $k$  بزرگتری شود و جهش هم بزرگتری شود



Subject:

Year. Month. Date. ( )

۴) شکل منتهی‌خار نیتراسیون ردولس (جهش) مستقل از غلظت یا دقت ساز است

مگر اینکه استرکیومتر مراد اولیه، محمولات یک به یک نباشند

نیتراسیون ردولس مخلوط‌ها و در مخلوط‌ها حداقل ۲ گونه داریم که می‌توانند مردود

اکسید یا مردود احیا شوند  $E$  به طور متوالی ترانسد با نیتراسیون  $OX$  وارد واکنش شوند

در شکل منتهی  $V$  به تعداد  $OX$  گونه‌ها نقطه هم‌ارزی داشته باشیم

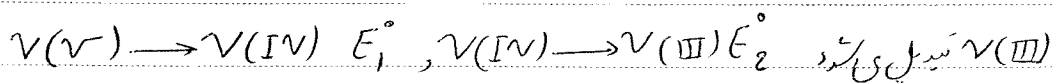
نکته ۱: دقتی در جهش مجزا داریم که اختلاف  $E$  دو گونه نیتراشونده حداقل  $0.28V$  باشد

۲) در نیتراسیون مخلوط‌ها ممکن است  $OX$  در دو حالت وجود داشته باشد الف) دو گونه مجزا

داشته باشیم مثلاً مخلوط از  $Fe^{2+}$  و  $Sn^{2+}$  که با یک  $OX$  نیتراشوند

ب) ممکن است یک گونه داشته باشیم که بطور متوالی اکسید یا احیا شود. مثل اسیدها

چند ظرفیتی. مثال از  $V(V)$  باید کاهشده نیترا کنیم ابتدا به  $V(IV)$  پس



زمانی که گونه وسط باشد  $V(IV)$  بنظر نیترا دارد نرم  $OX$  با نرم Red است

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۳) تقدم یا تاخر اکسایش دکاتش گونها بستگی  $E$  دارد اگر  $\tau_{\text{پتان}}  $اکسیده باشد$$

گوناگون  $E$  کمتر دارد اول دکاتش  $E$  دهد و اگر  $\tau_{\text{پتان}}  $کاهنده باشد گوناگون وارد دکاتش$$

ی شود که  $E$  آن بیشتر باشد (بهتر است به جای  $E$  از  $E$  استفاده کنیم)

نمونه استخراج معنی فلزها: ابتدا اقیس  $E$  کنیم که کدام گون ابتدا دکاتش  $E$  دهد

نقطه  $E$  چهار هم در زیر برابر گونها به دست می آوریم  $(M_1, V_1 = M_2, V_2)$

مانند به نقاط هم در زیر حالت های مختلف داریم

اگر  $0 = \tau_{\text{پتان}} \leftarrow$  پتانسیل نامعلوم است

اگر  $0 < \tau_{\text{پتان}} < V_{eq_1}$  از سیم  $1$  تیر شونده اول استفاده می کنیم

اگر  $V_{eq_1} = V$  برابر پتانسیل از سیم  $1$  هر دو تیر شونده به طور همزمان

استفاده کنیم

اگر  $V_{eq_1} < V < V_{eq_2}$  از سیم  $2$  تیر شونده دوم استفاده می کنیم

اگر  $V = V_{eq_2}$  از سیم  $2$  تیر شونده دوم  $\tau_{\text{پتان}}$  به طور همزمان استفاده می کنیم

اگر  $V > V_{eq_2}$  از سیم  $3$  تیر شونده استفاده می کنیم



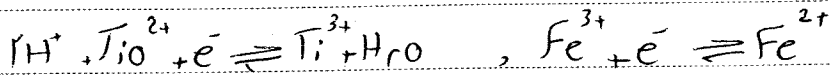
Subject:

Year. Month. Date. ( )

مثال) در تیتراسیون (III)  $Ti^{3+}$  با پرمنگنات، بهایم نحوه یادت آوردن پتانسیل

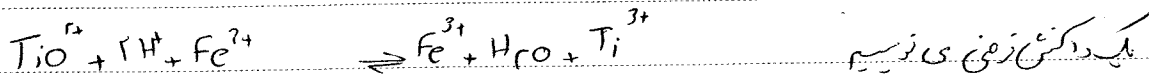
در نقطه هم ایزن اول را بنویسید.  $E_{MnO_4^-}^{\circ} = 1.51$ ,  $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^{\circ} = 0.77$ ,  $E_{TiO^{2+}/Ti^{3+}}^{\circ} = 0.99$

اول  $Ti^{3+}$  وارد واکنشی شود در نقطه هم ایزن اول  $Fe^{2+}$ ,  $TiO^{2+}$  و  $Ti^{3+}/Mn^{2+}$  از واکنش قابل سیم



$$E_{eq} = \frac{n_1 E_1 + n_2 E_2}{n_1 + n_2} = \frac{0.512}{n_1 + n_2} \ln \frac{[Red]}{[Ox]} = \frac{[Ti^{3+}][Fe^{2+}]}{[TiO^{2+}][Fe^{3+}][H^+]^2}$$

بر ساده کردن خلقت از واکنش بین فرم هار  $Ox$  و  $Red$  آتیر سوزنده استفاده کنیم



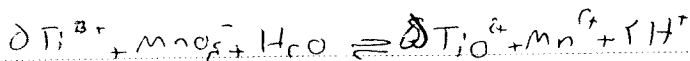
بین محصل آتیر سوزنده اول و ساده اولید گوئیدم واکنشی دهد

در نقطه هم ایزن اول که خلقت هار اولید پیرماند  $[Fe^{3+}] = [Ti^{3+}]$   $[TiO^{2+}] \neq [Fe^{2+}]$   
 و نسبت استوکیومتری یک باشد با هم برابرند  
 همیشه مادیات

$$E = \frac{0.512}{n_1 + n_2} \ln \frac{[Fe^{2+}]}{[TiO^{2+}][H^+]^2}$$

$[Fe^{2+}]$  مقدار مول اولید هار است حجم کل

$[TiO^{2+}]$  مقدار  $Ti^{3+}$  که واکنش داده است



PAPCO

تو لیدید  $[H^+] = 2$  برابر  $[MnO_4^-]$  معرینی  
 بعد از اگردالان اول در باره  $[H^+]$  را محاسبی کنیم

Subject:

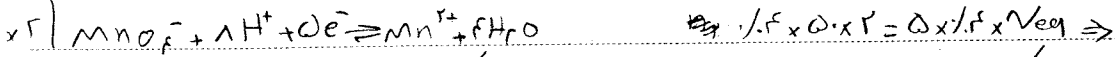
Year. Month. Date. ( )

تقریباً 5 ml محلول کربنات با  $U^{4+}$   $1.5 \times 10^{-4} M$  در دست است،  $Fe^{2+}$   $1.2 \times 10^{-4} M$  است و در

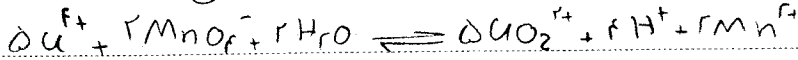
اسید پرفلوریک  $0.5 M$  است با  $KMnO_4$   $1.5 \times 10^{-4} M$  تری کربنات پتانسیل محلول را

نبت به SHE در اردالین اول،  $10 ml \pm$  از اردالین اول در اردالین دوم صاف

کنید تا چه کنید  $[H^+]$  در اول تری این معادلات



اگر از  $n$  حجم واکنش بخوانیم استفاده کنیم از رابطه  $n_1 V_1 C_1 = n_2 V_2 C_2$  در این واکنش کل استفاده کنیم  $N_2 V_1 C_1$  است  $V_{eq} = 20 ml$



2 0.4 - - - at  $V_2 = 10 ml$

1 0 1 0.8 0.4

$$E_{eq} = E_{UO_4^{2+}/U^{4+}} - \frac{0.0592}{2} \log \frac{[U^{4+}]}{[UO_4^{2+}][H^+]^4}$$

$[H^+] = 10 \times 10^{-4} +$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

شناختارها بر نیر این ردولس : بر این شخص کردن نقطه پایانی میسر وار ردولس

از روش های مختلفی استفاده می شود : 1. الکترونیکی مثل بتا ستر و امپروستر

2. شناختارها رنگ . معمولاً شناختارها دو نوع هستند : 1. شناختارهای عمومی ردولس

2. شناختارها ویژه

شناختارهای عمومی ردولس : رنگیاتی هستند که در اثر واکنش با نیر این در نقطه پایانی

اکسید یا اجزای شوند که رنگ آنها تغییر می کنند .  

$$\text{In(ow)} + ne \Rightarrow \text{In(Red)}$$
رنگ (n)
رنگ (n)

نکته : رنگ شناختارها به بتا ستر بستگی دارد  
 تحلیل

مقدور بتا ستر رنگ :  $\text{In(ow)} + ne \Rightarrow \text{In(Red)}$

وقتی فرم OX مشاهده می شود  

$$E = E_{In} - \frac{0.059}{n} \log \frac{[\text{In(Red)}]}{[\text{In(ow)}]}$$

رنگ فرم OX  $\rightarrow E = E_{In} + \frac{0.059}{n}$   $\Leftarrow 10 = \frac{[\text{In(ow)}]}{[\text{In(Red)}]}$

زمانی رنگ فرم Red مشاهده می شود  $\rightarrow E = E_{In} - \frac{0.059}{n}$   $\rightarrow 10 = \frac{[\text{In(Red)}]}{[\text{In(ow)}]}$

مقدور بتا ستر رنگ  $\rightarrow E_{In} \pm \frac{0.059}{n}$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

\* علت تغییر رنگ واکنش ردولس از آنهاست

شنا سازگار در اثر: برابر رنگ سازر نقطه پایانی یک واکنش خاص بکارگرفته می شود

علت تغییر رنگ واکنش سپیدیایی شنا سازگار یا تیران یا تیر شونده یا محلول از آنهاست

مثال: جیب نشاسته به عنوان شنا سازگار در تیراسین حار پیدو متر مورد استفاده

تراری کرد جیب نشاسته معمولاً با کمپلکس آبی رنگ تشکیل می دهد و به معنی

که آبی تمام شود کمپلکس هم تمام می شود و فقط در اثر تیراسینهای است که در آنها حرکت

مثال: ایون تیراسینات با آهن (III) کمپلکس تروری دهد بنابراین تا آهن است

محلول ترزات در بعضی تمام شدن آهن رنگ ترزاسین می رود

خلاصه ارزیابی بین شکل معنی حار ردولس:

① تسین اثرایش یا گاهی بودن تیراسین ② اگر مخلوط داشته باشیم باید در مورد

همه معین شود الف) کدام یک اول واکنش می دهد ب) تسین می کشیم که آیا در

جمله خبر داریم یا نه ③ با توجه به استوکیومتری واکنش ها حجم حار نسبی

PAPCO

نمای اگر رالان را در نظر بگیرد

Subject: \_\_\_\_\_  
 Class: \_\_\_\_\_ Month: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ ( )

\* اگر استوکیومتر یکی باشد  $n_{\text{veq}_1} = n_{\text{veq}_2}$  است دیگر نه فرق می کند

مثال: معنی مربوط به نتراسین  $Zn^{2+}$  و  $Cu^{2+}$  باید اکسندۀ تور گونه است

$$E_{\frac{Cu^{2+}}{Cu}}^{\circ} = 0.17V \quad E_{\frac{Zn^{2+}}{Zn}}^{\circ} = -0.76V$$

معنی افزایش است ابتدا  $Zn$  تری شود

اختلاف از  $0.17V$  ترات  $\rightarrow$  جهش است  $\rightarrow$  چهار الی دالان با هم برابرات من

استوکیومتر نبودنش باید یک است  $n_{\text{veq}_2} = 2n_{\text{veq}_1}$

نعل 14 :

کاربرد نتراسین حار اکسایش و کاهش:

واکنش حار اکسندۀ و کاهشده کملی: اکسندۀ یا کاهشدهایی هستند که برای تنظیم

حالت اکسایش آنالیت در یک حالت اکسایشی خاص به کار گرفته می شود

① باید بتائیل استاندارد

به گذر از باشد که آنالیت را به حالت اکسایشی مورد نظر تبدیل کند ولی نباید به اندازه حار

باشد که ترکیبات دیگر موجود در محلول را به حالت اکسایشی تبدیل کند که نادری است

کمانتالین وارد واکنش شوند و به طور کلی با آنالیت واکنش دهد

۸۴

Subject:

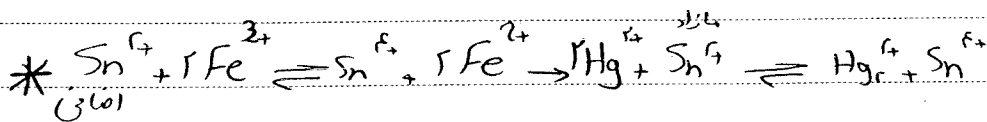
Year. Month. Date. ( )

۱) به دلخواه با سه مقدار سازد این ایجاد فراصت نکلند اگر مزاحمت است می توان

بر ارضی آنرا از تحلیل خارج کرد. تا با تیزان دارد و اکسید نشود

مثال  $Fe^{2+}$  را با  $Cr_2O_7^{2-}$  اندازه گیر کنیم پس هر چه  $Fe^{3+}$  با  $Fe^{2+}$  در ترکیب هست

تبدیل شود از یک کاهنده کمر استفاده کنیم از  $Sn^{2+}$  استفاده می کنیم



باید به یکباره جیره افزودن کنیم تا جیره فلزی تبدیل نشود

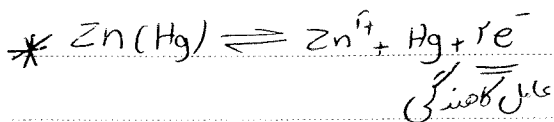
عوامل کاهنده لیلی: ۱) فلزات: فلزاتی در راست اکسیدی شوند (یعنی دهند)

مثل  $Ni$ ,  $Zn$ ,  $Al$ ,  $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Cd$  به صورت جامد به صورت کاهنده کمر

مورد استفاده قرار گیرند. مزیت اینها این است چون جامد هستند افزاینده

که با باصات زمین از محیط خارج می شود

۲) کاهنده ~~جیره~~: این کاهنده ملغمه  $Zn(Hg)$  است



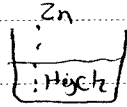
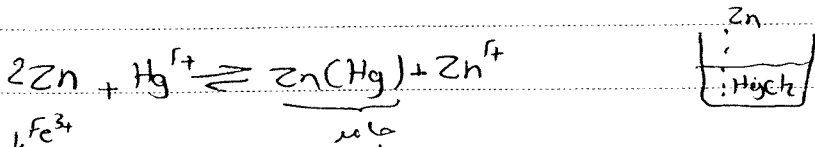
PAPCO

Subject:

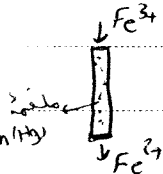
Year . Month . Date . ( )

طرز تهیه معلقه  $Zn(Hg)$  ذرات رقی را داخل محلول  $HgCl_2$  از ی ریزیم

بعد از هم زدن آن در <sup>صورت</sup> دقیقه، جیره فلز روی  $Zn$  ترکیب گردد



طرز استفاده: جامد را می شورند داخل بورت ی ریزیم

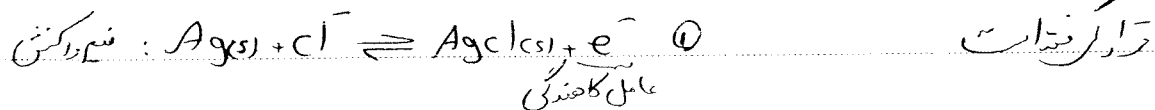


نکته: مزیت استفاده از جیره این است که مانع از احیاء  $H^+$  می شود که باید محلول

اسیدر باشد چون اگر فلز باشد تولید ریب هیدروکسیدی شود

دراگر امید باشد که آهنه از بین ی رود بجای واکنش با فلز با  $H^+$  واکنش ی دهد

کاهنده والدن: مشکل از ذراتها نقره است که به همراه یون کلرید در یک ستن شیشه ای



آن باعث انجام واکنش ① می شود که کاملتر از واکنش ② است که قدرت  $Ag \rightleftharpoons Ag^+ + e^-$  ②

کاهندی را زیاد می کند نکته: انتفا بگر کاهنده والدن از جو تر بیترات

ه گزها را احیائی کند چون تدرش کمتر است





Subject:

NS

Year.

Month.

Date.

( )

$$20 \text{ ml } Fe^{2+} \times 0.125 \text{ M } Fe^{2+} = 2.5 \text{ mmol } Fe^{2+} \Rightarrow 2.5 \times 0.9 = 2.25 \text{ mmol } Fe^{2+}$$

خالص واکنش کرده

$$2.25 \text{ mmol } Fe^{2+} \times \frac{1 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-}}{6 \text{ mmol } Fe^{2+}} = 0.375 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-}$$

که با الکل واکنش کرده

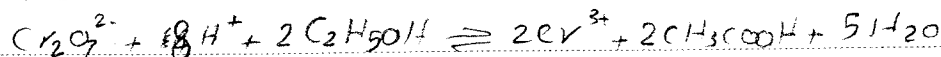
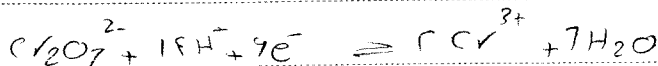
$$(50 \text{ ml} \times 0.12 \text{ M } Cr_2O_7^{2-}) - 0.375 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-} = 5.625 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-}$$

که با الکل واکنش کرده

$$5.625 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-} \times \frac{1 \text{ mmol الکل}}{1 \text{ mmol } Cr_2O_7^{2-}} = 5.625 \text{ mmol الکل} \times \frac{1000 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} = 225 \text{ mmol الکل}$$

$$225 \text{ mmol الکل} \times 1.0 \text{ mol الکل} \times \frac{44.1 \text{ g الکل}}{1 \text{ mol الکل}} = 9922.5 \text{ g الکل} \Rightarrow \frac{9922.5 \text{ g}}{25 \text{ mL}} \times 1.0\% = 39690\% (w/v)$$

زودش هار پیتا سیر متر :



تعداد الکل و وزن الکل

۸۷

Subject:

Year. Month. Date. ( )

زمانی دراز  $Fe^{2+}$  در برابر  $Cr^{6+}$  استفاده می کنیم اضافی آهن (II) را با تاسیم در کربن یا سریم (IV) تعیین می شود

استاندارد کردن تیوسولفات: مقدار جامد از تاسیم پرات  $K_2O_3$  دادن می کنیم

و اگر در اسب حل می کنیم بعد مقدار اضافی از یون  $Fe^{2+}$  بر آن اضافی کنیم تا  $Cr^{6+}$  تولید شود

(در محیط اسید) پس  $Fe^{2+}$  را با تیوسولفات تیتری کنیم  $4 mol S_2O_3^{2-} \equiv 3 mol Fe^{2+} \equiv 1 mol Cr^{6+}$

گونه  $Cr^{6+}$  ← اکسید کننده ← پذیرنده الکترون ←  $Cr^{3+}$  مشبک تر ← اعیان می شود ← کاتد

Subject:

Year . Month . Date . ( )

اگر  $S_1 < S_2$ ، آنرا استاندارد باشد وقت اول بیشتر از دوم است  
 دامنه  $S = \frac{W}{\sqrt{N}}$

اگر  $\Delta_1 < \Delta_2 \leftarrow \Delta = 14 - 10$  باشد صحت اول بیشتر از صحت دوم است (هر چه  $\Delta$  بزرگتر و  $\Delta$  کوچکتر باشد محتمل تر است)

برای تعیین دقیق ترین دوردش از روابط زیر استفاده می کنیم که در هر مورد هر کدام عدد کمتر را نشان دادند

$$S = \frac{W}{\sqrt{N}} \quad 1 \quad S = \frac{W}{\sqrt{N}} \quad 2 \quad S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad 3$$

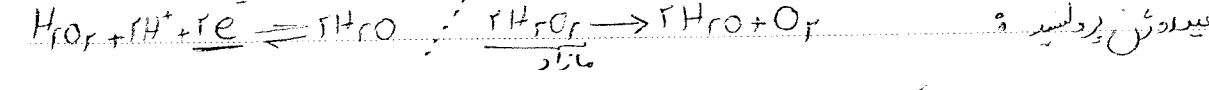
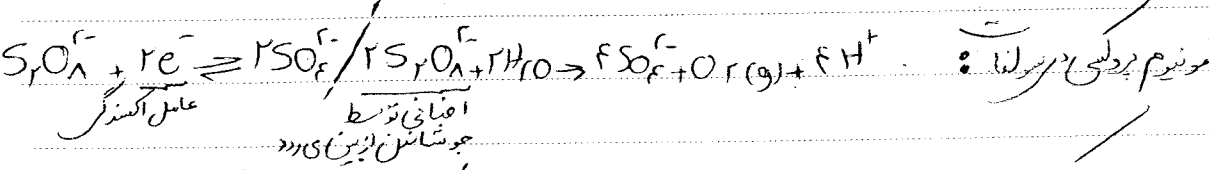
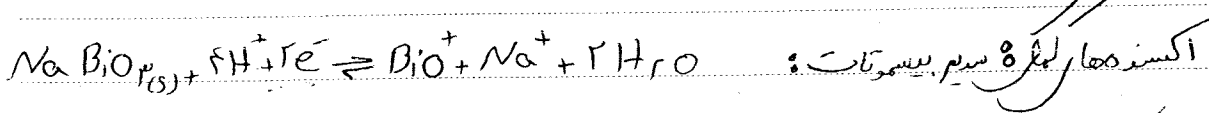
برای  $n$  اندازه گیری ناصله اطمینان به اندازه  $\sqrt{n}$  کم می شود

اگر آنرا استاندارد برابر یک اندازه گیری معلوم باشد از رابطه در بوی توان  $n$  اندازه گیری مناسب است  
 $S_{em} = \frac{d}{\sqrt{n}}$

زمانی که تیران مایک السنه استاندارد باشد باید تغییر شونده کاهشده لعلر انفاکه کنیم در عکس

چون  $H_2^{+}$  مثبت تر از  $H_2$  است،  $Zn$  و  $Hg$  دارد واکنشی می شود و باعث تولید

ملغمه جوئی شود و مانع از انجام واکنشی می شود که عامل کاهشده ( $Zn$ ) رای نماید معرفی کند



کلرلا کاهشده قابل درن با الیون جو را کنش دهند کاهشده ها در نیت بارن از این مستقیم کاری رود  
**PAPCO**